UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUCIANE CORTIANO LIOTTI

O CONHECIMENTO ESCOLAR SOBRE MUDANÇA CLIMÁTICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO – PNLD/2015

CURITIBA
2019

LUCIANE CORTIANO LIOTTI

O CONHECIMENTO ESCOLAR SOBRE MUDANÇA CLIMÁTICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO – PNLD/2015

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação- Doutorado em Educação do Setor de Educação da Universidade Federal do Paraná. Linha de Pesquisa: Cultura, Escola e Processos Formativos em Educação.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Marília Torales Campos

Co-orientadora: Prof.ª Dr.ª Araceli Serantes Pazos

CURITIBA
2019

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de
Bibliotecas/UFPR-Biblioteca do Campus Rebouças
Maria Teresa Alves Gonzati, CRB 9/1584
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Liotti, Luciane Cortiano.

O conhecimento escolar sobre mudança climática nos livros didáticos do ensino médio : PNLD/2015. / Luciane Cortiano Liotti
Curitiba, 2019.
322 f.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná. Setor de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação.
Orientadora: Profª Drª Marília Toralles Campos
Co-orientadora: Profª Drª Aracelli Serantes Pazos

1. Livros didáticos. 2. Ensino médio. 3. Mudanças Climáticas. 4. Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). I. Título. II. Universidade Federal do Paraná.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO - 40001016001P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Tese de Doutorado de **LUCIANE CORTIANO LIOTTI**, intitulada: **OS DISCURSOS SOBRE MUDANÇA CLIMÁTICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO - PNLD/2015**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua Aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de Doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 28 de Junho de 2019.

MARILIA ANDRADE TORALES CAMPOS
Presidente da Banca Examinadora

VALERIA GHISLOTI IARED
Avaliador Interno (UFPR)

CRISTINA FRUTUOSO TEIXEIRA
Avaliador Externo (UFPR)

CLÁUDIA DA SILVA COUSIN
Avaliador Externo (FURG)

MARIA ARLETE ROSA
Avaliador Externo (UTP)

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO - 40001016001P0

ATA Nº 342

ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA TESE PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM EDUCAÇÃO.

No dia vinte e oito de junho de dois mil e dezenove às 14:00 horas, na sala 232-B,2º pavimento, Edifício Teixeira Soares, Campus Rebouças do Setor de EDUCAÇÃO da Universidade Federal do Paraná, foram instalados os trabalhos de arguição da Doutoranda **LUCIANE CORTIANO LIOTTI** para a Defesa Pública de sua Tese de Doutorado intitulada: **OS DISCURSOS SOBRE MUDANÇA CLIMÁTICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO - PNLD/2015.** A Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de PósGraduação em EDUCAÇÃO da Universidade Federal do Paraná, foi constituída pelos seguintes Membros: MARILIA ANDRADE TORALES CAMPOS (UFPR), VALERIA GHISLOTI IARED (UFPR), CRISTINA FRUTUOSO TEIXEIRA (UFPR), CLÁUDIA DA SILVA COUSIN (FURG), MARIA ARLETE ROSA (UTP). Dando início à sessão, a presidência passou a palavra a(o) discente, para que a mesma expusesse seu trabalho aos presentes. Em seguida, a presidência passou a palavra a cada um dos Examinadores, para suas respectivas arguições. A aluna respondeu a cada um dos arguidores. A presidência retomou a palavra para suas considerações finais. A Banca Examinadora, então, e, após a discussão de suas avaliações, decidiu-se pela aprovação da aluna. A Doutoranda foi convidada a ingressar novamente na sala, bem como os demais assistentes, após o que a presidência fez a leitura do Parecer da Banca Examinadora. A aprovação no rito de defesa deverá ser homologada pelo Colegiado do programa, mediante o atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca dentro dos prazos regimentais do programa. A outorga do título de Doutor está condicionada ao atendimento de todos os requisitos e prazos determinados no regimento do Programa de Pós-Graduação. Nada mais havendo a tratar a presidência deu por encerrada a sessão, da qual eu, **MARILIA ANDRADE TORALES CAMPOS**, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora.

Observações: A banca indica a necessidade de ajuste no título da tese e solicita revisão dos aspectos que constam nos pareceres.

Novo título: O conhecimento escolar sobre mudança climática nos livros didáticos do Ensino Médio - PNLD 2015

Curitiba, 28 de Junho de 2019.

MARILIA ANDRADE TORALES CAMPOS
Presidente da Banca Examinadora

VALERIA GHISLOTI IARED
Avaliador Interno (UFPR)

CRISTINA FRUTUOSO TEIXEIRA
Avaliador Externo (UFPR)

CLÁUDIA DA SILVA COUSIN
Avaliador Externo (FURG)

MARIA ARLETE ROSA
Avaliador Externo (UTP)

AGRADECIMENTO

A escrita de uma Tese não é somente o resultado de alguns anos de trabalho e pesquisa intensa. É importante ressaltar os lugares por onde passamos, as pessoas que encontramos, que por nós passaram e por vezes ficaram, as alegrias, as tristezas, as conversas, as experiências vividas, tudo foi importante e muito intenso, um privilégio para poucos.

O que sintetiza para mim esses quatro anos de doutoramento, repleta de significados e (re)descobertas é a imensa gratidão ao que se tornou lembrança e ao que segue existindo, com especial distinção:

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Educação - PPGE da Universidade Federal do Paraná, que tornam possível a existência dos Programas de Mestrado e Doutorado em Educação da UFPR, com ênfase à **Sandra Mara Maciel de Lima,** pelo pronto atendimento em resposta aos e-mails e orientações nos mais diversos encaminhamentos burocráticos. Aos **professores**, pelos conhecimentos trocados fora e dentro de sala de aula que me permitiram compreender melhor o que significa o papel docente – com destaque a Profa. Dra. **Tânia Maria Braga Garcia**, ao Prof. Dr. **Geraldo Balduíno Horn,** Profa. Dra. **Sônia Maria Marchiorato Carneiro** e Profa. Dra. **Odissea Boaventura de Oliveira** pelas contribuições na construção desta pesquisa.

Às minhas orientadoras Profa. Dra. **Marília Andrade Torales Campos,** pela oportunidade e confiança depositadas e pela paciência, motivação e liberdade constantemente oferecidas para que realizasse o meu trabalho. A Profa. Dra. **Araceli Serantes Pazos**, da Universidade da Coruña, por me conceder a oportunidade de ter feito parte do seu grupo de pesquisa[1] e por todo o respeito, equidade e admirável profissionalismo com que trata a todos.

Aos professores componentes da banca de qualificação, Prof. Dr. **Nilson Marcos Dias Garcia,** Profa. Dra**. Ângela Massumi Katuta,** Profa. Dra. **Cláudia da Silva Cousin e** Profa. Dra. **Cristina Frutuoso Teixeira**, e de defesa de tese Profa. Dra. **Cláudia da Silva Cousin,** Profa. Dra. **Cristina Frutuoso Teixeira**,

[1] Grupo de Investigación Políticas Educativas, Historia e Sociedade, na Facultade de Ciencias da Educación - Universidade da Corunã - UDC (Campus Elviña, s/n. 15071 A Coruña) / Proxecto Resclima (Respostas Educativas e Sociais às Alterações Climáticas) - Universidade de Santiago de Compostela – USC.

Profa. Dra. **Maria Arlete Rosa e** Profa. Dra. **Valéria Ghisloti Iared** pela disposição e contribuições essenciais para o amadurecimento do conteúdo deste estudo.

Aos colegas e amigos que encontrei na turma de doutorado, particularmente, **Dalva Simone Strapasson Dias, Marcelo Bêz e Ivan Baroto**, obrigada por todos os debates, apoios morais e choros coletivos.

Em especial:

À Profa. Esp. **Elaine de Lourdes Pereira Oliveira**, grande amiga, parceira de trabalho, agradeço a revisão textual e ao incentivo durante mais esta construção.

À Profa. Ms. **Letícia Perez da Costa**, grande amiga, agradeço a revisão metodológica e ao incentivo durante mais esta construção.

Ao Prof. Dr. **Danislei Bertoni,** amigo de imensa caminhada, lutas e labutas, agradeço a leitura crítica e indicação de valiosas referências.

À Profa. Ms. **Eliane do Rocio Vieira**, grande amiga, parceira de trabalho, e de produção acadêmica, agradeço a leitura crítica e indicação de valiosas referências.

À **Reonilda e Nelson** (*in memoriam*) mãe e pai, que com todo carinho me deram os recursos necessários de criação e educação primeira, proporcionando a mim o direito legítimo de minhas próprias escolhas.

Às minhas irmãs de sangue, **Gisele, Cristiane e Simone** e "postiças" **Thaís e Maria Aparecida - *Cida***, pela força insubstituível em momentos bons e ruins.

Ao meu filho **Bernardo**, razão primeira de ser, de estar e de sentir. Muito obrigada por sua existência.

Ao **Ricardo**, meu amor, meu esposo e minha vida; mais uma vez, com sua admirável paciência soube compreender as dificuldades da escrita de uma tese e ao mesmo tempo em que com sua dedicação de pai, me concedeu a segurança necessária nas longas horas de afastamento da família.

Por fim, mas não menos importante, a **CAPES** pela bolsa de estudo, que permitiu não só a realização do meu doutoramento, mas todo o crescimento pessoal e profissional que veio com ele.

Aos que passaram e deixaram algo que agora faz parte de mim.

E à vida que continua.

"O caminho da vida pode ser o da liberdade e da beleza, porém, desviamo-nos dele. A cobiça envenenou a alma dos homens, levantou no mundo as muralhas do ódio e tem-nos feito marchar a passo de ganso para a miséria e os morticínios. Criamos a época da produção veloz, mas nos sentimos enclausurados dentro dela. A máquina, que produz em grande escala, tem provocado a escassez. Nossos conhecimentos fizeram-nos céticos; nossa inteligência, empedernidos e cruéis. Pensamos em demasia e sentimos bem pouco. Mais do que máquinas, precisamos de humanidade; mais do que de inteligência, precisamos de afeição e doçura! Sem essas virtudes, a vida será de violência e tudo estará perdido."

(Charles Chaplin, em discurso proferido no final do filme - O grande ditador)

RESUMO

Esta pesquisa analisou em que medida o conhecimento escolar sobre Mudanças Climáticas abordado em Livros Didáticos de Biologia, Física, Química e Geografia, do PNLD/2015, recebidos por escolas do município de Curitiba/PR, podem contribuir para que os estudantes construam concepções científico-sociais, econômicas e políticas sobre este fenômeno. Tal pesquisa se justifica frente aos encaminhamentos contidos nas diretrizes que orientam a Educação Básica e o reconhecimento que as Mudanças Climáticas são um dos maiores desafios que a humanidade tem que enfrentar na contemporaneidade, sobretudo por retratar o caráter complexo do clima e firmada a importância do Livro Didático enquanto instrumento de transformação pedagógica no processo educativo. Adotou-se como procedimento metodológico o método qualitativo de análise documental para identificar os conhecimentos escolares contidos nos Livro Didático, os quais foram organizados e analisados com base na Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2008). A organização dos dados possibilitou a construção de categorias analíticas acerca dos elementos textuais elementares, mas também e sobretudo, da frase, dos elementos iconográficos e das atividades presentes nesses livros, permitindo problematizar a dimensão social da linguagem relacionada às questões da autoridade e poder acerca da temática das Mudanças Climáticas. Os resultados da análise permitiram inferir que os Livros Didáticos analisados apresentam a temática das Mudanças Climáticas como um assunto acessório ao currículo, nos quais tanto os aspectos físicos do fenômeno, quanto os aspectos socioambientais são tratados de modo superficial contribuindo, portanto, para a descaracterização da relevância da discussão inerentes a esta temática. De modo geral os Livros Didáticos analisados demonstram certa dificuldade em articular com coerência e aprofundamento científico a temática das Mudanças Climáticas, pois apresentam um conhecimento escolar inconsistente ao nível médio de ensino que propicie aos estudantes avançarem com relação ao entendimento da complexidade do fenômeno e dos riscos inerentes a forma como o ser humano se relaciona com a Natureza. Concluiu-se, portanto, que apesar dos Livros Didáticos abordarem a temática Mudanças Climáticas, os textos desse material didático pouco contribuem para que os estudantes construam concepções científico-sociais, econômicas e políticas sobre este fenômeno, como sujeitos protagonistas de ações que os conduzissem a superação da crise socioambiental climática.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas. Livro Didático. Ensino Médio. Escola.

ABSTRACT

This research analyzed the extent to which the school knowledge on Climate Change addressed in PNLD / 2015 of Biology, Physics, Chemistry and Geography Textbooks, received by schools in Curitiba / PR, can contribute for students to construct scientific- social, economic and political conceptions about this phenomenon. Such research justifies itself given the policies contained in the guidelines orientation to the Basic Education. The acknowledgment that Climate Change is one of the biggest challenges facing humanity today, mainly because it portrays the complex climate nature, and the importance of the Textbook as an instrument of pedagogical transformation in the educational process, are of significant focus. The methodological procedure adopted the qualitative method of documental analysis to identify the school knowledge contained in the Textbooks. Data was organized and analyzed based on the Content Analysis proposed by Bardin (2008). The findings' organization allowed the construction of analytical categories of primary textual elements, precisely, the phrasing, the iconographic elements, and the activities encountered in those books. The social dimension of language related to the questions of authority and power about the Climate Change theme was problematized. The results of the analysis made it possible to infer that the textbooks analyzed present the Climate Change theme as an accessory subject to the curriculum. The physical aspects of the phenomenon and social-environmental aspects are treated superficially, contributing, therefore, to the decharacterization of the relevance inherent to discussions on this issue. In general, the textbooks analyzed show some difficulty in articulating the theme of climate change, with coherence and scientific deepening. The research points to the inconsistent school knowledge at the High School level that could allow students to advance in understanding the complexity of the phenomenon and the inherent risks in the way human beings relate to Nature. It was concluded, therefore, that although the Textbooks address the theme Climate Change, the texts in the didactic material bring little contribution for the students to construct scientific-social, economic and political conceptions about this phenomenon, as protagonists of actions that lead them to overcome the socio-environmental climate crisis.

Keywords: Climate Change. Textbook. High school. School.

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

AC Análise de Conteúdo

AFS Análise Funcional Sistêmica

BNCC Base Nacional Comum Curricular

CNE Conselho Nacional de Educação

COLTED Comissão do Livro Técnico e do Livro Didático

CONSED Conselho Nacional de Secretárias de Educação

CNUMAD Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO - 92)

COP Conferência das Partes

CTS Ciência Tecnologia e Sociedade

DCE Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná

DCNEA Diretrizes Curriculares Nacional de Educação Ambiental

DCNEM Diretrizes Curriculares Nacional do Ensino Médio

EA Educação Ambiental

EaD Educação a Distância

ECT Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos

EE Efeito Estufa

EJA Educação de Jovens e Adultos

EUA Estados Unidos da América

ENOS *El Niño* – Oscilação Sul

ESO Educação Secundária Obrigatória (Espanha)

FAE Fundação de Assistência ao Estudante

FENAME Fundação Nacional de Material Escolar

FNDE Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

FUNBEC Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências

GEE Gases de Efeito Estufa

GPMC Grupo de Pesquisa de Mudanças Climáticas

IAG Instituto de Astronomia e Geofísica

IBECC Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura

INAE Instituto Nacional de Assistência ao Estudante

INCLINE INterdisciplinary CLimate INvestigation cEnter

INL Instituto Nacional do Livro

INPE Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

IPEA Instituto de Pesquisas Econômicas e Aplicadas

LDB Lei de Diretrizes e Bases da Educação

MC Mudança Climática

MEC Ministério da Educação e Cultura

MMA Ministério do Meio Ambiente

NapMC Núcleo de Apoio à Pesquisa em Mudanças Climáticas

OCNEM Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

ODP Oscilação Decadal do Pacífico

OED Objetos Educacionais Digitais

ONU Organização das Nações Unidas

OMM Organização Meteorológica Mundial

PCN Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio

PLID Programa do Livro Didático

PLIDEF Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental

PLIDEM Programa do Livro Didático para o Ensino Médio

PNLD Programa Nacional do Livro Didático

PNEA Política Nacional de Educação Ambiental

PNLA Programa do Livro Didático para a Alfabetização de Jovens e Adultos

PNLEM Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio

PNMC Política Nacional sobre Mudança do Clima

PREMEN Projeto Nacional para a Melhoria do Ensino de Ciências

SEB Secretaria da Educação Básica

SEED Secretaria de Estado da Educação

TSM Temperatura da Superfície do Mar

UC Unidade de Contexto

UNESCO Organização das Nações Unida para a Educação, a Ciência e a Cultura

UNFCCC Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

UR Unidade de Registro

USAID Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional

USP Universidade de São Paulo

WCRP World Climate Reserach Programa

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01: LISTA DE LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA..... 131
QUADRO 02: LISTA DE LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA..... 131
QUADRO 03: LISTA DE LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA..... 132
QUADRO 04: LISTA DE LIVROS DIDÁTICOS DE GEOGRAFIA..... 132
QUADRO 05: RELAÇÃO DAS COLEÇÕES RECEBIDAS PELOS COLÉGIOS DO MUNICÍPIO DE CURITIBA..... 158
QUADRO 06: LIVROS DIDÁTICOS MAIS RECEBIDOS NO MUNICÍPIO DE CURITIBA..... 159
QUADRO 07: TEXTOS SELECIONADOS DO LIVRO DE BIOLOGIA..... 164
QUADRO 08: TEXTOS SELECIONADOS DO LIVRO DE FÍSICA..... 165
QUADRO 09: TEXTOS SELECIONADOS DO LIVRO DE QUÍMICA..... 165
QUADRO 10: TEXTOS SELECIONADOS DO LIVRO DE GEOGRAFIA.. 167
QUADRO 11: CATEGORIAS DE ANÁLISE..... 170
QUADRO 12: FREQUÊNCIA DA TEMÁTICA MC NOS LIVROS DIDÁTICOS..... 174
QUADRO 13: COLEÇÃO MAIS RECEBIDA NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA..... 287
QUADRO 14: COLEÇÃO MAIS RECEBIDA NA DISCIPLINA DE FÍSICA..... 288
QUADRO 15: COLEÇÃO MAIS RECEBIDA NA DISCIPLINA DE GEOGRAFIA..... 288
QUADRO 16: COLEÇÃO MAIS RECEBIDA NA DISCIPLINA DE QUÍMICA..... 289
QUADRO 17: CATEGORIA 1: DEFINIÇÃO SOBRE MUDANÇA CLIMÁTICA..... 290
QUADRO 18: CATEGORIA 2: CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS..... 290
QUADRO 19: CATEGORIA 3: CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS..... 299
QUADRO 20: CATEGORIA 4: MEDIDAS MITIGATÓRIAS RELACIONADAS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS 311
QUADRO 21: ATIVIDADES RELACIONADAS COM A TEMÁTICA MUDANÇA CLIMÁTICA..... 316

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01:	AUMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE CO2 NA ATMOSFERA – ERA – PRÉ- INDUSTRIAL.....	55
GRÁFICO 02:	AUMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE CO2 NA ATMOSFERA – ERA INDUSTRIAL.....	56
GRÁFICO 03:	COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA ANTIGA.....	62
GRÁFICO 04:	COMPOSIÇÃO MÉDIA DA ATMOSFERA ATUAL.....	63
GRÁFICO 05:	EVOLUÇÃO DO USO DA ENERGIA NO PLANETA - PERCENTUAL DE ENERGIA FORNECIDO POR VÁRIAS FONTES.....	79
GRÁFICO 06:	CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO PLANETA - PERCENTUAL DOS TEXTOS ANALISADOS.....	183
GRÁFICO 07	CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO PLANETA - PERCENTUAL DOS TEXTOS ANALISADOS.....	204
GRÁFICO 08	MEDIDAS MITIGATORIAS RELACIOANDAS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO PLANETA - PERCENTUAL DOS TEXTOS ANALISADOS.....	230
GRÁFICO 09	IMAGENS PRESENTES NOS LIVROS DIDÁTICOS - PERCENTUAL NOS TEXTOS ANALISADOS.....	239
GRÁFICO 10	ATIVIDADES PRESENTES NOS LIVROS DIDÁTICOS - PERCENTUAL NOS TEXTOS ANALISADOS.....	241

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: SUBSISTEMAS COMPONENTES DO SISTEMA TERRA..... 65
FIGURA 02: SISTEMAS DE ENERGIA DA TERRA: INTERNA E EXTERNO..... 68
FIGURA 03: OBSERVAÇÃO DO AUMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE CO2 NA ATMOSFERA..... 81
FIGURA 04: POSSÍVEIS CENÁRIOS DE ALTERAÇÕES NA TEMPERATURA DO PLANETA..... 84
FIGURA 05: POSSÍVEIS CENÁRIOS DE ELEVAÇÃO NO NÍVEL DOS OCEANOS DO PLANETA..... 85
FIGURA 06: SETORES DO NÚCLEO REGIONAL DO MUNICÍPIO DE CURITIBA..... 157
FIGURA 07: NUVEM DE PALAVRAS..... 175
FIGURA 08: EE COMPARADO COM UMA ESTUFA DE PLANTA..... 185
FIGURA 09: ESQUEMA EFEITO ESTUFA..... 185
FIGURA 10: ESQUEMA DA RADIAÇÃO SOLAR..... 186
FIGURA 11: QUEIMA DE CANA-DE-AÇÚCAR..... 190
FIGURA 12: COLÔNIA DE CORAL..... 192
FIGURA 13: RECIFE DE CORAL ABROLHOS..... 193
FIGURA 14: GRÁFICO COMPARATIVO ENTRE A EMISSÕES DE CO2 E SUA CONCENTRAÇÃO NA ATMOSFERA..... 195
FIGURA 15: REPRESENTAÇÃO DA QUEIMA DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS..... 197
FIGURA 16: COMPARAÇÃO ENTRE O EFEITO ESTUFA NATURAL E EFEITO ESTUFA INTENSIFICADO..... 198
FIGURA 17: FENÔMENOS CLIMÁTICOS EXTREMOS EM PONTOS OPOSTOS DO PLANETA..... 205
FIGURA 18: CHUVA EM PETRÓPOLIS, RJ, 2011..... 207
FIGURA 19: SITUAÇÃO DO OCEANO PACÍFICO OCIDENTAL SEM O EL NIÑO (A) E COM O EL NIÑO (B)..... 209
FIGURA 20: EFEITO DO FENÔMENO EL NIÑO NA INDONÉSIA..... 210

FIGURA 21: ESQUEMA DOS EFEITOS DO EL NIÑO (A) E DA LA NIÑA (B) NO BRASIL..... 211
FIGURA 22: GRÁFICO OS MAIORES EMISSORES DE CO2..... 215
FIGURA 23: PLATAFORMA DE PETRÓLEO..... 218
FIGURA 24: OCEANO ÁRTICO – VERÃO 2009..... 222
FIGURA 25: CIRCULAÇÃO DA CORRENTE TERMOSSALINA..... 223
FIGURA 26: SEQUESTRO DE CO2 PELOS OCEANOS..... 224
FIGURA 27: LAGOSTA CARIBENHA (*PANULIRUS ARGUS*) 225
FIGURA 28: CONSTRUÇÃO DA HIDRELÉTRICA DO RIO MADEIRA, PORTO VELHO, RO, 2010..... 228
FIGURA 29: CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO..... 232
FIGURA 30: POLUIÇÃO INDUSTRIAL..... 233
FIGURA 31: ENERGIAS RENOVÁVEIS..... 235
FIGURA 32: OCEANO ÁRTICO – VERÃO 2009..... 245
FIGURA 33: FOCA LEOPARDO (*Hydrurga leptonyx*) 246

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO 20

1.1 Trajetória da Pesquisadora 20

1.2 Contextualizando a ação da Pesquisa 22

Objetivo Geral: 39

Objetivos Específicos: 39

1.3 Estruturação da Tese 40

CAPÍTULO 2 – MUDANÇAS CLIMÁTICAS 42

2.1 Breve resumo sobre a história da humanidade e do clima 42

2.2 Compreendendo o Fenômeno das Mudanças Climáticas 60

2.2.1 A atmosfera da Terra e sua evolução 60

2.2.2 Sistema Climático Terrestre 64

2.2.3 Mudanças Climáticas Naturais 69

2.2.4 Mudanças Climáticas Antropogênicas 77

2.3 – Controvérsias e Incertezas sobre Mudanças Climáticas 88

2.3.1 Mudanças Climáticas: um tema complexo 88

2.3.2 Controvérsias e incertezas científicas sobre mudanças climáticas 92

CAPÍTULO 3 – MUDANÇA CLIMÁTICA E O PROCESSO EDUCATIVO..... 100

3.1 – Mudanças Climáticas e a Organização Curricular do Ensino Médio Brasileiro 101

3.2 –Conhecimento Científico, Conhecimento Escolar e Mediação Didática 117

3.3 O Conhecimento Escolar sobre Mudanças Climaticas nos Livros Didáticos do Ensino Médio 123

3.4 Mudanças Climáticas e o Livro Didático como objeto de Investigação.134

CAPÍTULO 4 – O CAMINHO PERCORRIDO NESTA TESE..... 152

4.1 O processo de pesquisa e o enfoque qualitativo..... 1523

4.2 Definição do campo da pesquisa 155

4.3 Definição do material de análise 157

4.4 Organização dos dados para análise 160

4.4.1 Desenvolvimento da análise de conteúdo 163

CAPÍTULO 5 – O CONHECIMENTO ESCOLAR SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS ABORDADO NOS LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO 172

5.1 Visão Geral das Obras Analisadas 1723
5.2 O Conhecimento Escolar sobre Mudanças Climáticas Abordado nos Livros Didáticos do Ensino Médio – PNLD/2015 176
5.2.1 Edital nº 01/2013 – PNLD/2015 e a relação com a Temática das Mudanças Climáticas..... 176
5.2.2 Análise do Conhecimento Escolar sobre Mudanças Climáticas Abordado nos Livros Didáticos do Ensino Médio – PNLD/2015 181
a) Definição sobre a temática Mudanças Climáticas..... 182
b) Causas das Mudanças Climáticas..... 182
c) Consequências das Mudanças Climáticas..... 203
d) Medidas de Mitigação Relacionadas às Mudanças Climáticas..... 229
5.2.3 Análise das atividades relacionadas às Mudanças Climáticas..... 240
a) Atividades de Reprodução de Conteúdo 241
b) Atividades com propostas de interpretação de dados e/ou investigação. 246
c) Atividades com propostas de pesquisa, discussão e debate. 248
5.2.3.1 Considerações sobre as atividades analisadas 254
6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS 256
REFERÊNCIAS..... 267
APÊNDICE 01 – COLEÇÕES RECEBIDAS PELAS ESCOLAS DO ENSINO MÉDIO DE CURITIBA 287
APÊNDICE 02 – CATEGORIAS DE ANÁLISE 290
APÊNDICE 03 – CATEGORIAS DE ANÁLISE DAS PROPOSTAS DE ATIVIDADES 316

INTRODUÇÃO

"A utopia está lá no horizonte.
Me aproximo dois passos, ela se afasta dois passos.
Caminho dez passos e o horizonte corre dez passos.
Por mais que eu caminhe, jamais alcançarei.
Para que serve a utopia?
Serve para isso: para que eu não deixe de caminhar."
Fernando Birri, citado por
Eduardo Galeano em *Las palabras andantes* (2001, p. 130)

Neste momento da Tese, relato primeiramente um pouco sobre a minha trajetória escolar, acadêmica, profissional, e demonstro os motivos que me levaram a escolher o objeto de pesquisa, o estudo a respeito do conhecimento escolar das Mudanças Climáticas abordado nos Livros Didáticos de Biologia, Física, Química e Geografia – PNLD/ 2015. Para tal, considera-se outras pesquisas que qualificam as mudanças climáticas como uma 'crise socioambiental' de alta complexidade. Posteriormente, contextualizamos a ação da pesquisa, assim como apresentamos a estrutura e organização deste trabalho.

1.1 Trajetória da Pesquisadora

O interesse por este estudo está diretamente relacionado à minha experiência profissional, tanto como professora de Ciências e Biologia, quanto pelo trabalho como técnica-pedagógica, na Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED/PR).

Como professora, sempre procurei buscar novos caminhos, motivações e direções, que me ajudaram a refletir sobre qual o papel do educador no desenvolvimento de uma educação ambiental crítica e reflexiva, principalmente no âmbito educacional formal.

Enquanto técnica-pedagógica, estava diante da possibilidade de intervir de modo efetivo na qualidade do ensino nas escolas, tanto por meio do acompanhamento e produção dos trabalhos produzidos pelos professores da rede estadual de ensino, como pela docência em cursos e na elaboração de materiais didáticos que contribuíram para reflexões e discussões.

Meu trabalho na SEED me aproximou da escrita de materiais de ensino, cursos de formação docente, cadernos pedagógicos, participação e organização dos debates ao longo do processo de construção e organização do "Livro Didático Público", das "Orientações Curriculares de Biologia do Paraná" e, principalmente, da escrita da Deliberação n.º 13/2013, que instituiu normas complementares às Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (BRASIL, 2012b), a serem desenvolvidas nas instituições de ensino públicas e privadas que atuam nos níveis e modalidades do Sistema Estadual de Ensino do Paraná, além da promulgação da Lei n.º 17.505/2013 (PARANÁ, 2013).

Tais legislações preconizam que deve ser reconhecido o papel transformador e emancipatório da educação ambiental, a qual tem se tornado cada vez mais visível por despertar preocupação nacional e mundial diante dos riscos socioambientais com relação a questões como: mudança climática, degradação da natureza, redução da biodiversidade (BRASIL, 2012b).

Durante o processo de institucionalização e divulgação dessas legislações pelo trabalho desenvolvido pela SEED/PR junto aos Núcleos Regionais de Educação e escolas, somado à minha participação no Seminário Internacional — Educação, Meio Ambiente e Mudanças Climáticas: as relações entre a cultura científica e a cultura popular nas sociedades brasileira e espanhola - 2013[2], percebia viabilidade de elaboração de um projeto de pesquisa que permitisse unir as minhas experiências profissionais e o reflexo dessas legislações na organização de temas ambientais nos livros didáticos.

A proximidade a essas discussões e a indiscutível importância do livro didático no cenário educativo, como um instrumento pedagógico que estabelece em grande parte as condições materiais para o ensino-aprendizagem nas salas de aula e na força que esse exerce enquanto disseminador de conhecimentos e conceitos despertou o interesse em analisar como o conhecimento escolar sobre as Mudanças Climáticas abordado nos Livros Didáticos de Biologia, Física, Química e Geografia – PNLD/ 2015, contribuem para que os estudantes

[2] Seminário realizado em parceria entre a Universidade Federal do Paraná - UFPR e a Universidade de Santiago de Compostela – USC – Espanha, no período de 16 a 18 do mês de setembro de 2013, Disponível em: <http://www.ufpr.br/portalufpr/noticias/ufpr-e-universidade-de-santiago-de-compostela-promovem-seminario/>. Acesso em: 17 mai. 2019.

construam concepções científico-sociais, econômicas e políticas sobre este fenômeno.

Tendo em vista as incertezas e controvérsias que permeiam os debates sobre as questões climáticas globais, portanto um fenômeno complexo, somado às diferentes formas de encaminhamento social, político e econômico, não permite que esta temática seja estudada de forma isolada, visto que influencia e é influenciada por uma vasta gama de fatores.

O interesse sobre a produção e escrita dos livros didáticos me aproximou deste novo campo de pesquisa e, portanto, decidi continuar meus estudos, a trilhar novos caminhos e conhecer novas pessoas. Foi assim que ingressei no Doutorado em Educação, Linha de Pesquisa Cultura, Escola e Processos Formativos em Educação, em 2015.

A realização desta pesquisa se justifica, dado o interesse, como professora autora, em reconhecer a importância dos livros didáticos como elemento de transformação da prática em educação e em educação ambiental no âmbito escolar.

Com essa trajetória de participação pessoal na escrita dos documentos orientadores e na disseminação da política de educação ambiental como uma tentativa de sua consolidação, apresento esta Tese, reconhecendo, por um lado, a dificuldade de me colocar como observador crítico, mas por outro, não deixando de assumir responsabilidade de agente social e histórico do processo e, portanto, elemento de análise para o trabalho.

1.2 Contextualizando a ação da Pesquisa

Diante da crescente vulnerabilidade do Planeta em que habitamos, as diferentes situações de degradação ambiental historicamente acumuladas sobretudo, durante a segunda metade do século XX, tornaram-se motivo de uma preocupação significativa para as sociedades contemporâneas.

O acelerado crescimento populacional das cidades, atrelado ao sistema econômico capitalista e industrial da era moderna, impôs o estabelecimento de uma nova dinâmica política e social de exploração dos recursos naturais, de

consumo e de geração de resíduos, os quais intensificaram os problemas ambientais, gerando o que Leff (2002, p. 59) considera como crise ambiental.

> A crise ambiental pode ser explicada a partir de duas visões: "por um lado, é percebida como resultado da pressão exercida pelo crescimento da população sobre os limitados recursos do planeta. Por outro, é interpretada como efeito da acumulação do capital, [...] que induzem padrões tecnológicos de uso e ritmos de exploração da natureza.

A abrangência dessa crise ambiental está relacionada com o desenvolvimento de uma crise civilizatória mundial sem precedentes e, diferentemente, de todas as demais experiências humanas vividas anteriormente.

A crise ambiental é vista por Figueiredo (2007) como um sintoma de uma crise profunda que para a sua superação requer mudanças de valores e perspectivas, de estilos de vida e de padrões de consumo, considerando a intrincada relação sociedade – natureza.

Caride e Meira (2001) definem a crise ambiental como sendo uma situação de descontinuidade dos processos ecológicos básicos como resultado da inesperada conquista produtiva da espécie humana, "que na última fase do processo civilizatório tem sido capaz de aumentar exponencialmente tanto o número de indivíduos como, e, sobretudo, a quantidade de resíduos que produzem" (p. 41).

Conforme Zacarias (2009, p. 136), é impossível compreender a crise ambiental, sem partir da dinâmica da sociedade capitalista, pois "[...] dentro do universo do capitalismo, o desenvolvimento das forças produtivas converte-se em desenvolvimento das forças destrutivas da natureza e dos homens".

Capra (1989, p. 28) destaca que o atual modelo de sociedade urbano-industrial desenvolveu "valores que estiveram associados a várias correntes da cultura ocidental, entre elas a Revolução Científica, o Iluminismo e a Revolução Industrial", criando uma postura antropocêntrica na humanidade, que resultou no processo de distanciamento do homem em relação à natureza.

A partir da Revolução Industrial, foi o momento, segundo Bornheim (2001), de grande desenvolvimento da Ciência[3], nunca se produziu tanto em tão

---

[3] Ciência: Representa todo o conhecimento adquirido através do estudo, pesquisa ou da prática, baseado em princípios certos. Esta palavra deriva do latim *scientia*, cujo significado é

pouco tempo. No entanto, o que deveria ser algo positivo, pelo aumento da produção com um menor esforço físico, acabou por roubar a identidade de uma tradição, na medida em que concentrou a riqueza nas mãos de poucos, fazendo surgir graves conflitos ambientais, e aumentando significativamente a impressão humana no meio ambiente.

De acordo com Bornheim (2001), a complexidade da questão crise ambiental 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, pois o homem é necessariamente um ser ambiental. Nas palavras do autor:

> [...] o que está em causa é a relação verificável entre o homem e 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).

Vivenciamos, portanto, um modelo de desenvolvimento econômico que "coisifica" a natureza, desarticula o natural de sua complexidade ecológica e a transforma em matéria prima para a produção e maximização do capital. Segundo Leff (2014, p.16):

> A crise ambiental é um efeito do conhecimento – verdadeiro ou falso – do real, da matéria, do mundo. É uma crise das formas de compreensão do mundo a partir do momento em que o homem surge como um animal habitado pela linguagem, que faz com que a história humana se separe da história natural, que seja uma história do significado e do sentido atribuído pelas palavras às coisas e que gera as estratégias de poder na teoria e no saber que revolveram o real para forjar o sistema mundo moderno.

Nesse modelo societário, ser humano e natureza são concebidos de modo dicotômico. O ser humano inserido nesse modelo de sociedade enxerga o ambiente natural apenas como suporte para o seu desenvolvimento baseado no consumo, no individualismo, no livre mercado e na apropriação ilimitada dos recursos naturais, que tem colocado em risco a própria existência humana e a do Planeta.

"conhecimento" ou "saber". Em geral, a ciência, que é muito ampla, **comporta vários conjuntos de saberes** nos quais são elaboradas as suas teorias baseadas nos seus próprios métodos e pesquisas científicas Dicionário: Significados da Ciência. Disponível em:< https://www.significados.com.br/ciencia/>. Acesso em: 17 mai. 2019.

Meira-Cartea (2002) expõem que as recentes pesquisas sobre a "saúde do planeta", realizadas por especialistas no mundo inteiro, apontam como principal fator do agravamento dos problemas ambientais a atividade humana. Com efeito das mudanças drásticas no modo de vida da população, impuseram crescentes pressões sobre o ambiente natural em decorrência do uso em massa de combustíveis fósseis, que alteraram a forma de obtenção de energia, como também o uso de certas práticas agrícolas, florestais, pecuárias e comerciais, que modificaram o trabalho com a terra, provocando alterações nos ciclos atmosféricos.

A crise ambiental instalada, portanto, revela-se como problema socioambiental[4] de alta complexidade e exige uma postura crítica e protagonista dos sujeitos, para a compreensão mais profunda de suas origens, ficando evidente que essa situação é reflexo do modelo de desenvolvimento adotado pelas sociedades contemporâneas.

Nesse sentido, constata-se que a organização da sociedade e o modo de apropriação e uso dos recursos naturais pelo homem estão diretamente vinculados aos desastres ambientais com potencial de trazer problemas à sociedade diferindo na origem e intensidade.

Segundo a conceituação da UNISDR (2009), considera-se desastre como uma grave perturbação no funcionamento de um sistema social envolvendo perdas humanas, materiais, econômicas e ambientais, cujos impactos excedem a capacidade dos afetados em superar os impactos por seus próprios recursos.

Os desastres são distinguidos basicamente em função da origem, isto é, da natureza do fenômeno que o desencadeia, sendo classificados conforme Castro (1999, 2002) e Marcelino (2008) em natural e humanos/antropogênicos.

Marcelino (2008) conceitua desastre natural como todo aquele provocado por fenômenos naturais agravados ou não pela atividade humana e originados pela dinâmica interna e externa da terra podendo ser de natureza biológica (epidêmicas e infestação de insetos), geofísica (terremotos, tsunami,

[4] Socioambiental: Refere-se aos problemas e processos sociais, tendo em conta sua relação com o meio ambiente: desenvolvimento socioambiental. [Por Extensão] Relação da sociedade com o meio ambiente.[Por Extensão] Responsabilidade dos indivíduos por suas ações que afetam o ambiente (Dicionário Online de Português. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/socioambiental/>. Acesso em: 17 mai. 2019.

vulcanismo) e climatológica (tempestades, tornados, inundações, escorregamentos).

Os desastres humanos ou antropogênicos são resultantes da ação ou omissão humana, e estão relacionados com as atividades do homem como agente causador como por exemplo: incêndios urbanos, contaminação de rios, rompimento de barragens, enchentes, entre outros.

Observou-se que os desastres naturais ocorridos ao longo das últimas décadas têm causado impactos ambientais, produzindo alterações nos ecossistemas, revelando que presenciamos uma crise ambiental jamais vivenciada em nenhum momento na história da humanidade.

As intervenções antrópicas, em sua maioria com falta de planejamento, podem intensificar ou agravar certos desastres naturais como, por exemplo, a desertificação, as enchentes, os furacões, as inundações, e tem interferido efetivamente na autorregulação dos ecossistemas, estando de alguma forma relacionados com fenômenos climáticos extremos, representando uma possível ameaça para a perda da biodiversidade, o aumento do nível do mar, a extinção de espécies, o aumento de vetores de doenças e, consequentemente, na continuidade da existência de vida na Terra.

Vários pesquisadores sobre o tema (HOGAN; JUNIOR, 2009; CASTRO, 2002; TOBIN; MONTZ,1997) afirmam que esses desastres naturais estão relacionados com o aquecimento global e consequentemente com as mudanças climáticas. Trata-se de um tema de discussão recente e presente direta e indiretamente na vida dos cidadãos que, na perspectiva adotada nesta Tese, não podem ser compreendidos sem considerar as discussões, complexidades e incertezas inerentes aos fenômenos climáticos, bem como o modo que a sociedade historicamente se relaciona com a natureza.

Watanabe-Caramello (2012) e Reis, Silva e Figueiredo (2015) afirmam que há duas características que sugerem as incertezas que circundam os fenômenos climáticos e seu caráter complexo. Uma relacionada com as interações entre os diferentes fenômenos naturais responsáveis por estas mudanças, os quais atribuem às mudanças climáticas as características de não linearidade, instabilidade, irreversibilidade e imprevisibilidade. E uma segunda característica relacionada à complexidade dada pela forma de interação entre o homem e o ambiente natural.

Todavia, temos que ser cautelosos quanto à instituição de afirmações categóricas com relação ao papel que estas exercem nos estudos científicos sobre as causas das mudanças climáticas, pois dependendo do discurso científico e midiático proferido sobre essa temática, poderá provocar discussões na sociedade, desenvolvendo concepções deterministas que resultarão na aceitação ou não, desse fenômeno.

Segundo Artaxo (2014a), os efeitos das atividades antropogênicas nos ecossistemas são muitos. Por outro lado, as observações sobre as alterações físicas, químicas e biológicas, em decorrência das alterações no clima, estão sendo analisadas com uma frequência incomum, demonstrando um rápido avanço científico nessa área, com novas observações importantes o tempo todo, e com melhorias constantes nos modelos climáticos.

O mesmo autor destaca que, o que torna a situação atual excepcional é a velocidade com que as mudanças vêm ocorrendo. Como os efeitos dessas atividades estão acontecendo com uma rapidez incomum, mudando a face do Planeta, os cientistas não conseguem conhecer os processos climáticos por inteiro. Portanto, determinar com segurança a parcela que cabe aos fenômenos naturais e a que é creditada à ação antrópica, ou mesmo consequente dessa inter-relação, considerando a mudança climática em escala global, ainda é um desafio.

Em vista disso, o tema mudança climática está entre os mais divulgados na atualidade assumindo relevância no âmbito internacional, nacional e regional, como tema central nos debates ambientais, políticos e econômicos com o intuito de constituir políticas públicas e educativas que integrem objetivos convergentes em prol do desenvolvimento de uma gestão das sociedades contemporâneas dedicadas a promover medidas de adaptação e mitigação em relação aos desastres climáticos que estão associados à vulnerabilidade social e dos sistemas naturais (TAMOIO, 2013; LIMA; LAYRARGUES, 2014).

É importante salientar que, mesmo tendo conhecimento que o clima do Planeta sempre sofreu variações, ora apresentando períodos mais frios, ora períodos mais quentes, foi somente a partir da década de 1950 que as ciências do clima ganharam forma, principalmente nos EUA, por meio da Geofísica.

Veltrone (2015) ressalta que apesar da preocupação com as questões ambientais serem formalizadas na Conferência de Estocolmo, em 1972, foi

somente a partir do início dos anos oitenta que a comunidade científica começou a prestar atenção à possível existência de anomalias no comportamento térmico da Terra e buscar suas causas no impacto das atividades humanas ligadas ao modelo energético e, em geral, às formas de produção e consumo em todas as regiões do Planeta.

Neste contexto, a crise ambiental mostra seu caráter global e conflitivo, pois integra e exige um conjunto de elementos políticos, econômicos, sociais, ecológicos, educacionais, tecnológicos, comunicativos, ético-culturais e epistemológicos, para a compreensão de sua dimensão.

Este conjunto de elementos qualifica a crise ambiental como '*crise socioambiental climática'* e '*multidisciplinar'*, de alta complexidade e de relevante interesse público porque implica em riscos sociais globais, em especial para as populações mais vulneráveis socialmente (LIMA; LAYRARGUES, 2014).

Dentre os estudos científicos reconhecidos mundialmente sobre mudança climática destacam-se os relatórios do IPCC[5], especificamente, o quinto e último - (WGII AR5), 2013/2014 - que analisam como os padrões de riscos e potenciais benefícios estão se tornando inconstantes com a mudança global do clima, constatando que a elevação da temperatura média do Planeta, o aquecimento global, é uma realidade, tornando-se um dos fenômenos ambientais de amplitude e relevância que a humanidade enfrentará nos próximos anos.

Daí decorre a importância de colocá-lo em primeiro lugar entre os desafios ambientais que requerem, tanto soluções científico-tecnológicas para pôr em prática um novo modelo de desenvolvimento, quanto ações políticas para que essas soluções sejam realmente efetivadas (MARENGO, 2014). Ademais, essas medidas de adaptação e de mitigação também são necessárias para visibilizar propostas de resistência (NORA; SERANTES-PAZOS; SATO, 2017).

O quinto relatório do IPCC – AR5 (2014) apresenta a mudança climática como qualquer alteração no clima, quer sejam produzidas pela própria natureza

---

[5] IPCC: Da sua denominação em inglês (Intergovernmental Panelon Climate Change) é uma organização científico-política criada em 1988 no âmbito das Nações Unidas (ONU)pela iniciativa do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e da Organização Meteorológica Mundial (OMM). Tem como objetivo principal sintetizar e divulgar o conhecimento mais avançado sobre as mudanças climáticas que hoje afetam o mundo, especificamente, o aquecimento global, apontando suas causas, efeitos e riscos para a humanidade e o meio ambiente, e sugerindo maneiras de combater os problemas. É organizado em três Grupos de Trabalho (GT), designados no sob os temas: GT1 - "bases da ciência física"; GT2 - "impactos, adaptação e vulnerabilidade"; e GT3 - "mitigação da mudança climática" (LEITE, 2015, p. 644).

ou advindos do modelo de sociedade capitalista e do desenvolvimento científico-tecnológico adotados pela humanidade, as quais provocam a intensificação do EE em decorrência dessas variações e, consequentemente, a elevação significativa da temperatura média do Planeta.

Este relatório define Mudança Climática como:

> As alterações climáticas referem-se a uma mudança no estado do clima que pode ser identificada (por meio de testes estatísticos, por exemplo) por mudanças na média e / ou na variação das suas propriedades e que persistem durante um longo período de tempo. A mudança climática pode ocorrer tanto por meio de processos internos naturais ou forças externas, como modulações dos ciclos solares, erupções vulcânicas e as mudanças antropogênicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso da terra (IPCC-AR5, 2014, p. 5).

Este trabalho de pesquisa se apropriou desta definição, amplamente aceita pelos países, inclusive o Brasil, que ao promulgar a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), Lei Federal n.º 12.187, de 29 de dezembro de 2009 (BRASIL, 2009), que estabelece seus princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos, define em seu Artigo VII, mudança climática como:

> Qualquer mudança de clima que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis" (BRASIL, 2009).

Perante ao número expressivo de discursos, hipóteses, evidências e argumentos sobre a complexidade desta temática, Cruz et al. (2014) e Leite (2015) situam as mudanças climáticas como um tema controverso, principalmente diante das incertezas e pontos imprecisos que permeiam os prognósticos elaborados, os quais polarizam o posicionamento dos cientistas em duas correntes: a aquecimentista e a cética.

Para os autores Gallardo et al. (2016), Cruz et al. (2014) e Felício (2014), pode-se considerar que existem dois grupos de cientistas, aquecimentistas[6] e céticos, que tratam diferentemente as questões referentes às mudanças climáticas globais.

---

[6] Felício (2014) utiliza o termo aquecimentista em sinônimo a alarmistas, para representar o grupo de especialistas climáticos que afirmam que as mudanças climáticas referem-se ao aumento de dióxido de carbono na atmosfera da Terra, causado exclusivamente pelas atividades de desenvolvimento humano as quais tem provocado a elevação da temperatura do planeta. Ao grupo que nega essa hipótese e exige evidências de comprovação do fenômeno, são chamados de céticos.

Independentemente da posição assumida, tanto os aquecimentistas quanto os céticos, entendem que o Planeta passou por um aquecimento médio de cerca de 0,6ºC no século XX, no entanto, o que há é "uma grande divergência entre os cientistas no que diz respeito à causa desse aquecimento, suas consequências, e se ele ainda está ocorrendo" (CRUZ et al., 2014, p. 247).

Os cientistas que pertencem ao grupo dos aquecimentistas acreditam que a causa das mudanças climáticas é consequência do aumento do CO_2 na atmosfera, devido à atividade antrópica que impõem um ritmo veloz na intensidade de sua concentração, tendo como previsão o aumento dos impactos ambientais no Planeta nos próximos anos (MARENGO et al., 2011; ARTAXO, 2014a).

A respeito dessa hipótese, os institutos de pesquisas reconhecidos como a Organização Meteorológica Mundial (OMM); o World Climate Reserach Programa (WCRP) e o IPCC são as principais fontes de informação de grande visibilidade na esfera pública referente ao tema, argumentando que não restam mais dúvidas de que a composição da atmosfera está mudando devido ao aumento abrupto das emissões de gases e aerossóis causadas pelas atividades antrópicas (ARTAXO, 2014b).

Ao contrário dessa perspectiva, os cientistas céticos argumentam que o ser humano não é capaz de influenciar significativamente o clima global. As variações climáticas, na realidade, seriam decorrentes de fenômenos naturais.

De acordo com esta perspectiva, pesquisadores como Molion[7] (2008), Molion e Bernardo (2011), Maruyama (2009), Lino (2010) e Oliveira et al. (2017), afirmam que as mudanças climáticas são provocadas, dentre outros fatores, pelos eventos geológicos como o vulcanismo vinculados às atividades solares e orbitais da Terra e à interação superfície-atmosfera, de acordo com intervalos definidos pela mecânica celeste, explicando que as variações do clima são cíclicas devida a oscilações naturais inerentes ao sistema climático terrestre, motivo pelo qual o aquecimento global decorrente de ações antrópicas pode ser questionado.

---

[7] Meteorologista da Universidade Federal de Alagoas Luiz Carlos Molion é representante dos países da América do Sul na Comissão de Climatologia da Organização Meteorológica Mundial (OMM). (Disponível em: < https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2019/05/28/tese-do-aquecimento-global-e-fragil-afirma-meteorologista-luiz-molion>. Acesso em: 17 jul. 2019.)

Contudo, mesmo que os dois grupos de cientistas estejam fundamentados teoricamente, nenhum deles consegue afirmar com alto grau de precisão e certeza o que defendem. A grande dificuldade encontrada pela comunidade científica reside no desafio em estabelecer o limite de até onde o Planeta sofre os efeitos das mudanças climáticas provenientes dos fenômenos naturais, e os efeitos das mudanças antropogênicas, e se isso é realmente possível, pois são muitos os fatores externos e internos envolvidos na complexidade do clima da Terra, tornando praticamente impossíveis previsões precisas para cada região do Planeta (GROTZINGER; JORDAN, 2013; CRUZ et al., 2014).

A partir dessas considerações, entendemos que não há um consenso sobre as causas e consequências das mudanças climática, visto que não estamos lidando com certezas, mas com possibilidades. Isso decorre da complexidade que envolve a realidade não dicotômica inerente aos fenômenos ambientais, muitas vezes sem a percepção desses limites consequentes aos fenômenos naturais e aos fenômenos antropogênicos. Destaca-se, também, que as discussões sobre a temática e controvérsias não são unicamente de ordem científica, mas também política, econômica e social.

Nessa perspectiva, observamos a construção de várias leituras e compreensões sociais sobre as mudanças climáticas, sendo que muitas dessas compreensões se constroem a partir de referenciais adquiridos na mídia ou em filmes, os quais muitas vezes descrevem as causas e consequências de forma dramática e catastrófica.

Segundo Guerra et al. (2010, p. 91), não podemos deixar que os "discursos catastrofistas ou com tons apocalípticos de seitas que indicam suas causas como atos de vingança divina ou da própria natureza sobre o ser humano" sejam naturalizadas nem generalizadas. Cabe a nós, enquanto sociedade científica "[...], construirmos novos padrões de relação com o meio natural, para que possamos evitar reflexões ingênuas, bem como propostas de ação que reforcem atitudes e visões de mundo reducionistas [...]" (REIS, 2013, p. 61).

Essa situação sugere a necessidade da organização de caminhos alternativos para o enfrentamento do fenômeno das mudanças climáticas. Uma das formas seria a constituição de ações políticas que se adequassem às

medidas de mitigação, repensando os ganhos econômicos que estão por trás das negociações de retenção das emissões de combustíveis fósseis, sendo esta a principal medida para se pensar a gênese e a dinâmica da crise ambiental (REIS, 2013).

Ações dessa natureza nos colocaria definitivamente na perspectiva de repensar que os fenômenos climáticos constituem um campo complexo do conhecimento, envolvendo além dos fatores naturais, a construção histórica da relação ser humano e natureza, atentando para o fato de que as dimensões sociais, políticas e ideológicas são indissociáveis (LOUREIRO; LAYRARGUES, 2013).

O segundo aspecto para a superação da crise socioambiental climática é a possibilidade de promover ações educativas que contribuam para compreensão do homem como parte integrante e indissociável da natureza, pois decorre-se da compreensão de que os problemas ambientais são complexos e que seu entendimento exige conhecimentos de várias áreas, incluindo os que não são de natureza científica.

Nesse contexto, a educação é considerada como um dos processos do desenvolvimento humano, responsável pela organização do conhecimento, pela mudança de mentalidade, bem como pela formação de novas identidades sociais. Para Carvalho et al. (2009, p. 14):

> A educação é um caminho reconhecido por todos como de grande significado na compreensão e na busca de soluções para os complexos e diversificados problemas relacionados com as alterações ambientais provocadas pelas atividades humanas.

Especificamente e independentemente da forma como são pensados os discursos sobre temas ambientais - em especial o das mudanças climáticas, há um consenso sociocultural em reconhecer o processo educativo[8] como uma possibilidade de provocar alterações no atual quadro de degradação socioambiental.

---

[8] Processo Educativo: Por saber que o processo educativo envolve os métodos e materiais educacionais relacionados com a escolarização em todos os seus aspectos teóricos e práticos, como os que abrangem o processo de aprendizagem, os métodos de ensino, o sistema de avaliação da aprendizagem e o sistema educacional, esclarecemos o uso desse conceito nessa Tese para pensar a organização curricular do Ensino Médio e o reconhecimento do papel do livro didático no cenário educativo.

Em outros termos, o processo educativo tem sido apontado como um dos caminhos para serem efetivadas possíveis transformações nos padrões da relação entre os seres humanos e a natureza, sendo compreendido como um agente eficaz de transformação que contribui para a construção de um conhecimento mais abrangente sobre a temática ambiental.

O processo educativo, portanto, pode proporcionar condições de inserir as pessoas no cerne da questão passando ser visto como uma importante possibilidade de lidarmos com problemas complexos e controversos, isto é, um grande agente eficaz de transformação (CARVALHO, 2006).

É também, por meio da educação, que podemos potencializar o senso crítico e criar a possibilidade da elaboração de ações que levem a sociedade a reconhecer e a compreender as diferentes discussões sobre temas ambientais – em especial o das mudanças climáticas, de modo que os seus impactos possam ser minimizados.

Segundo Lima e Layrargues (2014), na história da educação brasileira, foi a partir da década de 1990 que o Brasil adotou uma política de Educação Ambiental (EA) menos conservacionista para um enfoque mais socioambiental, com atenção aos impactos sociais dos problemas ambientais, fato que refletiu nas reformas educacionais da época, havendo a inclusão da temática ambiental e de outros temas sociais nos programas de ensino.

Eventos e encontros mundiais que visavam compreender melhor o processo das mudanças climáticas e propor alternativas para sua contenção como a Conferência Mundial do Clima, a publicação dos relatórios do IPCC, a Eco-92 Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), entre outros, contribuíram para que o tema mudança climática fosse visibilizado dentre os demais temas ambientais.

Inserida de forma tardia no contexto brasileiro, a presença da temática ambiental mudança climática nos currículos escolares esteve sempre vinculada à Educação Ambiental. Tal incorporação ocorreu por meio das legislações educacionais que impulsionaram a inclusão da temática ambiental nos currículos a partir da década de 1970, em decorrência dos movimentos ambientalistas que surgiram em oposição à expansão da atividade industrial no território nacional.

A Educação Ambiental ganhou extensão pública e social, garantida no Art. 225, inciso VI, da Constituição Federal de 1988, que determina a

obrigatoriedade da promoção da educação ambiental em todos os níveis e modalidades do ensino tendo por objetivo a conscientização pública para a preservação do ambiente. Entretanto, devido ao modelo de desenvolvimento adotado pelo Estado brasileiro, fundamentado no progresso e no controle sobre a Natureza, a sociedade passou a tomar conhecimento e a defrontar-se com problemas ambientais dos mais variados, desencadeando a realização de ações em Educação Ambiental inconsistentes como política pública em educação.

No entanto, foi somente na década de 1990, segundo Loureiro (2006), que a Educação Ambiental alcançou espaço social significativo, marcado pela intencionalidade dos governantes em inserir o país na nova ordem mundial, resultando na instauração de práticas neoliberais. Diante do agravamento dos problemas sociais e econômicos, houve a necessidade de serem incorporados aos currículos, temas sociais relevantes que promovessem uma reflexão sobre a situação vivenciada, de forma que os estudantes conscientes e informados sobre suas responsabilidades sociais, fossem protagonistas de ações em prol da superação da crise socioambiental instalada.

Diante dessa conjuntura estabelecida, no âmbito das políticas educacionais, ocorreu a sanção da LDB n.º 9.394/96 que ditou novos rumos à educação, reorganizando-a em níveis e modalidades e estabeleceu o Ensino Médio como etapa final da Educação Básica. Com relação às questões ambientais, essa legislação estabeleceu a obrigatoriedade de os currículos conterem o conhecimento sobre o mundo físico e natural, mas não esclareceu quais conhecimentos seriam esses.

Na esteira da reforma educacional ocorrida com a LDB n.º 9.394/96 (BRASIL, 1999), publicaram-se outras legislações que permitiram assegurar a prática da Educação Ambiental contínua e permanente em todos os níveis e modalidades de ensino educacional e desenvolver ações articuladas entre os Ministérios da Educação e do Meio Ambiente, por meio de políticas públicas, como a Políticas Nacionais de Educação Ambiental (PNEA), concedendo à Educação Ambiental uma visão mais social do que conservacionista.

A partir de então, a Educação Ambiental ganhou notoriedade política e passou a compor temas ambientais em textos oficiais de orientação curricular. Temas como “a exclusão social, a luta pelos direitos humanos, a degradação

ambiental e a conquista pela melhoria da qualidade de vida não poderiam mais ficar à margem dos currículos" (KRASILCHICK, 2000, p. 89), logo, o Ministério da Educação e Cultura (MEC) ao reconhecer o papel fundamental da escola na formação de cidadãos críticos e protagonistas no resgate destes valores sociais, contempla estes temas no texto dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1997; 1999b) como transversais e interdisciplinar.

No entanto, apesar da indicação para que os temas fossem trabalhados interdisciplinarmente, segundo Krasilchick (2000), Trivelatto (2001) e Amaral (2001), devido à falta de uma tradição curricular brasileira para a realização de trabalhos interdisciplinares na escola, a temática ambiental, quando presente, se faz associada às disciplinas voltadas principalmente para a área[9] das Ciências da Natureza, como Ciências e Biologia.

Na continuidade, além destas disciplinas, Química e Física no Ensino Médio, em conjunto com a disciplina de Geografia da área das Ciências Humanas, são as que preferencialmente abordam temas ambientais, dado a interseções entre esses campos científicos e a temática ambiental.

Segundo Amaral (2001), as disciplinas pertencentes às demais áreas de ensino, como: Linguagens, Matemática, Ciências Humanas (História, Filosofia e Sociologia) ganharam importância por se constituírem em conteúdo essencial para que o estudante possa construir seu conhecimento sobre a temática ambiental em todas as suas dimensões.

Frente a essa perspectiva, a Educação Ambiental se apresenta como estratégia de preservação e proposta de materialização das problemáticas socioambientais em temas ambientais emergentes inseridos na educação formal, como uma necessidade das sociedades contemporâneas na construção de novas formas de pensar, de interpretar e agir no mundo, capaz de proporcionar a superação da visão positivista, antropocêntrica e tecnocrática,

---

[9] Áreas de Ensino: As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - DCNEM, Resolução CEB/CNE nº 2, de 30 de janeiro de 2012, determina que a organização curricular da base nacional comum seja organizada em 4 áreas de ensino a saber: ***I – Linguagens*** (Língua Portuguesa, Língua Estrangeira Moderna para populações indígenas, Língua Estrangeira Moderna, Educação Física e Arte – em suas diferentes linguagens: cênicas, plásticas e obrigatoriamente a música); ***II – Matemática***; ***III – Ciências da Natureza*** (Biologia, Física, Química) e ***IV - Ciências Humanas*** (História, Geografia, Filosofia e Sociologia) (BRASIL, 2012a).

tendo como objetivo a redução do consumismo desenfreado e a pobreza extrema (MININNI-MEDINA, 2002).

No contexto escolar, um dos materiais pedagógicos importantes para o tratamento da temática ambiental é o livro didático, pelo fato de ser considerado como um dos principais veiculadores do conhecimento sistematizado e legitimado na educação básica, reconhecido na cultura escolar e considerado como um dos principais recursos no apoio ao trabalho docente, por ser um material já institucionalizado e valorizado na escola (FRACALANZA; MEGID NETO, 2006; TEIXEIRA, 2011).

A indiscutível importância do livro didático no cenário educativo pode ser compreendida em termos históricos, pela relação entre este material e as práticas construtivas da escola, compreendido no espaço escolar, como um instrumento pedagógico privilegiado, pois estabelece, em grande parte, as condições materiais para o ensino aprendizagem nas salas de aula (APPLE, 1997).

Aceitamos que o livro didático é um objeto da *cultura escolar*, conceito apropriado a partir de Forquin (1993, p. 167) com o sentido de "conjunto dos conteúdos cognitivos e simbólicos que, selecionados, organizados, 'normalizados', 'rotinizados', sob o efeito dos imperativos da didatização, constituem habitualmente o objeto de transmissão no contexto das escolas", ou seja, o conteúdo presente no livro didático representa os resultados do processo de uma seleção cultural, a partir do qual são definidos tanto os significados da escolarização, quanto o que se considera relevante ensinar.

Segundo Garcia (2013, p. 72):

> Os livros escolares materializam o que uma sociedade – ou parte dela – considera valioso transmitir às gerações mais novas no que se refere especialmente aos conhecimentos científicos, estes também entendidos como produto de uma construção histórica e social.

Com tal entendimento, o conceito de cultura permite considerar o livro didático como um artefato dessa cultura, isto é, suas condições sociais de produção, circulação e recepção estão definidas com referência às práticas sociais estabelecidas pela sociedade, considerando a linguagem como espaço de exterioridade e o contexto escolar como um local de relações e comunicações.

Nessa perspectiva, o texto do livro didático não é apenas documento que ilustra ideias pré-concebidas, mas sim, o texto é a unidade complexa de significação, consideradas as condições de sua produção representando a materialização histórica da linguagem (MARTINS, 2012).

Segundo Orlandi (2005, p. 70), "todo texto é heterogêneo devido tanto à natureza dos diferentes materiais simbólicos (imagem, som, grafia, etc.), quanto à natureza das linguagens (oral, escrita, científica, literária, narrativa, descrição etc.)", as quais devem ser consideradas em função das diferentes posições sociais dos autores dos textos.

Entender o livro didático sob esta ótica, implica em conceber este produto como atividade social, vinculado a temas e contextos específicos de produção, com diferentes significações, onde seu enunciado é marcado por determinadas posições, assumidas mesmo que inconscientemente pelo(s) autor(es) do texto, que refletem suas diferenças ideológicas e posições sociais.

Nesse sentido, Martins (2012, p. 19) afirma que o texto do livro didático representa uma "instância articuladora de diferentes vozes e horizontes sociais e conceituais, constituindo e naturalizando a linguagem científico-escolar, na escola". E ainda adverte que:

> O texto do livro didático não é a simples adaptação do texto científico para efeito do ensino escolar, exclusivamente por meio de transposições didáticas de conteúdos de referência. Ele reflete as complexas relações entre Ciências, cultura e sociedade no contexto da formação de cidadãos e se constitui a partir de interações situadas em práticas sociais típicas do ensino na escola (MARTINS, 2012, p. 19).

Dessa forma, o texto do livro didático materializa a linguagem sobre a Ciência na escola, e representa organização dos conteúdos curriculares, articulando as tensões e negociações entre os campos da Ciência de referência, os objetivos do ensino escolar e os padrões de comunicação da sociedade.

Considerar o texto do livro didático sob essa perspectiva, abre espaço para a compreensão da significação dos processos constitutivos da linguagem textual, bem como às posições em que se situam os interlocutores no processo educativo.

Tomamos como aporte nesta pesquisa a Análise de Conteúdo (AC) enquanto ferramenta teórico-metodológica desenvolvida por Laurence Bardin

que permite problematizar a dimensão social da linguagem, as questões da autoridade e poder da linguagem da Ciência, o que nos conduz a romper com a ideia de que o sentido estaria contido na palavra, e a problematizar a natureza social e histórica do processo de construção dos sentidos que ocorre em processos dialógicos. Bardin (2008, p. 215) aponta o enunciado do texto como "toda a comunicação estudada não só ao nível dos seus elementos constituintes elementares (a palavra por exemplo), mas também e sobretudo a um nível igual e superior à frase (proposições, enunciados, sequências)".

Sob a perspectiva deste referencial e examinando o papel fundamental que o livro didático assume no processo educativo, dada a importância pedagógica dentro da sala de aula como um dos representantes da expressão e materialização da linguagem da Ciência na escola, e reconhecido como um dos principais recursos utilizados pelos professores para pesquisa, preparação das aulas e em suas práticas pedagógicas (GUIMARÃES; MEGID NETO; FERNANDES, 2011), busca-se responder nesta Tese:

Em que medida o conhecimento escolar sobre Mudanças Climáticas abordado nos Livros Didáticos de Biologia, Física, Química e Geografia do Ensino Médio – PNLD/2015 pode contribuir para que os estudantes construam concepções científico-sociais, econômicas e políticas sobre este fenômeno?

Portanto, a partir dessa questão orientadora e diante da magnitude e da permanência dos problemas socioambientais, apesar das diversas políticas públicas que têm sido elaboradas na expectativa de superá-los, entende-se como essencial analisar de que maneira a temática ambiental Mudanças Climáticas é abordada nos Livros Didáticos do Ensino Médio.

Nesse momento da escolarização, é importante que os professores promovam discussões com os estudantes, sob uma perspectiva crítica, sobre temas ambientais complexos, que emergem de incertezas. Os livros didáticos, nesse contexto, se apresentarem uma abordagem coerente sobre o fenômeno, podem contribuir com o trabalho do professor.

É nesta relação entre o livro didático e a temática das mudanças climáticas que se inscreve a problemática dessa investigação, pois, pesquisar

que tipo de conhecimento escolar sobre mudanças climáticas é abordado nos livros didáticos do Ensino Médio, principalmente do PNLD 2015, evidencia se o conhecimento contido nesse recurso pode contribuir com o aprofundamento teórico-científico necessário, a fim de auxiliar o trabalho do professor na formação de sujeitos capazes de construir uma nova concepção de sociedade, de mundo, de homem e de natureza, preparando-os para o enfrentamento da crise socioambiental estabelecida.

Objetivo Geral:

♦ Analisar em que medida o conhecimento escolar sobre Mudanças Climáticas, abordado nos Livros Didáticos de Biologia, Física, Química e Geografia – PNLD 2015, recebidos por escolas do município de Curitiba/PR, e selecionados para esta pesquisa, podem contribuir para que os estudantes construam concepções científico-sociais, econômicas e políticas sobre este fenômeno.

Objetivos Específicos:

- Identificar e sistematizar os temas que abordam sobre mudanças climáticas nesses livros didáticos;
- Verificar a utilização de outras linguagens, além da textual, como a matemática (equações, gráficos) e a imagética (desenhos, fotografias, mapas, diagramas), pertinentes aos temas que abordam a temática das mudanças climáticas;
- Identificar e analisar nesses materiais selecionados as propostas de atividades sobre a temática das mudanças climáticas;
- Analisar como o conhecimento escolar sobre a temática das mudanças climáticas é abordado pelos autores nesses livros didáticos.

1.3 Estruturação da Tese

Apresentado o objetivo e o problema, centrarei o presente texto nos temas-chave: mudanças climáticas, livro didático, Ensino Médio e que, ao longo deste estudo, constituíram-se nos seguintes capítulos incluindo esta **Introdução**.

No capítulo ***Mudanças Climáticas*** é exposto um resumo sobre a relação entre a história da humanidade e sua interferência no clima. Trazemos os fundamentos históricos e teóricos sobre esse fenômeno, apresentando as discussões acerca da complexidade, controvérsias científicas e incertezas históricas que envolvem esta temática.

No capítulo ***Mudanças Climáticas e o Processo Educativo*** apresentamos a trajetória da organização do Ensino Médio brasileiro, suas recorrentes reformas, as influências recebidas, as tendências adotadas e as legislações vigentes que, ao longo do século XX e início do século XXI, determinaram o viés do ensino brasileiro. Enfoca na análise de como estas legislações organizaram a composição curricular e constituíram-se nas principais fontes de referência na elaboração dos projetos editoriais de livros didáticos, especificamente com relação ao PNLD/2015 e a inserção de temáticas ambientais, no caso mudanças climáticas e sua relação com as áreas de Ciências da Natureza e Humanas. Apresenta o livro didático como objeto de investigação e elemento reconhecido do processo educativo, evidenciando a relevância de estudos sobre o livro, tanto para a melhoria na qualidade desse material de apoio pedagógico, quanto para a superação de equívocos conceituais.

No capítulo "***O caminho percorrido nesta tese",*** descrevo o caminho metodológico adotado na pesquisa, justificando a escolha referente ao universo da pesquisa, a seleção da mostra, a identificação e caracterização das categorias e os procedimentos de investigação.

No capítulo "***O Conhecimento Escolar das Mudanças Climáticas Presentes nos Livros Didáticos do Ensino Médio",*** investigamos acerca da temática: mudanças climáticas nos livros didáticos, nos textos e nas demais formas de linguagem (fotografias, desenhos, gráficos) e atividades apontando em que medida o conhecimento científico escolar acerca das mudanças climáticas nos livros didáticos analisados pode contribuir para que os estudantes

construam concepções científico-sociais, econômicas e políticas sobre este fenômeno.

Considerações Finais neste momento da tese, apresenta-se uma síntese analítica tendo o objetivo de articular os dados obtidos e responder às questões levantadas nesta pesquisa, esclarecendo os limites, propiciando a reflexão sobre a provisoriedade dos fatos, tendo clareza que concluir é apenas o fechamento temporário de um ciclo de conhecimento produzido.

CAPÍTULO 2 - MUDANÇAS CLIMÁTICAS

> O mundo sustentável, resiliente e adaptado à mudança climática não será um mundo menos alegre, menos democrático ou com menos oportunidades de autorrealização. Mas será diferente. É preciso abrir mão do individualismo absoluto, cultivando o planejamento, aceitando os limites à ação humana e buscando satisfação em valores menos materialistas, para que o desafio da mudança climática tenha resposta.
> *Daniel Joseph Hogan, 2009, p. 18*

A mudança climática compreende um dos maiores desafios que a humanidade tem que enfrentar neste século, pois a incapacidade de autorregulação do Sistema Climático provocada pelo ritmo acelerado de degradação do planeta, representa uma ameaça não somente para a humanidade, mas põe em dúvida a continuidade da existência de vida na Terra.

Nesse capítulo, apresentamos a relação entre a história da humanidade e sua interferência no clima, com os fundamentos históricos e teóricos sobre esse fenômeno e expomos a diferença entre mudanças climáticas naturais e antropogênicas apresentando as discussões de complexidade, controvérsias científicas e incertezas históricas que envolvem esta temática.

Ainda nesse capítulo, ressaltamos a importância da incorporação da discussão de temas complexos e controversos no contexto escolar, como um meio de mostrar que a Ciência não é neutra, mas sim um caminho de reorganização, de experiência e de produção de conhecimento que requer a união de diferentes áreas do conhecimento, para seu entendimento. Daí a importância de analisar o conhecimento sobre mudanças climáticas nos livros didáticos para entender como esta temática é abordada nesse material de ensino.

2.1 Breve resumo sobre a história evolutiva das relações entre a humanidade e o sistema climático

O ser humano, enquanto espécie, mesmo em uma condição sociocultural estabelecida historicamente, tem mantido relações indissociáveis com a natureza (ou mundo natural) com a qual interage e retira todo o sustento para

sua sobrevivência estabelecendo, ao longo do processo de hominização, uma relação de elevada dependência entre a dimensão humana e a ambiental.

No entanto, desde os gregos, entendemos que a diferença entre a espécie humana e as demais espécies animais é a capacidade de construir sua racionalidade, desenvolvida enquanto adaptação cognitiva ao longo do processo de evolução biológica, o que lhe permitiu uma compreensão diferenciada de mundo.

Segundo Brailovsky (2009), as diferenças entre o ser humano e os demais animais não reside apenas na história evolutiva da espécie, mas também porque enquanto o animal permanece imerso na Natureza, pelo modo de interação que estabelece com a mesma para sobrevivência, e pela capacidade de não somente compreendê-la, mas intencionalmente transformá-la a fim de suprir suas necessidades.

Nesse sentido, podemos dizer que é pelo conhecimento que ocorrem os processos de interação e de intervenção no mundo, sendo fator fundamental para determinar os modos de relação entre o ser humano e a natureza, pois é pela razão que se constrói conhecimentos e atribui significados ao mundo, sensibiliza-se pelas condições do ambiente, reage a elas e se humaniza. No entendimento de Vieira-Pinto (1979, p. 27), "o homem se hominiza ao humanizar, pelo domínio a natureza" e, nesse sentido, o conhecimento é o que diferencia o ser humano da matéria bruta.

O homem precisa de um passado como referência concreta e fonte de registro das suas atividades sociais. Conforme Hobsbawn (1998, p. 22), o "passado é, portanto, uma dimensão permanente da consciência humana, um componente inevitável das instituições, valores e outros padrões da sociedade humana".

Nessas condições, o homem ao socializar conhecimentos provenientes de sua própria atividade humana, constrói a sua 'consciência histórica', que nada mais é do que a "junção do que fomos e do que desejamos ser que nos permite localizarmos no tempo e agirmos, ou tentarmos realizar as nossas intenções" (ARRUDA, 2006, p. 114). E como diz o próprio Rüssen (2001, p. 58), "a consciência histórica é, assim, o modo pelo qual a relação dinâmica entre experiência do tempo e intenção no tempo se realiza no processo da vida humana".

A partir da *Cultura*, portanto, o homem percebe que pode produzir sua própria existência de acordo com a sua capacidade de responder aos desafios do ambiente de forma que lhe possibilite o desenvolvimento de ações que possam ser acumuladas na consciência, e consolida sua distinção entre os demais animais, iniciando um processo diferenciado de relação com o mundo natural, criando sua própria história no tempo.

Vieira-Pinto (1979) afirma que a C*ultura,* enquanto manifestação maior do desenvolvimento biológico, da consciência humana, da fala, do raciocínio lógico, da memória, da compleição física, conferiu e confere ao homem uma infinita capacidade de adaptação aos diferentes tipos de ambiente. Indica que essas condições não são necessárias para a emergência da Cultura, mas por outro lado, a Cultura não existiria sem a presença de tais condições. Portanto, "ao produzir cultura o homem ao mesmo tempo produz a si próprio em forma de constituição de um modo social de convivência, onde a expansão da cultura é igualmente a expansão da sociedade" (VIEIRA-PINTO, 1979, p. 136).

Essa caracterização é extremamente importante, pois evidencia o processo constitutivo da consciência, que dá a dimensão social humana estabelecida pela capacidade que este tem de reagir cognoscitivamente aos estímulos do meio e de se organizar em sociedade.

Em outras palavras, a história das relações entre os seres humanos e a natureza está intrinsecamente atrelada ao modo de vida que as sociedades foram construindo ao longo de sua ocupação das terras, e ao uso que os primeiros *Homo sapiens* davam às fontes naturais de recursos, produzindo valores, conceitos, crenças, padrões de conduta, em suma, modos de vida (CHASSOT, 2004; CARNEIRO, 2006).

Ao se conhecer o processo histórico de constituição das sociedades antigas e estabelecer como as atividades produtivas que os grupos humanos desenvolviam com relação ao desgaste dos bens naturais e transformação contínua da natureza, e relacioná-los com as alterações profundas de desequilíbrio dos ecossistemas, especificamente, os que se relacionam ao Sistema Climático Terrestre, é uma forma que podemos utilizar para evidenciar como os problemas socioambientais surgem no contexto das relações sociedade-natureza.

De modo geral, não podemos determinar com exatidão quando começaram as atividades humanas predatórias sobre a natureza e o nível de impacto, no entanto, podemos afirmar que a emergência do gênero *Homo* significou o início de uma alteração, irreversível e em grande escala do Planeta, devido a magnitude que este possui de alterar o seu entorno (BRAILOVSKY, 2009).

Ao longo do tempo, os diferentes grupos humanos se diferenciaram por meio de seu nível de conhecimento e domínio da técnica[10] e da tecnologia[11], sendo fundamentais para determinar as relações desses grupos com a natureza, ou seja, o grau de desenvolvimento humano é fator limitante, para que se determine em que medida vai ocorrer a apropriação dos recursos naturais pelo homem.

Chassot (2004) afirma que até meados do século XVIII, o uso dos recursos naturais pelo homem esteve pautado pela necessidade de sobrevivência. O cotidiano das pessoas era marcado pelas regularidades da natureza: dia e a noite, as estações do ano, a época de colheita e a do plantio. Tal uso dos recursos se dava de forma direta, pois esses grupos não possuíam tecnologias apropriadas para o seu armazenamento ou consumo indireto.

Essa interação natural permitia a manutenção dos fluxos naturais de energia e matéria, pois tudo o que provinha da Natureza, ela mesma reciclava e novamente disponibilizava aos seus habitantes. Mesmo sendo nômades, obter o domínio técnico sobre o fogo, enquanto fenômeno natural, marca uma forma de "libertação" do ser humano em relação à natureza e foi um dos maiores benefícios adquiridos no processo de hominização.

---

[10] Técnica: Conjunto de procedimentos ligados a uma arte ou ciência; maneira própria de realizar uma tarefa; Construção de um método específico (HOUAISS, 2001, p. 718).

[11] Tecnologia: entendida como um conjunto de conhecimentos especializados, com princípios científicos que se aplicam a um determinado ramo de atividade, modificando, melhorando, aprimorando os "produtos" oriundos do processo de interação dos seres humanos com a natureza e destes entre si. As tecnologias didaticamente são classificadas em três grandes grupos: *a) físicas:* são as inovações de instrumentais físicos, tais como: caneta esferográfica, livro, telefone, celular, satélites, computadores; *b) organizadoras*: são as formas de como nos relacionamos com o mundo e como os diversos sistemas produtivos estão organizados; *c) simbólicas*: estão relacionadas com a forma de comunicação entre as pessoas, desde o modo como estão estruturados os, idiomas escritos e falados até como as pessoas se comunicam (BRITO; PURIFICAÇÃO, 2006, p. 19).

Segundo Chassot (2004), em algum momento de nossa história, os grupos de hominídeos deixaram de ser caçadores e coletores para se estabelecerem como cultivadores da terra e criadores de animais. Certamente, o domínio sobre o fogo contribuiu para o processo de humanização, pois tal controle permitiu ao ser humano, pela primeira vez, o uso de energia de forma acumulada, uma fonte adicional de calor, libertando-o da disponibilidade descontínua do calor fornecido pelo Sol.

Foi pelo domínio do fogo que o homem inicia o processo de cocção dos alimentos, iluminação, e consequentemente, a descoberta de técnicas de fermentação de sucos vegetais, curtição de peles e o tingimento de fibras, atividades essas comprovadas pelas "pinturas rupestres anteriores a 20 mil anos AC, [nas quais] encontramos indícios de especialização nos afazeres de diversos grupos" (CHASSOT, 2004, p. 15).

De acordo com Brailovsky (2009), podemos considerar o fogo como a primeira ferramenta utilizada pelo ser humano, tanto para o desenvolvimento, organização das sociedades e caça de animais, quanto para abrir espaços nas florestas, alterando a paisagem e transformando bosques em savanas.

Entretanto, ao final da última glaciação, entre dez a doze mil anos, as alterações ambientais dessa época, permitiram à humanidade o desenvolvimento de técnicas de plantio e a criação de animais. Nesse período, chamado de Revolução Agrícola, a agricultura possibilitou a obtenção segura e regular de comida, fato que viabilizou ao ser humano levar uma vida sedentária junto aos seus cultivos, possibilitando o início das primeiras civilizações e das primeiras modificações do entorno natural (ABELEDO, 1998).

Aos poucos, conforme Chassot (2004, p. 16), “a transformação de humanos em pastores e agricultores exigiu grandes modificações na sua postura, o que lhes proporcionou certo domínio sobre a natureza e facilitou-lhes a obtenção de alimentos”.

As cidades foram crescendo, houve uma melhora na nutrição devido a domesticação do gado e aos cultivos agrícolas, o que proporcionou um crescimento demográfico rápido. No entanto, o ser humano começou a deixar pegadas cada vez mais extensas, marcas de sua existência que trouxe como consequências os primeiros impactos ecológicos significativos na Natureza, dado especialmente pela extinção de algumas espécies, pelos desmatamentos,

desencadeando erosão do solo e desertificação, lugares que foram ocupados por agriculturas permanentes.

As cidades emergiram e cresceram, e desde então, coincidentemente, o clima da Terra vem se alterando. Segundo Ruddiman (2008, p. 20):

> As concentrações de carbono iniciaram paulatinamente o seu aumento a quase oito mil anos, quando os seres humanos começaram a cortar e a queimar a lenha nos bosques da China, Índia e Europa, para abrir grandes clarões de floresta para cultivo e para os pastos. As concentrações de metano iniciaram sua progressão similar a quase cinco mil anos, quando os seres humanos recorreram a irrigação para cultivar arroz e criar gado em escala sem precedentes. Ambas alterações começaram em níveis insignificantes, mas seu impacto aumentava sem parar, e produziram um efeito notável e cada vez maior sobre o clima da Terra durante um longo período de aparições e difusão das grandes civilizações do planeta.

De acordo com o excerto, o autor vem ratificar que a atividade humana sobre as áreas verdes do planeta e, desde as épocas mais remotas, vem produzindo mudanças no clima. A grande diferença que se constata é que, no início das civilizações estas alterações ocorriam de modo lento, mas com efeito cumulativo e num ritmo constante.

Esse ritmo mesmo sendo lento, praticamente se iguala pelo tempo de ocorrência, se comparado, às alterações provocadas pela explosão ocorrida na era industrial, registrada durante os últimos cem anos. A grande diferença entre elas reside na velocidade e intensificação do processo de apropriação da natureza. Assim, antes mesmo de construir as grandes cidades e fundar as grandes religiões, o homem já estava provocando mudanças no clima.

Nesse período, os impactos ambientais se acentuaram pois, além da expansão agrícola, houve a intensificação da produção de artefatos metálicos de: ouro, cobre e bronze originando as primeiras atividades metalúrgicas, impulsionando o desenvolvimento do comércio e consequentemente favorecendo o crescimento e expansão das cidades (BRAILOVSKY, 2009).

Contudo, como as cidades eram muito distantes umas das outras e havia um número baixo de habitantes vivendo num mesmo lugar, as alterações na natureza eram vistas pelas pessoas apenas como uma necessidade de expansão dos grupos sociais, não como problemas socioambientais.

Há de se considerar também que, as respostas aos fenômenos da Natureza se estruturavam nos pressupostos do pensamento mítico, onde a

ordem ou o caos eram compreendidos a partir do apelo a *Deuses* e *Heróis*, e esta interferência do homem no ambiente, era compreendida como natural, pois a Natureza era vista como um mundo vasto a ser explorado[12], sem finitude, ou seja, independentemente do modo de sua utilização *'Ela'* sempre estaria ali, do mesmo modo, pronta para nos servir. Todavia, isso mudaria com o passar dos tempos.

A relação homem-natureza é marcada profundamente, desde o início da Idade Média, pela visão antropocêntrica de que o homem é superior aos outros seres vivos, ideologia *Cristã* de que Deus criou o mundo para nos servir, se consolidou por toda a Modernidade. A natureza passa a ser representada pelo modelo teocêntrico medieval e explicada pelas leis divinas e seus *dogmas*, uma visão antropocêntrica, utilitarista e instrumentalista do mundo natural.

Segundo Japiassu (2007), não houve época como essa em que se observasse um mundo em plena transformação, tanto pelo desenvolvimento das cidades, obtido pela construção de inúmeras catedrais, castelos, conventos, universidades, quanto pelo desenvolvimento das artes, da literatura, da filosofia, das ciências, e a conquista de novos territórios pelas grandes navegações.

O que não se questionava nessa época, indubitavelmente, pelo próprio pensamento antropocêntrico, que o mundo natural era findável e não estava somente a serviço do ser humano. Não se indagava sobre quais seriam as consequências desses avanços e da exploração indiscriminada sobre a natureza poderiam provocar para toda a humanidade e para todas as demais espécies do Planeta.

Contudo, somente após mil anos vivendo sob a ótica mercantilista e instrumentalista da natureza, surge na Itália um forte movimento de revivescência do classicismo greco-romano, como portal à Idade Moderna, que desencadeia uma mudança de pensamento voltado para um humanismo racionalista e antropocêntrico, o qual propicia um olhar investigativo, metódico e sistemático sobre o mundo natural.

A modernidade sugere uma nova postura diante do mundo, há consolidação de novos ideais de progresso e desenvolvimento, que reforçou o volume de transformações ocorridas que marcaram profundamente, não

[12] A expressão “explorado” está sendo usada no sentido de explorar o desconhecido; conhecer, desbravar o mundo.

somente a Europa, como também o resto do mundo e que, ainda pulsam, nos dias atuais.

É nesse período, que se evidencia o Renascimento como movimento marcante do pensamento ocidental, fundamentado e caracterizado culturalmente pelo humanismo antropocêntrico, no qual "o ser humano é colocado como centro do Universo defendido em sua liberdade e em seu poder criador e transformador" (CHAUI, 2004, p.48). Para Japiassu (2007, p. 37):

> O homem renascentista faz a experiência da liberdade [...] opõem-se à escolástica da Idade Média, dá-se por tarefa valorizar o recém-descoberto poder do homem, a responsabilidade dos indivíduos, a liberdade de investigação, a exaltação do trabalho e da cultura profana e a aquisição de riqueza pelo comércio e pela indústria.

Segundo o excerto, o autor reforça a ideia de que o movimento renascentista, pelo humanismo, é o próprio homem que organiza esta ruptura que se dá de modo múltiplo e complexo em todas áreas, seja na arte, na política, na religião ou na filosofia. Desenvolve o espírito científico, favorece a libertação da filosofia em relação à teologia, buscando exaltar a dignidade humana e sua autonomia, ao mesmo tempo em que, reforça a racionalidade e a técnica.

Diante disso, Grün (2007) afirma que, na esfera política se observa a criação dos Estados-nação e, consequentemente, a emergência e consolidação da classe social burguesa. Na esfera comercial, segundo Huberman (1979), caracterizou-se pelo fortalecimento do mercantilismo, agora chamado de *capitalismo comercial*, compreendido como uma política de controle e incentivo, entre o Estado, a sociedade e a economia.

No campo das Ciências, a Revolução Científica do século XVII tem como característica essencial a compreensão que o conhecimento não parte apenas de noções e princípios, mas da própria realidade observada e submetida à experimentação e à rigorosidade do método, e ainda, ocorrendo a aliança entre a Ciência e a técnica.

A partir de então, ocorrem mudanças do lugar ocupado pelo homem no mundo e, diante do processo de valorização do capital, as pessoas assumem um novo ritmo de vida, ocorre mais o reconhecimento das coisas terrenas, representadas pelas atividades desenvolvidas pelo trabalho.

Essa transformação do agir do humano em sua relação com a natureza, segundo Grün (2007) teve basicamente a influência de quatro grandes

pensadores: Galileu (1564-1642), Francis Bacon (1561-1626), Descartes (1596-1650) e Newton (1642-1727), que consideradas suas ideias em conjunto, constituem uma visão de mundo coerente e justificada cientificamente.

Sobressai o racionalismo de Descartes fundando a dualidade entre: *razão-espírito*, *mundo-matéria*, *homem-natureza*, *sujeito-objeto*. Esse pensamento cartesiano teve por objetivo substituir a concepção aristotélico-medieval do mundo — empirista, finalista e geocêntrico — por uma nova concepção do mundo — racionalista, mecanicista e heliocêntrico.

Essa concepção por considerar a razão como centro, como unidade de referência ao conhecimento seguro e verdadeiro, faculdade universalmente partilhada, é para Descartes, o que define o homem como homem, e o que o distingue dos outros animais. O pensar e o agir movidos pela razão coloca o homem na posição de dono da natureza as custas de sua objetificação. O que implica simultaneamente no processo de domínio, posse, mas também perda, e afastamento da natureza. "A natureza é puro "horror". Nós por sermos civilizados temos que nos manter distantes desse "horror" da barbárie. Esse é o destino da natureza dominada da qual nos distanciamos" (GRÜN, 2009, p. 35).

Segundo Porto-Gonçalves (2016), a filosofia cartesiana marcará a modernidade pelo seu caráter pragmático, a partir da instituição do conhecimento como a base de ruptura entre a natureza e a humanidade, na qual o ser humano agora instrumentalizado pelo 'método científico' e estabelecido pelo racionalismo analítico pode penetrar e analisar os problemas da natureza, colocando-se como centro do universo e a natureza como objeto a ser estuda e explorada.

Contudo, a transformação radical no modo de vida do ser humano estava por vir. O desenvolvimento da máquina a vapor e o uso do carvão como fonte de energia mudaram profundamente a relação de exploração da natureza pelo homem dando início há um novo ciclo entre a produção dos produtos e sua comercialização, provocando consequências irreversíveis para a 'devir' da humanidade e do Planeta, dando início a era dos combustíveis fósseis e suas consequências.

Nesse contexto, próximo ao final do séc. XVIII, com o aumento significativo da população e da industrialização, houve uma exigência pelo aumento de energia que suprisse a demanda de atividades das quais

necessitavam, que estavam para além do que as fontes renováveis tradicionais podiam fornecer. Foi nessa época que desenvolveram o motor a vapor movido a carvão, uma tecnologia revolucionária para a época, que reduziu o esforço humano.

Com a invenção da máquina a vapor, o ser humano se viu diante de uma poderosa fonte de energia, que reduziu substancialmente o preço da energia, possibilitando a mineração do carvão em grande escala. A disponibilidade de energia barata impulsionou a Revolução Industrial, tornando-se no final do séc. XIX o combustível preferido e responsável por mais de 60% de todo o suprimento energético das atividades humanas (GROTZINGER; JORDAN, 2013).

Com o uso do carvão como fonte de energia, as indústrias com as máquinas a vapor deixaram de ter a necessidade de se instalar próximas as fontes de matéria-prima energética, como as florestas, principalmente quando esta tecnologia é adaptada aos transportes, como ferrovias e na navegação, dando início ao processo de dissociação entre o lugar de onde se extrai a matéria-prima do lugar onde ela é transformada e consumida (PORTO-GONÇALVES, 2016).

Esse desenvolvimento provocou a expansão das cidades, permitiu a locomoção mais rápida melhorando o acesso a um número maior de lugares diferentes, ao mesmo tempo em que levou a uma transformação radical na geografia e a uma degradação cada vez maior da natureza. Há um aumento exacerbado do consumo dos produtos que a natureza nos oferece, provocando a extinção em massa de plantas e animais (BRAILOVSKY, 2009).

Nessa perspectiva, o homem moderno, afirma-se cada vez mais, enquanto sujeito individual, em relação a um mundo distante e externo à sua realidade. Inicia-se um novo tipo de relação entre o ser humano e a Natureza. Novas condições sociais, culturais, econômicas, políticas e ambientais, marcaram a passagem da Idade Moderna para a **Idade Contemporânea, que teve início em meados do séc. XVIII d.C. e se estende até os dias atuais.**

A transição entre o mundo moderno para o contemporâneo é estabelecida pelo surgimento do movimento *Iluminista*, que representou a possibilidade da construção de uma sociedade mais justa, igualitária, culminando na da *Revolução Francesa*, em 1789, seguido da Revolução Industrial. Segundo Hobsbawm (1978, p. 33):

> A Revolução Industrial não foi uma mera aceleração do crescimento econômico, mas uma aceleração de crescimento em virtude da transformação econômica e social - e através dela [...] as máquinas, o sistema fabril e tudo mais - tiveram o instinto certo, mas por vezes seguiram-se cegamente demais.

Correlato com o autor, podemos afirmar que a fase inicial da *Revolução Industrial* - 1760 a 1860 foi um acontecimento que mudou os rumos da história mundial e que alterou profundamente as relações entre produtor e o processo produtivo, substituindo o trabalho artesanal, familiar e de subsistência, pelo trabalho assalariado, além das questões de alteração no espaço geográfico[13].

A Revolução Industrial impôs uma modificação radical das relações sociais, econômicas e políticas e incitou, no homem, uma outra visão sobre a natureza, retirando-lhe a ideia de integrante do mundo natural, mas que precisava conhecê-lo e dominá-lo. Nesse contexto, o homem saiu do meio agrícola e inchou as cidades, afastou-se dos ciclos naturais da Terra (dia-noite, estações do ano) e criou sua própria rotina com base em informações provenientes da relação entre ciência e tecnologia, modificando sua relação com a natureza.

Segundo Carvalho (2008), essa estrutura socioeconômica impulsionou a migração campo-cidade, tendo como resultado o desencadeamento de uma grande densidade demográfica, a qual tornou as cidades lugares insuportáveis de se viver. Não havia coleta de lixo ou saneamento, as doenças se proliferam pela falta de higiene, além da pobreza extrema instalada, devido à exploração humana na indústria[14], como mão de obra de trabalho escravo, incluindo crianças, instalando a formação de uma classe operária pobre e marginalizada.

---

[13] Espaço Geográfico: Segundo Milton Santos, "espaço" é uma instância social, assim como a política, a economia e a cultura. O espaço, no atual período histórico, caracteriza-se pela materialização do meio técnico-científico-informacional, expressão geográfica da globalização. Assim, esse conceito deve ser analisado a partir de três escalas da totalidade: o mundo, a formação socioespacial e o cotidiano. A totalidade mundo é o espaço geográfico formado por sistemas de objetos (fixos e configurações espaciais) e sistemas de ações (fluxos e dinâmicas sociais). O espaço geográfico é, portanto, constituído por formas (espaços de produção, de distribuição, de troca, de consumo, de circulação) e por conteúdos (estruturas, processos e funções) (QUEIROZ, 2014, p. 154).

[14] A introdução de máquinas nas fábricas modificou profundamente as relações de trabalho. O artesão, antes independente, tornou-se assalariado e perdeu controle sobre o fruto dos seus esforços. Crianças, mulheres e homens amontoavam-se nas indústrias sob condições desumanas. A ganância dos poderosos parecia não ter limites, atropelando questões sociais e ambientais. Aliás, os donos das indústrias pouco se importavam com esses temas: eles eram apenas entraves do progresso (CURI 2011, p. 21).

A *Revolução Industrial* entra em uma nova fase, entre o final do séc. XIX até meados do séc. XX, caracterizada principalmente pelo uso do aço, da utilização de outras fontes de energia, como a elétrica e os combustíveis derivados do petróleo, a invenção do motor a gasolina e dos automóveis, como também, a inovação e o desenvolvimento da indústria química que atendia principalmente a agricultura da época (VICENTINO, 1993).

Com a presença do petróleo e do gás natural, esses combustíveis começaram a substituir o carvão, pois além da combustão mais limpa, sem produzir cinzas, podiam ser transportados por oleodutos, por ferrovias e por navios. Além disso, os combustíveis derivados do petróleo como a gasolina e o diesel eram mais adequados para a queima do motor de combustão interna, recém-inventado pela indústria automobilística.

Assim, a presença do petróleo na sociedade, potencializou consideravelmente o crescimento e desenvolvimento, tanto das cidades, quanto do próprio comércio, ao mesmo tempo em que, desencadeou pelo seu uso indiscriminado e sem nenhuma precaução, um processo crescente de emissões de gases tóxicos na atmosfera (ABELEDO, 1998).

Nesse contexto, e num mundo cada vez mais mecanizado, a natureza estendeu sua função de principal provedora direta das necessidades humanas, com o beneficiamento industrial para produção de seus derivados e fabricação de produtos para a vida nas cidades, passaram a representar, cada vez mais, a principal forma de obtenção de energia, impondo, na sociedade, o consumo crescente de bens e serviços, notadamente artificiais.

Por detrás dessa nova realidade, ocorre a consolidação e a instituição definitiva do *capitalismo* como modelo de sistema econômico iniciado na Idade Medieval pelo mercantilismo - *capitalismo comercial*, e fortalecido na Idade Moderna, o qual foi a base da Revolução Industrial, consolidando-se *em capitalismo industrial*, que apresentava mais do que inovações tecnológicas, alimentava-se da crescente exclusão social, criando uma sociedade injusta e dividida.

Posteriormente, segundo Vicentino (1993), na Contemporaneidade esse sistema se transforma em sistema *capitalista financeiro*, no qual as riquezas passam a ser controladas, não mais pelas fábricas, mas por empresas, conglomerados econômicos multinacionais, que se utilizam da organização

política nacional para conquistar e explorar as áreas coloniais em busca de novos materiais, mão de obra barata e novos mercados consumidores.

Contudo, mesmo diante desse *status quo*, de uma sociedade assujeitada ao sistema capitalista, associado à uma experiência urbana marcada pelas condições insalubres de sobrevivência, devido às desigualdades sociais presenciadas e, a uma degradação ambiental intensa, emergem os primeiros grupos de organização social e científica, que defendiam um desenvolvimento planejado, social e justo para as cidades, já que seus habitantes, estavam começando a sentir os efeitos da poluição.

Segundo Morales (2012), durante o século XX ocorre o fortalecimento do ambientalismo[15] como movimento social voltado a corrigir as relações destrutivas entre o homem e a natureza. Anunciaram a preocupação com a qualidade de vida devido a evidente exploração dos recursos do ambiente como mineração, petróleo, carvão mineral, e o crescimento desordenado e sem limites das cidades, que começavam a se revelar insustentáveis, podendo comprometer o Sistema Climático Terrestre.

Contudo, mesmo diante dos movimentos protetivos da Natureza, a lógica capitalista, sobressaiu-se e monopolizou os processos sociais. O capitalismo revelou seu poder controlador e destrutivo, no qual a exploração, a degradação e os graves desastres ambientais continuaram a fazer parte do cenário mundial.

Esse período desencadeou as mudanças de maiores consequências na relação entre ser humano e a natureza, pois diante da crescente instrumentalização científico-tecnológica e, por consequência dos novos rumos políticos e econômicos estabelecidos, o homem se torna ser absoluto e prepotente frente à natureza.

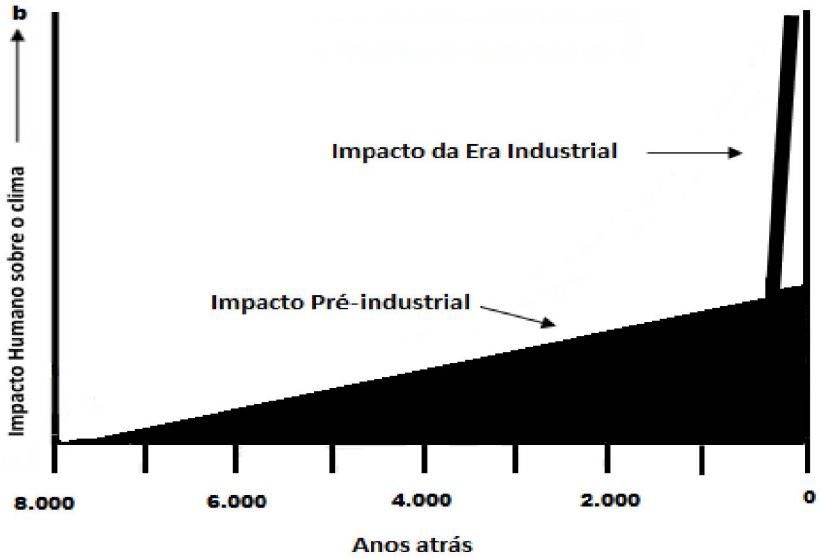
E ainda, diante do uso massivo dos combustíveis fósseis pela humanidade, associada à visão antropocêntrica e consumista advinda da racionalidade econômica e tecnológica reforçada nesse período, constitui um

[15] Ambientalismo: Movimento mundial ligado às manifestações e às organizações de vontade coletiva, que despontam com, o denunciar, o protestar, o reivindicar mudanças e participação na tomada de decisões. Iniciado na Europa e nos EUA no séc. XIX, e no Brasil somente no séc. XX, principalmente nas décadas de 1960, 1970 e 1980, que ocorreram diversas manifestações populares e instituíram ambiente favorável para o envolvimento da sociedade civil, em diferentes movimentos sociais, entre eles, os movimentos ambientalistas, feministas, estudantis e raciais que apontam os sujeitos sociais que abrem espaço no debate público (MORALES, 2012, p. 37).

marco nos processos de obtenção e acumulação de energia natural fossilizada[16] e o início da poluição atmosférica mais acentuada, principalmente pelo aumento da emissão de Gás Carbônico – CO_2, trazendo externalidades que alteraram profundamente o equilíbrio do Planeta.

Para exemplificar essa alteração, os Gráficos 01 e 02, a seguir, demonstram o aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera, de modo comparativo, entre as épocas denominadas por Ruddiman (2008) de Pré-Industrial e Era-Industrial.

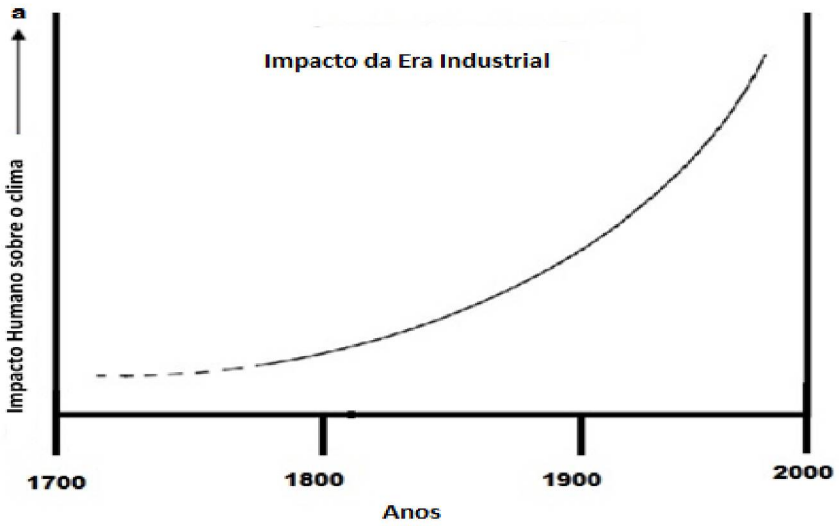
GRÁFICO 01: AUMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE CO_2 NA ATMOSFERA – ERA – PRÉ-INDUSTRIAL



FONTE: Adaptado de RUDDIMAN (2008, p. 21).

[16] Os combustíveis fósseis têm sua origem na energia solar acumulada na decomposição de matéria orgânica, principalmente plantas e animais soterrados em formações rochosas sedimentares, principalmente no Período Carbonífero, que submetidos a uma série de processos de concentração e compactação pressionada pelos movimentos da crosta terrestre, foi transformada em uma rocha combustível – podendo ser, carvão, petróleo e gás, que também são criados por diagênese e metamorfismo da matéria orgânica morta, sendo conhecidos coletivamente como combustíveis fósseis. Quando queimados estamos utilizando a energia solar que foi armazenada no Paleozoico. Assim a fonte primária dessa energia fossilizada é a mesma energia solar que move o sistema do clima (GROTZINGER; JORDAN, 2013, p. 656).

GRÁFICO 02: AUMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE CO_2 NA ATMOSFERA – ERA INDUSTRIAL



FONTE: Adaptado de RUDDIMAN (2008, p. 21).

Observa-se que o aumento da concentração de CO_2 na atmosfera ocorreu significativamente na Era Industrial, podendo estar relacionado com o modelo de desenvolvimento adotado pelas civilizações, o que nos permite concluir que o impacto do ser humano sobre o ambiente, agora não somente no uso de recursos naturais para sua sobrevivência, mas para a manutenção da vida em sociedade nas cidades, vem provocando alterações significativas no próprio ambiente natural e, em destaque, no Sistema Climático Terrestre.

É nesse contexto que chegamos ao séc. XX – caracterizado por Hobsbawm (2007) como a *'Era dos Extremos'*, denominada assim, para definir as contradições e perspectivas desse novo período que surge em contraposição ao antigo.

Este século é considerado por muitos historiadores como a era mais extraordinária da humanidade com dimensões inéditas, ora marcadas pela busca de novas experiências, de novos materiais, novas perspectivas culturais na música, na ciência, nas artes, trazidas pelo avanço científico-tecnológico e, ora marcada por catástrofes sociais e ambientais advindas de um aumento sem precedentes da capacidade humana de transformar o Planeta (HOBSBAWM, 2007).

As transformações sociais, econômicas, políticas e ambientais consolidadas desde o início da Revolução Industrial, deflagraram na atualidade, uma sociedade injusta, excludente e insustentável.

A dinâmica da sociedade contemporânea alicerçada pela racionalidade econômica, evidencia sua instabilidade ambiental e política durante todo o séc. XX, dada pela presença constante dos conflitos bélicos graves, pela destruição indiscriminada dos ambientes naturais, pelas práticas de consumo que visam apenas maximizar o lucro, pelas articulações científico-culturais e político-econômicas, que dentre tantos outros problemas, advindos desse estilo de vida esqueceu-se de que faz parte de ciclos e leis naturais, dos quais jamais poderá escapar, por mais que a tecnologia avance (KNECHTEL, 2004; PORTO-GONÇALVES, 2016).

Foi justamente com a ascensão da economia em torno do carbono, e a queima excessiva dos combustívies fósseis, que durante todo o séc. XX, observa-se uma significativa alteração no Sistema Climático Terrestre, provocando a crise socioambiental do séc XXI. Isso indica a urgência, a gravidade e a profundidade da crise.

Dentro desse contexto, há evidências de que a natureza já começa a responder a amnésia humana, dando sinais concretos de desequilíbrio. Por um lado, temos consideravelmente os avanços tecnológicos do século, como a presença do computador, da engenharia genética, do celular, das nanotecnologias, podendo ser considerada como a Terceira Etapa da Revolução Industrial. Por outro, temos a homogeneização provocada pela globalização neoliberal, ao tentar submeter todo o Planeta a uma mesma lógica de exploração mercantil de crescimento, sobretudo desigual, que colocou em risco de extinção todas as espécies, devido ao desrespeito à dinâmica autorreguladora do Planeta.

Com efeito, pela primeira vez na história da humanidade, surge uma ameaça concreta à vida, o aquecimento global, que diante das evidências científicas sobre a mudança climática, desafia totalmente a capacidade adaptativa do homem (e de todos os seres vivos) ao clima, e impõe uma imediata reflexão sobre o modo de vida contemporâneo.

As evidências das mudanças climáticas no ambiente mostram-se irrefutáveis. O aumento da temperatura média do Planeta, a intensificação do

efeito estufa, a constatação do aumento de grandes quantidades do Dióxido de Carbono (CO_2) na atmosfera e o derretimento das calotas polares são apenas alguns exemplos que têm reforçado estudos científicos no sentido de avaliar até que ponto a atividade humana pode interferir adversamente à ampla gama de ecossistemas que dão suporte à vida humana e a todos os seres vivos do Planeta (STEFFEN et al., 2011).

O momento atual exige que a sociedade se mobilize, e assume um caráter mais propositivo, no sentido de questionar mais, de se posicionar mais e de cobrar mais dos governos ações concretas com relação à implantação de políticas pautadas verdadeiramente no binômio sustentabilidade e desenvolvimento, num momento em que há a observância de crescentes dificuldades na inclusão social (JACOBI, 1999; LOVELOCK, 2006).

De acordo com entendimento de Lovelock (2006), o homem tem plena consciência que abusou do uso da energia, que superpovoou a Terra, que o índice de poluição atmosférica, hídrica e edáfica é o maior de todos os tempos, trata-se ao mesmo tempo de 'um monstro' que povoou a Terra e 'o anjo' que por um novo modelo de desenvolvimento científico-tecnológico poderá mantê-la viva.

Lovelock (2006), afirma que estamos vivendo uma história na qual o homem alcançou essa 'desordem' atual por meio da inteligência e inventividade. Somos a única espécie que ao mesmo tempo possui um caráter altamente destruidor e por outro lado temos a capacidade de edificar uma civilização magnífica.

O Prêmio Nobel de Química Paul Crutzen[17] assegura que estamos diante de uma mudança de Era, a do *Antropoceno.* Este termo foi sugerido pelo reconhecimento nocivo do papel da humanidade sobre os sistemas terrestres, indicando que seu início tenha ocorrido ao final do séc. XVIII, considerando que durante os dois últimos séculos, os efeitos nocivos da ação humana sobre os processos naturais do Planeta se tornaram cada vez mais evidentes e irreversíveis (ARTAXO, 2014b).

---

[17] O prêmio Nobel de Química (1995) Paul Crutzen auxiliou na popularização do termo nos anos 2000, através de uma série de publicações discutindo o que seria essa nova era geológica da Terra (CRUTZEN, 2002).

Seguindo essa compreensão, nenhuma característica do Planeta pode ser estudada como resultado de casualidade única (relação causa-efeito), mas sim como integração de todas essas condições. Da mesma forma, é inaceitável que ainda analisemos os processos terrestres sob a visão mecanicista e determinista desconsiderando que a interação desses processos são os responsáveis pelos "grandes ciclos de transformações, cujos padrões de desenvolvimento constituem a base para o entendimento da dinâmica terrestre, e, por conseguinte, para a realização de previsões a seu respeito" (AMARAL et al., 2006, p. 203).

É relevante também salientar que as formulações antropocêntricas, em relação às ações do homem como ser 'especial' e 'superior' sobre a natureza "viriam dotá-lo de propriedades que o isentariam da subordinação às leis naturais e de qualquer responsabilidade moral no tocante aos demais seres vivos" (AMARAL et al., 2006, p. 204), tais relações devem ser explicitadas de modo que seja desmistificado a sua superioridade e naturalização de sua intervenção sobre o ambiente.

A partir dessa compreensão, constatamos que "nenhum país está imune às consequências das mudanças ambientais globais que perturbam ao limite os ciclos vitais da natureza [e] as soluções à crise de sustentabilidade global dependem da ação coordenada de todos os países" (GUIMARÃES; FONTOURA, 2010, p. 79).

Há, portanto urgência numa nova "reconcepção de homem e sociedade, não mais se situando em enfrentamento cognitivo-tecnológico ante a natureza, mas nela inserindo-se em diálogo diagnóstico-interpretativo criterioso" (CARNEIRO, 2006, p. 24). Ou seja, não adianta somente termos consciência dos fatos e dos problemas ambientais e tecnologia disponível para resolvê-las, temos que agir criteriosamente promovendo o diálogo entre a sociedade civil, os cientistas e os governantes para que juntos possamos construir uma sociedade alternativa que suporte a demanda do crescimento econômico e populacional do séc. XXI.

É nessa perspectiva que esta pesquisa analisou como o conhecimento escolar sobre mudanças climáticas abordado nos livros didáticos de Biologia, Física, Química e Geografia – PNLD/ 2015, podem contribuir para que os estudantes construam concepções científico-sociais, econômicas e políticas

sobre este fenômeno, a partir da compreensão que este material didático é considerado um dos principais mediadores e veiculadores do conhecimento científico construído historicamente, sistematizado e legitimado na Educação Básica.

2.2 Compreendendo o Fenômeno das Mudanças Climáticas

2.2.1 A atmosfera da Terra e sua evolução

A Terra, desde sua formação, passou por mudanças drásticas em sua superfície e sua atmosfera. O princípio da história da Terra, sua instabilidade como Planeta em formação era influenciada pela forte presença dos fenômenos vulcânicos, que injetavam na atmosfera grandes quantidades de dióxido (CO_2) e monóxido de carbono (CO), além do dióxido de enxofre (SO_2), vapor de água (H_2O) e nitrogênio (N_2), quantidades essas que remontam a nossa atmosfera primitiva.

O período de formação da Terra durou milhões de anos, em meio ao qual, as erupções vulcânicas foram diminuindo, propiciando entre outros fatores o seu esfriamento e o início de certa estabilidade. Como consequência do esfriamento, o vapor de água começou a condensar formando os rios, mares e oceanos, além de provocar reações químicas com rochas e outros materiais que originou o desprendimento do Hidrogênio (H), o qual pela a sua densidade, não ficou retido em nossa atmosfera, ultrapassou os seus limites, estando presente em camadas bem mais externas e no próprio espaço.

Nos últimos 3(três) bilhões de anos, tivemos o surgimento da vida em nosso Planeta, como o ambiente ainda era hostil os primeiros organismos iniciaram sua vida no ambiente aquático e desenvolveram uma nova forma de obtenção de energia – a fermentação, cujo produto desse processo metabólico liberava para o ambiente o gás Metano (CH_4) e o Ácido Sulfúrico (H_2S), iniciando uma sutil modificação na atmosfera primitiva.

Essa atmosfera inicial, irrespirável para os seres vivos atuais, era altamente ácida e completamente diferente da qual a conhecemos hoje, inclusive na sua cor, apresentando tom amarelo-laranja, justamente pela presença do Ácido Sulfúrico (H_2S), certamente muito diferente da cor azul que conhecemos. Entretanto, era uma atmosfera que já armazenava calor, em decorrência da

radiação solar que incidia sobre a Terra, como se fosse um efeito estufa também primitivo e ainda em formação (SUGUIO, 2008).

Ainda nesse período, quando a maioria dos seres vivos primitivos desenvolvia o seu metabolismo[18] mediante a fermentação[19], já existia mesmo que timidamente uma pequena população de organismos que realizava a fotossíntese.

Ao realizar a fotossíntese estes organismos, principalmente formado por algas marinhas primitivas, iniciaram a liberação progressiva de pequenas quantidades de oxigênio, ao mesmo tempo em que, foram absorvendo e eliminando grande parte do Dióxido de Carbono (CO_2) acumulado na atmosfera (SUGUIO, 2008).

Simultaneamente devido a maior disponibilidade de Oxigênio (O_2) na atmosfera, provocou por reação química a degradação de muitas rochas magmáticas por oxidação, fato que ocasionou que grande parte do Dióxido de Carbono (CO_2), sofresse deposição na forma de calcário, entrando na composição das rochas calcárias por meio dos processos bioquímicos e na forma de substrato inorgânico como nutriente presente no solo, o que proporcionou a eliminação de grandes quantidades deste gás. Segundo Suguio (2008, p. 35):

> As mudanças temporais da quantidade de atmosfera e as suas características químicas estão intimamente relacionadas à evolução do planeta e dos oceanos, além dos animais ali viventes. Entre os gases redutores da atmosfera, que se supõe trem sido emanados em épocas primitivas da formação da Terra, ocorreu expulsão de grande parte de hidrogênio - H e gradualmente adquiriu características oxidantes. Imagina-se que com a formação dos oceanos os gases da atmosfera, tais como o ácido clorídrico – HCl e o dióxido de carbono - CO_2, foram dissolvidos em águas oceânicas, surgiram a vida e a fotossíntese e, consequentemente, a quantidade do oxigênio foi aumentada.

Assim, durante milhões de anos a concentração de oxigênio na atmosfera foi aumentando, fato que propiciou a formação do gás Ozônio (O_3) proveniente da difusão das moléculas de oxigênio para a estratosfera (camada superior da

---

[18] Metabolismo: Conjunto de reações químicas que se processam no organismo visando armazenamento d o consumo de energia para as atividades biológicas (SOARES, 2005, p. 283).
[19] Fermentação: Modalidade de respiração anaeróbica (sem a presença de oxigênio), praticada por algumas bactérias e leveduras, que consiste na degradação incompleta de moléculas de glicose, as quais não são destruídas totalmente na presença de CO_2 e água (SOARES, 2005, p. 167).

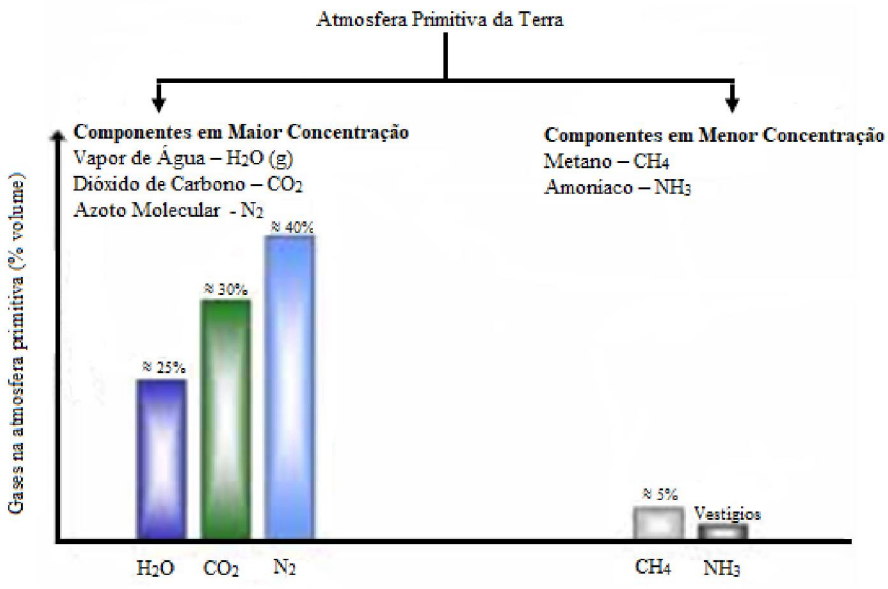
Terra) que transformadas pela radiação solar e em grande quantidade, formaram a Camada de Ozônio, que absorve as radiações UV do Sol, antes destas atingirem a superfície do planeta. Esse acontecimento favoreceu a evolução e o aparecimento dos organismos fotossintéticos e de outros seres vivos que ascenderem à superfície das águas e passaram a colonizar a superfície terrestre.

Aproximadamente a 430(quatrocentos e trinta) milhões de anos depois da conquista do ambiente terrestre pelos seres vivos, é que as concentrações de Ozônio e do Oxigênio foram se aproximando das porcentagens atuais, e se incorporaram definitivamente à atmosfera.

Apesar de ocorrerem em um ritmo lento, essas transformações na atmosfera comprovam que ela não é estática, ao contrário, está sempre em constante agitação. Essas transformações alteram suas características e fazem com a atmosfera se apresentam sempre diferente, variando de um lugar para outro e no decorrer do tempo, em escalas que variam desde microssegundos até centenas de anos, portanto, desde a formação do Planeta foram necessários bilhões de anos para que a atmosfera terrestre evoluísse para o que é hoje garantindo a presença dos seres vivos no Planeta.

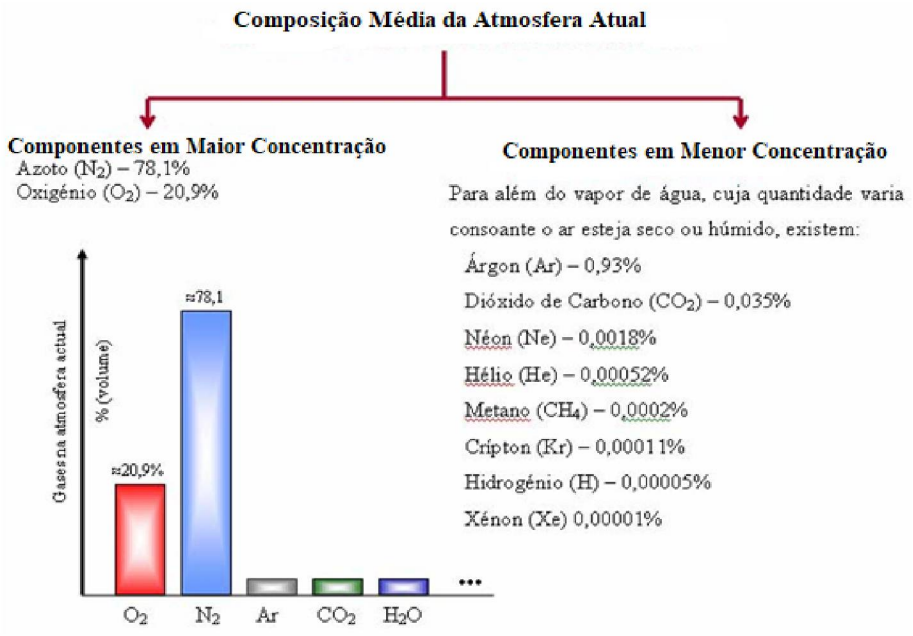
Os gráficos, 03 e 04 apresentados abaixo, trazem didaticamente a relação da quantidade dos componentes da atmosfera antiga comparado com os componentes da atmosfera atual, observemos:

A) GRÁFICO 03: COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA ANTIGA



FONTE: Adaptado de PEREIRA e SANTOS (2012).

B) GRÁFICO 04: COMPOSIÇÃO MÉDIA DA ATMOSFERA ATUAL



FONTE: Adaptado de PEREIRA e SANTOS (2012).

Ao analisarmos os gráficos, confirmamos que a presença do Oxigênio (O_2) na atmosfera, considerado como o essencial para a manutenção da vida, é fruto da ação dos primeiros seres autótrofos fotossintéticos, os quais conseguiram aproveitar a energia do Sol para a sua sobrevivência, transformando a energia solar em energia química, emitindo como subproduto desta reação química o oxigênio.

Foi, portanto, a presença e o acúmulo do Oxigênio (O_2), durante milhões de anos, que permitiu a formação da nossa atmosfera, garantindo a presença dos seres vivos no Planeta, modificando desde então a paisagem e a relação dos seres vivos com o ambiente. Desde então, as características de temperatura e clima, influenciaram e determinaram, ao longo do tempo, a organização dos subsistemas que compõem o Sistema Terrestre.

Kandel (2007) assinala que os componentes atmosféricos e sua temperatura continuam em processo dinâmico de evolução junto ao planeta, determinando alterações na temperatura de sua superfície, e consequentemente da atmosfera terrestre, pois existem evidências de que, mesmo antes do surgimento do homem, estas temperaturas estiveram em níveis bem mais elevados do que os atuais.

Todavia, desde a formação da atmosfera na superfície terrestre, nós seres humanos, passamos a viver sem estar suficientemente conscientizados de sua importância.

Essa afirmação é decorrente pelo fato de que a atmosfera é muito mais que uma simples 'camada' que possui o Oxigênio (O_2,) o gás do qual necessitamos para respirar, mas sim, é componente essencial do Sistema Terrestre que reúne todas as condições ideais para garantir os fenômenos climáticos essenciais à manutenção da vida no Planeta.

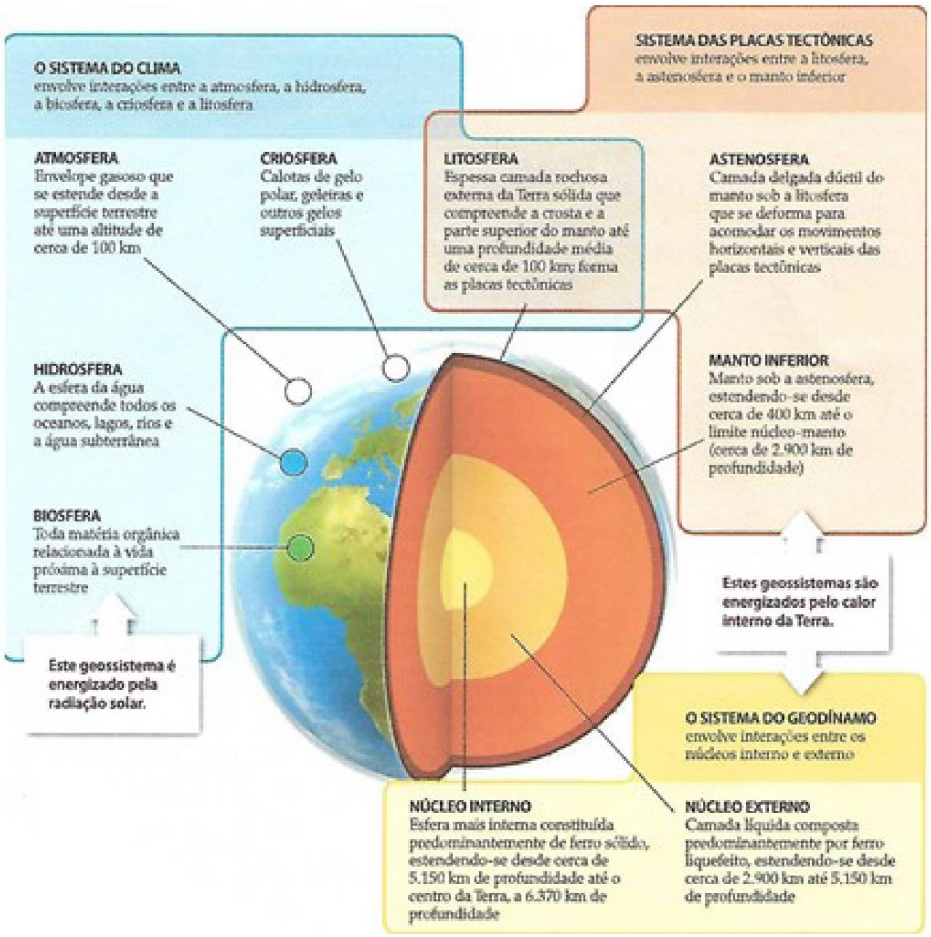
2.2.2 Sistema Climático Terrestre

A Terra se apresenta como um Planeta formado por um sistema de componentes interativos que estão continuamente mudando por meio das suas atividades geológicas como: terremotos, vulcanismos e glaciações, governadas pelos mecanismos de energia térmica, uma interna e outra externa. Todas as partes do nosso planeta e suas interações, tomadas juntas, constituem o Sistema Terra (GROTZINGER; JORDAN, 2013).

Embora a Terra seja considerada um único sistema, é impossível estudá-la como uma única estrutura, assim didaticamente divide-se o Planeta em três subsistemas denominados: *Sistema das Placas Tectônicas*, *Sistema do Geodínamo* e *Sistema Climático*. Estes subsistemas são chamados de geossistemas[20], os quais estão representados na Figura 01 a seguir:

[20]Geossistemas: É uma dimensão do espaço terrestre onde os diversos componentes naturais encontram-se em conexões sistêmicas uns com os outros, apresentando uma integridade definida, interagindo com a esfera cósmica e com a sociedade humana" (SOCHAVA, 1978, p. 292).

FIGURA 01: SUBSISTEMAS COMPONENTES DO SISTEMA TERRA



FONTE: GROTZINGER; JORDAN (2013, p. 14).

Os subsistemas, componentes do *Sistema Terra*, produzem tipos específicos de atividade, como por exemplo: terremotos, elevação de montanhas, mudança climática, entre outros, podendo ser pensados como uma coleção de geossistemas abertos e interativos, que organizam e regulam todas as atividades do Planeta. Suas atividades especializadas estão especificadas abaixo.

Sistema das Placas Tectônicas: As Placas Tectônicas são blocos gigantes que forma a parte sólida da litosfera e compreendem as partes dos continentes e o fundo dos oceanos e mares, integrando a crosta terrestre e a parte mais superior do manto. Estão em constante movimentação e interagindo entre si, fato ocasiona uma intensa atividade geológica alterando o contorno do relevo terrestre, sendo responsável pelas erupções vulcânicas, terremotos e tsunamis (GROTZINGER; JORDAN, 2013).

Sistema Geodínamo: O campo magnético da Terra é chamado de geodínamo estando localizado no núcleo interno do planeta, produzindo um campo magnético e consequentemente, gera o polo magnético terrestre, o qual alcança o espaço externo fazendo com que as bússolas apontem para o norte. Sua existência permite a manutenção de uma atmosfera mais densa, que por sua vez é condição essencial para o desenvolvimento e sustentação da vida (GROTZINGER; JORDAN, 2013).

O *Sistema Climático*: podemos dizer que este é o componente do Sistema Terra que determina o clima em uma escala global e que se altera com o tempo. Este sistema se modifica constantemente pela influência de sua própria dinâmica interna e externa a qual está submetido. É constituído por 5 (cinco) componentes principais que interagem entre si sendo:

- Atmosfera: camada gasosa que envolve a Terra;
- Hidrosfera: compreende toda a extensão de água em estado líquido da superfície terrestre;
- Litosfera: refere-se a crosta terrestre, camada exteriror e sólida do planeta, correspondente desde a terra firme e o fundo dos oceanos até o centro da Terra;
- Criosfera: compreende toda camada de água em estado sólido que cobre o Planeta; e
- Biosfera:corresponde ao conjunto de todos os seres vivos.

Como o Sistema Climático possui todos os componentes que determinam o clima em uma escala global, para entendermos como ocorrem os fenômenos climáticos e suas variações é preciso entender a dinâmica de funcionamento desse sistema para compreender a interação entre os seus componentes que irão definir as condições de clima[21] e tempo[22] de uma certa região geográfica,

[21]Clima: É a descrição dos ciclos de tempo em termos das médias de temperatura e outras variáveis obtidas durante muitos anos de observação. Uma descrição completa do clima também inclui medidas de quanto tem sido a variação do tempo meteorológico, como as temperaturas mais altas ou mais baixas já registradas em um certo dia, variando deum mês a milhares de anos estabelecendo padrões climáticos e meteorológicos (GROTZINGER; JORDAN, 2013, p. 15).

[22] Tempo: É o termo que usamos para descrever a temperatura, a precipitação, a nebulosidade e os ventos observados em um ponto da superfície terrestre. Todos sabemos o quanto o tempo pode ser variável – quente e chuvoso e num dia, frio e seco no outro –, dependendo dos movimentos de sistemas de tempestades, frentes frias e quentes e outras mudanças rápidas dos distúrbios atmosféricos (GROTZINGER; JORDAN, 2013, p. 15).

além da possibilidade de desencadear variações no tempo atmosférico ou mudanças climáticas (GROTZINGER; JORDAN, 2013).

É importante salientar que as variações no tempo atmosférico são locais, no entanto, só podemos considerar uma mudança climática sobre uma determinada área, se ocorrerem flutuações climáticas por um longo período de tempo e de natureza cíclica, de tal forma que possam provocar mudança no tipo de clima predominante sobre determinada área (AYOADE, 1996).

As variações climáticas mais recentes e principalmente as mais antigas, as paleoclimáticas, são a chave para a compreensão do Sistema Climático. Compreender as escalas geológicas de tempo (milhares e milhões de anos) e as escalas de tempo curto (anos, décadas e séculos) contribuem para determinar a ordem de grandeza dos fenômenos climáticos. Neste caso a ciência é desafiada a relacionar as variações climáticas, as dinâmicas e as incertezas sobre este Sistema e seu funcionamento complexo (SUGUIO, 2001).

O termo "variações climáticas" significa as alterações dos elementos climáticos (por exemplo: temperatura, pressão atmosférica, precipitação), identificadas no globo terrestre, por longos períodos de tempo (IPCC, 2014).

Estudos de Oliveira et al. (2017) afirmam que a radiação solar representa o principal fator natural no balanço de radiação terrestre, a qual contribui significativamente nas mudanças do clima. A radiação solar para ser recebida e reemitida pela Terra depende basicamente de três fatores, os quais seguem ordenados conforme o caminho percorrido pela radiação – desde o corpo emissor (Sol) até corpo receptor (Terra):

1. *Emissão da radiação*: radiação emitida pelo Sol, sendo considerado o fator primário de emissão de radiação determinado pelas atividades solares.

2. *Recepção da radiação*: radiação que chega até o Planeta, considerada como fator secundário, determinada pela variação da posição terrestre em relação ao Sol, conforme observado nos *ciclos diários, anuais* e da Órbita da Terra - *ciclos de Milankovitch*, bem como o impacto de meteoritos.

3. *Reflexão, absorção, distribuição do calor e reemissão da radiação*: considerado como fator terciário e determinado pelas alterações que ocorrem na atmosférica (gases de efeito estufa, aerossóis/nuvens), na superfície terrestre

(uso dos solos, terremotos) e nos oceanos (circulação oceânica) (OLIVEIRA et al., 2017, p. 150).

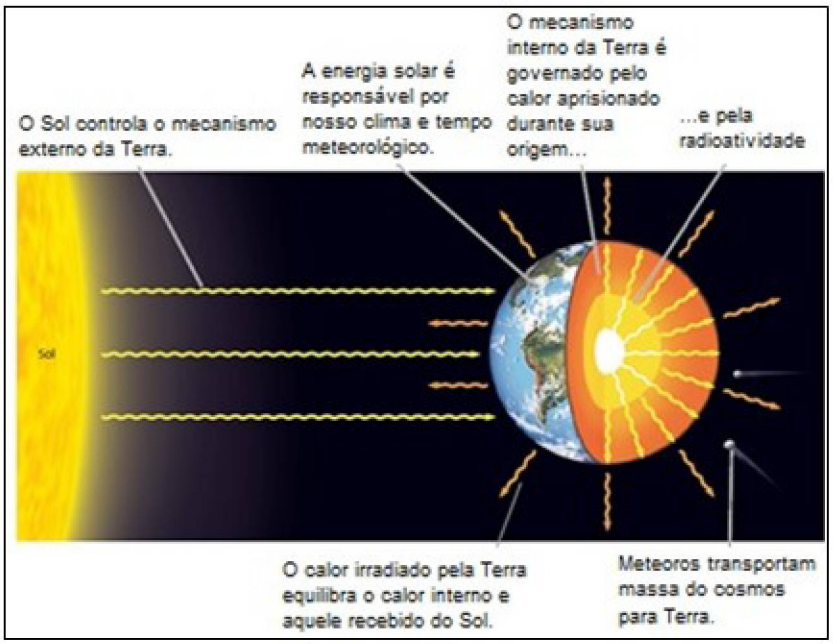
Por sua vez, a interação entre os fatores astronômicos - agentes externos (1 e 2) e geofísicos e atmosféricos - agentes internos (3), controlam o balanço de energia terrestre, alterando a interação entre os componentes do Sistema Climático, os quais consequentemente impulsionam as mudanças climáticas.

A energia terrestre externa é controlada pela energia solar, a qual energiza a atmosfera e os oceanos sendo a responsável pelas variações no clima e tempo, provoca chuva, vento, neve, erodem montanhas e modelam a paisagem e, por sua vez, a forma da superfície terrestre. Já a energia terrestre interna do planeta é controlada pelo calor interior do manto e do núcleo, suprindo a energia para fundir rochas, mover continentes, soerguer montanhas, controlar as características da atmosfera e a circulação oceânica.

Desse modo, nosso clima é controlado pelo balanço entre a energia solar que chega até o sistema Terra e a energia que o planeta irradia de volta para o espaço, que consequentemente controla o intemperismo e a erosão da superfície terrestre, bem como a presença dos seres vivos na Terra.

A Figura 02 a seguir, resume esquematicamente o balanço entre as energias externa e internas do Sistema Terrestre:

FIGURA 02: SISTEMAS DE ENERGIA DA TERRA: INTERNA E EXTERNO



FONTE: GROTZINGER; JORDAN (2013, p. 13).

Assim, o sistema climático é resultado da multiplicidade de fatores terrestres e extraterrestres caracterizando um sistema aberto, complexo e exposto e controlado pelo balanço de energia externa e interna que irão determinar as mudanças climáticas naturais e antropogênicas em tempos e espaços distintos, porém interligados.

Os próximos itens se concentram em expor, de maneira mais detalhada, sobre os fatores naturais e antropogênicos que determinam as mudanças climáticas, para então apresentar os aspectos científicos e as incertezas e controvérsias sobre o tema.

2.2.3 Mudanças Climáticas Naturais

Sabemos que todos os processos que acontecem em nosso Planeta só são possíveis graças a radiação ultravioleta recebida do Sol.

No entanto, o clima é determinado por um conjunto de fatores, que na sua grande maioria estão relacionados com as variações climáticas naturais. Essas variações, por sua vez, não são estáveis, elas estão sujeitas a variações ao longo do tempo, o que faz com que os ajustes naturais para a manutenção do clima sejam complexos, logo, é coerente de se pensar que o clima resultante dessas adequações não é constante, e que os fenômenos climáticos acompanham as alterações geológicas e geográficas do Planeta.

Considerando os fatores astronômicos, geofísicos e atmosféricos, Oliveira et al. (2017) classifica as causas das mudanças climáticas em duas grandes categorias: as **causas externas** e as **causas internas**.

As **causas externas** são referentes aos agentes modificadores exteriores ao sistema climático que influenciam nos três fatores acima descritos. Dentre as causas externas, temos: a atividade solar, as alterações da órbita da Terra e possível colisão de asteroides ou cometas[23], as quais irão interferir no fluxo de

[23]A principal diferença entre um asteroide e um cometa é a composição. Os asteroides são feitos de metais e material rochoso, enquanto que os cometas são compostos de gelo, poeira e material rochoso. Quando os cometas se aproximam do calor do Sol, o gelo e outros materiais na superfície aquecem até evaporar. Tal vapor é visto como a “cauda” do cometa (OLIVEIRA et al., 2017, p. 161).

energia solar recebida no planeta, aumentando ou diminuindo a temperatura global.

Como já dito, o Sol é o fator decisivo na manutenção da vida no Planeta pois fornece toda a energia que impulsiona a manutenção do Sistema Climático Terrestre, sendo óbvio que as variações solares têm o potencial de diretamente alterar o clima, movimentando os ciclos atmosféricos e oceânicos, bem como os relacionados com os processos de transformação das paisagens terrestres.

As variações solares referem-se às mudanças na quantidade de radiação total emitida pelo Sol e na sua distribuição espectral, sendo o elemento fundamental para entender o balanço de energia entre o Sol e a Terra, explicada pela a Lei da Termodinâmica, conhecidos como processo de retroalimentação do sistema[24]que elucida como as trocas de calor e energia regulam a temperatura do planeta (OLIVEIRA et al., 2017).

A atividade solar oscila de forma periódica e está relacionada ao fenômeno conhecido como *ciclo solar* ou *ciclo solar de Schwabe*[25]. Cada ciclo solar dura aproximadamente 11(onze) anos, estando associado com o surgimento e desaparecimento das *manchas solares*. Essa inconstância da produção de energia pelo próprio Sol, afeta o Sistema Climático tendo um reflexo imediato na temperatura média do Planeta, provocando aumento ou diminuição de sua temperatura.

De toda energia ultravioleta irradiada pelo Sol, uma parte que chega ao Sistema Terra-Atmosfera é convertida em ondas infravermelhas produzindo calor e energia que aquece a superfície terrestre originando a circulação

---

[24]Retroalimentação, realimentação ou *feedback*, é o nome dado ao procedimento através do qual parte do sinal de saída de um sistema é transferida para a entrada deste mesmo sistema, com o objetivo de diminuir, amplificar ou controlar a saída do sistema. Quando a retroalimentação diminui o nível da saída, fala-se de retroalimentação negativa, e quando a retroalimentação amplifica o nível da saída fala-se de retroalimentação positiva. A retroalimentação pode também ter um efeito variável de acordo com as condições, tempo de transmissão e inércia do sistema, o que pode provocar efeitos variados. Norbert Wiener, no livro "Cybernetics: or the Control and Communication in the Animal and the Machine", explica a utilidade da retroalimentação para criar mecanismos autorregulados. Quando desejamos certo padrão de movimento geral do mecanismo, utilizamos a diferença entre o movimento realizado de fato e o padrão de movimento desejado como um novo input para o sistema. Este novo input é a retroalimentação, e deve mover certa parte do sistema de tal maneira que o movimento geral realizado se aproxime mais do movimento desejado (EDUCALINGO. Dicionário – Retroalimentação. Disponível em: <https://educalingo.com/pt/dic-pt/retroalimentacao>. Acesso em: 17 mai. 2019).

[25]Samuel Heinrich Schwabe [1789-1875], astrônomo amador que, após quase 25 anos observando o Sol todos os dias, descobriu que o número de manchas variava de forma regular. Tal descoberta é considerada uma das mais importantes da Astronomia (OLIVEIRA et al., 2017, p. 151).

atmosférica, provocando consequentemente as correntes oceânicas e os ventos, que por sua vez irão transportar calor dos trópicos para os polos, procurando atingir um balanço de energia no Planeta.

Outro fator externo importante está relacionado com a Órbita da Terra. As alterações na órbita terrestre controlam a quantidade e distribuição de energia solar recebida pela Terra. Esta variação cíclica está apoiada na Teoria de Milankovitch[26], que se fundamenta praticamente na variação de três elementos: mudanças na orientação do eixo rotacional da Terra, com ocorrência a cada 23 mil anos (Precessão); alterações na inclinação do eixo de rotação da Terra ,em relação à perpendicular ao plano da órbita, ocorrendo a cada 41 mil anos (Obliquidade) e variações observadas na órbita da Terra, podendo ser mais elíptica (alta excentricidade) ou mais circular (baixa excentricidade), esta variação pode ser percebida a cada 100 mil anos (Excentricidade). Essa Teoria auxiliou os estudos acerca das variações de temperatura vinculados com os períodos glaciais do Planeta (OLIVEIRA et al., 2017).

Além das variações solares e orbitais terrestres, como fator externo temos os eventos naturais, principalmente causados por atividades de colisão de asteroide ou cometas. São fenômenos totalmente diferentes dos anteriores e imprevisíveis, mas com graves consequências sobre a superfície terrestre. Por exemplo, o impacto de meteorito ou cometa, dependendo do seu tamanho, pode originar enormes nuvens de poeira acompanhada de gases tóxicos, impedindo com que os raios solares atingem a superfície terrestre baixando a sua temperatura, originando consequentemente uma mudança no clima e provocando a extinção de espécie.

As **causas internas** compreendem os agentes que influenciam no fator terciário, e suas interações com os elementos que constituem o sistema climático: a atmosfera, a hidrosfera, a litosfera, a criosfera e a biosfera,

---

[26] Milankovitch publicou os resultados de seu trabalho em 1938. Sua teoria foi alvo de disputas por décadas, até que, em 1976, um estudo publicado na revista *Science* (HAYS et al., 1976) examinou os sedimentos de corais nas profundezas do oceano. Os pesquisadores em questão demonstraram que, realmente, o sistema climático tinha uma resposta diretamente ligada à indução orbital. Este estudo encontrou picos de mudanças de temperatura desde, aproximadamente, 450 mil anos atrás, que estariam associados a variações no clima. Essas variações, por sua vez, estavam ligadas às mudanças na geometria (excentricidade, obliquidade e precessão) da órbita da Terra. Na verdade, ficou comprovado que as Eras Glaciais tinham ocorrido quando a Terra estava passando por diferentes estágios de variações orbitais (OLIVEIRA, 2009, p. 84).

provocando uma série de alterações internas em cada um dos elementos, como as mudanças na circulação dos oceanos, nas características da atmosfera (gases de efeito estufa, aerossóis/ nuvens) e na superfície terrestre (erupções vulcânicas, terremotos e uso dos solos).

As variações naturais internas do Sistema Climático, apesar de apresentarem certo equilibrio na radiação solar recebida, ocorre uma distribuição desigual dessa energia ocasionada pelas diferenças de latitude, que tendem a ser de maior intensidade nas latitudes baixas com ralação ao déficit encontrado nas latiturdes altas desencadeando uma variação na dinâmica dos ventos e correntes marinhas, devido ao balanço de radiação solar, na troposfera, onde especialmente há o acoplamento atmosfera-oceano que dá origem à Circulação Geral da Atmosfera (BARBOSA, 2014).

De acordo com Oliveira et al. (2017), o reconhecimento dos oceanos e sua importância na variabilidade climática é facilmente reconhecida, entre outros fatores pela sua cobertura em 71% da superfície terrestre e por possuírem uma massa 1.000 vezes maior do que a atmosfera o que lhes confere a característica de absorver 20 vezes maior calor que a atmosfera, desempenhando uma função determinante na regulação do clima global.

Entre os oceanos e a atmosfera, a troca de calor impulsiona os ventos e a circulação atmosférica em todo o Planeta, exercendo um papel muito importante na definição do clima regional e global, e, uma vez seus fluxos de fluídos estejam estabelecidos, seus múltiplos efeitos agem sobre as causas que os produzem, em uma espécie de ciclos sem fim, havendo uma retroalimentação do sistema.

Representando a oscilação oceânica-atmosférica mais conhecida temos o *El Niño*[27]*– Oscilação Sul (ENOS),* sendo considerada a flutuação climática mais forte do Planeta associado a alterações dos padrões normais da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) com os ventos alísios na região do Pacífico Equatorial. O *El Niño* corresponde ao aquecimento das águas do

[27]O nome derivado do Espanhol, *El Niño* (“o menino”), refere-se ao menino Jesus, já que o fenômeno é geralmente observado durante a época do Natal no Oceano Pacífico, ao longo da costa oeste da América do Sul. Os pescadores nessa região observaram que, normalmente no fim do ano, a baixa quantidade de peixes estava associada à ocorrência de temperaturas do mar mais altas do que o normal. O extenso aquecimento dos oceanos e a redução dos ventos alísios de leste limitam a ressurgência de águas frias profundas, ricas em nutrientes, impactando negativamente na pesca local.

Oceano Pacífico e seu contrário, o resfriamento, conhecido como *La Niña*[28]*que* dura aproximadamente 18 meses. O Oceano Pacífico, além do fenômeno ENOS possuiu o ODP (Oscilação Decadal do Pacífico)[29] que apresenta um padrão periódico de mudança da temperatura superficial da água do hemisfério norte com ciclos multidecadais, apresentando uma fase quente e uma fria geralmente a cada 50-70 anos (OLIVEIRA et al., 2017).

Dentro destas variações naturais internas ao sistema climático, cabe destacar por sua importância, os aerossóis, o Efeito Estufa (EE) e as atividades geofísicas como as erupções vulcânicas e terremotos.

O *aerossol* é o nome genérico dado a uma massa na forma de partículas ser sólidas ou líquidas que se encontram em suspensão na atmosfera na forma de um gás. Nuvens e neblinas são considerados aerossóis líquidos, já os grãos de poeira do solo, das erupções vulcânicas, fuligens, pólen e as partículas de sal marinho que chegam à atmosfera, são considerados aerossóis sólidos. Esse elemento constituinte da atmosfera é de grande importância para meteorológica, pois sem ele seria impossível formar nuvens, já que um núcleo sólido é necessário para que ocorra a nucleação que dá origem aos protótipos de nuvem.

Os aerossóis participam do EE, embora seu comportamento seja mais complexo do que a de um gás, sendo responsáveis pela reflexão da radiação solar, que dependendo de sua concentração e do tipo de partícula que compõem esses aerossóis na atmosfera, poderá provocar tanto uma diminuição, quanto o aumento na temperatura do Planeta.

Por outro lado, temos observado significativo aumento das emissões dos aerossóis na atmosfera, devido a determinadas atividades humanas, sendo benéfica a sua presença, pois esses atuam como um fator atenuante do efeito anterior podendo contribuir com o esfriamento do Planeta. Contudo, é importante salientar que o tempo e permanência dos aerossóis na atmosfera é bem menor do que determinados Gases de Efeito Estufa (GEE).

O EE é um fenômeno natural de aquecimento térmico que impede a dissipação na atmosfera de parte da energia solar recebida, fato que contribui

---

[28]*La Niña* (“a menina”, do Espanhol) representa a fase fria, oposta ao *El Niño*, no âmbito do fenômeno ENOS (OLIVEIRA et al., 2017, p. 167).

[29]A ODP foi nomeada por Steven R. Hare, que a percebeu enquanto pesquisava, em 1997, as relações entre os ciclos de produção do salmão no Alasca e o clima do Pacífico (MANTUA et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2017, p. 168).

para manter e/ou aumentar a tempertaura do Planeta. O EE, portanto, é decisivo para a manutenção na vida, e qualquer alteração nesse mecanismo altera o clima e consequentemente ameaça a sobrevivência de todas as espécies.

Segundo Grotzinger e Jordan (2013), na média, o Planeta recebe anualmente 340,2 W/m² de energia do Sol, energia essa distribuída na seguinte proporção: 31% - 107 W/m^2 (albedo[30]) é diretamente refletida de volta para o espaço em função das nuvens e dos aerossóis sem produzir qualquer aquecimento; 20% - 67 W/m^2 é absorvido pela atmosfera e 49% - 168 W/m^2 da radiação solar é absorvida pela superfície do globo.

O EE está relacionado com a absorção e o retorno da radiação solar recebida, cujo funcionamento básico é deixar passar a radiação vinda do Sol, retendo a energia refletida pelo solo e pelas plantas, criando um ambiente mais quente no interior do que na parte exterior.

Como a atmosfera do Planeta é praticamente transparente permite a passagem da radiação solar, principalmente a radiação de ondas curtas (ultravioletas) que ficam aprisionadas na região de baixa atmosfera absorvidas pelas moléculas de vapor d'água (H_2O) e Dióxido de Carbono (CO_2), e outros gases como: o Metano (CH_4) e o Ozônio (O_3). Por sua vez, esses gases atmosféricos ao serem aquecidos também emitem radiação de ondas longas (infravermelha) que emitem radiação terrestre em todas as direções, inclusive em direção à superfície e ao espaço, garantindo as condições da existência da vida na Terra.

Graças a existência do EE a temperatura média é de aproximadamente 14°C, no entanto, na ocorrência de sua ausência a temperatura média seria de aproximadamente de - 19°C, uma diferença de 33°C, o que seria o suficiente para congelar toda a água da superfície dificultando o estabelecimento de qualquer tipo de vida, no Planeta (GROTZINGER; JORDAN, 2013).

Os GEE estão presentes na atmosfera em uma proporção harmônica. Dentre os gases, pela ordem de importância e volume atmosférico, temos: 0 a 4% de vapor de água (H_2O), 0,3% de Dióxido de Carbono (CO_2), 17% de Metano

---

[30]Albedo: A quantidade de energia refletida e absorvida por uma superfície irá depender do fator de reflexividade da superfície terrestre, que está associado com a cor da superfície refletida. Um planeta inteiramente branco, refletiria toda a energia solar, enquanto um planeta totalmente preto absorveria toda esta energia. Esta fração de energia refletida por uma superfície é denominada de 'albedo' que significa, do *latim: albus* – branco (GROTZINGER; JORDAN, 2013, p. 417).

(CH_4), 6 % de Óxido Nitroso (N_2O), e outros com menor participação como os hidrocarbonetos e os compostos artificiais, como os halocarbonos mais conhecidos desse grupo de gases são os clorofluorcarbonos (CFCs), os hidroclorofluorcarbonos (HCFCs) e os hidrofluorcarbonos (HFCs).

Os GEE não atuam de forma igual na atmosfera, cada um deles, conforme sua composição química, tem sua própria capacidade para absorver a radiação infravermelha. Quanto maior for essa capacidade, mais elevado será seu potencial de aquecimento global.

Mendonça (2010) ressalta que os gases citados são considerados de longa permanência na atmosfera, o que significa dizer que, para se discutir a influência da contribuição desses gases para o fenômeno efeito estufa, temos que considerar tanto a concentração deles quanto o tempo de permanência na atmosfera.

Portanto, para se avaliar a contribuição de um gás para o fenômeno efeito estufa, dependerá além da concentração e permanência deles na atmosfera, deve-se levar em conta o tipo de comprimento e intensidade de onda que ele absorverá. Nesse caso, o vapor d'água e o gás carbônico se comparado com os demais gases, que absorvem comprimentos de ondas similares, são os gases que mais contribuem para o acontecimento desse fenômeno devido às características específicas de concentração/volume e o tempo de permanência na atmosfera (GROTZINGER; JORDAN, 2013).

Há que se ter em conta que parte do GEE, de fontes antropogênicas, também se encontra na natureza participando os ciclos biogeoquímicos, que permitem que esses gases sejam reabsorvidos e reutilizados, contribuindo para a manutenção do equilíbrio dos sistemas pertencentes ao Sistema Terra.

Analisando especificamente o caso do Dióxido de Carbono (CO_2), sabemos que um dos seus elementos constitutivos é o Carbono (C), que se encontra entre os elementos químicos mais abundantes pertencentes da biosfera, além de ser constituinte básico estrutural e funcional dos organismos dos seres vivos. No solo é protagonista dos processos fisiológicos fundamentais e comuns a todos os seres vivos, sendo também o elo condutor para a continuidade dos ciclos da matéria: ciclos sedimentares e gasosos do planeta.

Com relação aos demais gases sintetizados pelo ser humano, esses são mais difíceis de ser absorvidos pelos sistemas biogeoquímicos, o que fazem com

que essas moléculas permaneçam por mais tempo na atmosfera, do que as de origem natural.

Essa comparação quantitativa dos GEE com relação ao seu potencial de aquecimento global tem que ser associado com a visão qualitativa do fenômeno, ou seja, não é somente pela quantidade de gás aumentada na atmosfera que devemos analisar o fenômeno, mas sim, devemos também analisar como é o comportamento desse gás na atmosfera em relação à absorção da radiação solar.

Nesse contexto, podemos ver que integração do Dióxido de Carbono (CO_2) nos grandes ciclos de matéria e energia do Planeta, abre numerosas vias de gestão para seu excesso, uma questão ainda muito mais difícil de ser analisada, principalmente no caso daqueles de origem humana. Para essa questão específica, a melhor saída seria abondonar o seu uso ou eliminar a sua produção, ações muito difíeis de serem adotadas pelo modelo de civilização adotado nos últimos séculos.

Ainda dentre as variações naturais podemos citar as atividades geofísicas como: as erupções vulcânicas e os terremotos. Os terremotos são provenientes dos movimentos tectônicos controlados pela circulação do material presente no manto da terra, que implicam na mudança na circulação das correntes atmosféricas, oceânicas e continentais, interferindo nas características climáticas globais.

Já a atividade vulcânica projeta grandes quantidades de partículas e gases na atmosfera, influenciando o mecanismo dos aerossóis descrito anteriormente e, portanto, afetando também o clima. A principal contribuição dos vulcões é decorrente de partículas estratosféricas de Ácido Sulfúrico (H_2SO_4), que rapidamente se condensam e formam aerossóis de sulfato que compõem a nuvem de fuligem tóxica que se espalha rapidamente, produzindo anomalias significativas na temperatura, da ordem de décimos de graus centígrados, esfriando a troposfera, já que bloqueiam a passagem da radiação solar.

Constatamos até aqui que as mudanças climáticas não são acontecimentos novos nem incomuns, no entanto, o que se tem observado é uma interferência da humanidade em alguns fatores climáticos internos que determinam esse fenômeno, por isso quando alterados provocam a chamada mudança climática antropogênica.

2.2.4 Mudanças Climáticas Antropogênicas

Em conformidade com o apresentado, o Planeta Terra ao longo dos seus 4,5 bilhões de anos de história geológica, apresenta intensas mudanças e evoluções, retratando que existe uma variabilidade natural do clima. No decorrer dessa jornada, passou por transformações significativas em sua crosta terrestre demonstrando sua dinamicidade e poder de adaptação.

Há apenas 200 mil anos, tivemos o surgimento da espécie humana se destacando pela sua capacidade de dominar e controlar os recursos naturais[31] alterando gradativamente o funcionamento do Sistema Terrestre, sem ter a clareza das relações existentes entre o mundo físico e dos seres vivos e a gravidade dos impactos de sua ação sobre os ambientes.

Entretanto, esse domínio favoreceu o crescimento populacional e consequentemente a ocupação e sua permanência nos lugares mais remotos do Planeta, alterando desde então a relação homem – natureza que vem contínua e dialeticamente sendo transformada (ARTAXO, 2014a; PORTO-GONÇALVES, 2017).

Segundo Artaxo (2014a), até o ano de 1750, início da Revolução Industrial, a população humana não passava de 700 milhões de habitantes, chegando em pleno séc. XXI com uma população de 7,6 bilhões de habitantes, a qual deve subir para 8,6 bilhões até 2030[32], um crescimento excepcional, gigantesco, que exigirá uma necessidade crescente de fornecimento de alimentos, água, energia e de bens de consumo, desempenhando uma pressão imensa sobre os recursos do Planeta, para o qual não estamos preparados.

Nessa perspectiva, a humanidade se encontra diante do desafio em avaliar os efeitos cumulativos do aquecimento global, com o intuito de criar um

---

[31]Recursos Naturais: Substâncias ou materiais potencialmente úteis ou valiosos, encontrados na natureza. O homem não pode produzi-los, mas os consome para a sua sobrevivência ou na busca do seu bem –estar. Árvores minérios, o próprio ar e água, assim como o solo, são recursos naturais. Alguns *são renováveis,* ou seja, podem ser repostos no ambiente natural, em prazo maior ou menor. Plantas e animais consumidos pela humanidade constituem recursos naturais renováveis. Outros, entretanto, são recursos *não-renováveis,* pois a natureza levaria milhões de anos para recompô-los. O petróleo representa expressivo exemplo deste último caso. Os recursos não-renováveis devem ser consumidos com muito critério e parcimoniosamente (SOARES, 2005, p. 409).

[32]ONU News. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2017/06/1589091-populacao-mundial-atingiu-76-bilhoes-de-habitantes>. Acesso em: 17 mai. 2019.

modelo positivo de um futuro com baixa emissão de Carbono, a partir da complexidade que a atual relação entre a sociedade e a natureza apresenta.

O problema que nos confrontamos no momento é que os etilos de vida e os padrões de consumo da população humana estão cada vez mais determinantes dos processos dos problemas socioambientais, pois as intervenções antropogênicas no ambiente estão dispersas e presentes em todos os ambientes se consolidando como hegemônica em grande parte das sociedades humanas.

Essa herança de intensa alteração no ambiente, associada ao processo de urbanização das cidades, não dispõe de tempo para análises pontuais de passivos ambientais ou de proposição de situações de remedição em que se possa eliminar por completo os vestígios dos impactos causados na Natureza.

Segundo Christofoletti (1997), o processo histórico das atividades antrópicas relacionadas à urbanização, industrialização e aos processos de geração de energia e seus resíduos das cidades, trata-se de um fenômeno sociocultural que surge como um drástico agente de transformação dos ecossistemas, trazendo externalidades que alteraram profundamente o equilíbrio da biosfera de maneira agressiva e sistêmica, os quais se tornaram mais significativos em consequência da Revolução Industrial em 1760, sendo considerado como o marco temporal no estudo do aquecimento global.

Segundo Artaxo (2014a), a pressão exercida pelas atividades humanas no Sistema Climático Terrestre é intensa, sobretudo pela adoção do modelo de produção e consumo mundial associados à queima dos combustíveis fósseis, contribuiu para a confirmação que as atividades antrópicas têm influenciado as alterações observáveis na concentração dos GEE, sendo uma das principais causas das mudanças climáticas.

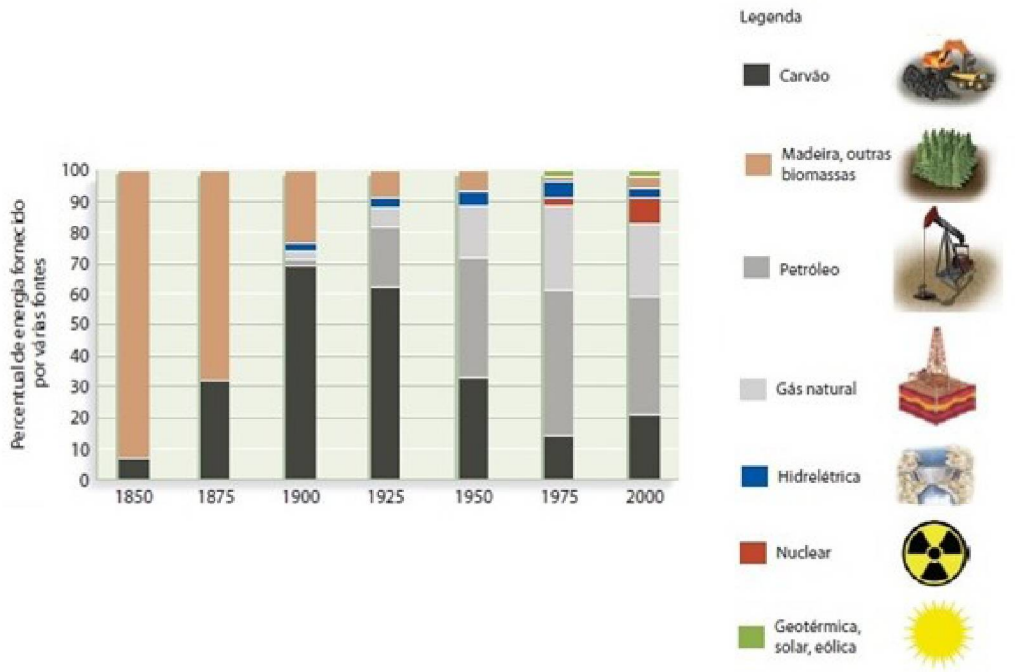
As “mudanças climáticas antropogênicas” são, portanto, resultantes da interferência humana na organização e funcionamento dos fenômenos naturais internos do Sistema Climático Terrestre, principalmente os que envolvem a elevação do nível dos GEE (dentre eles, especialmente o CO_2 e o CH_4), que produzidos pelas atividades humanas alteram a composição e o dinamismo da atmosfera e por consequência mudam o clima.

As concentrações na atmosfera dos GEE têm variado, seja por causas naturais ou por causas antropogênicas, entendendo que esse aumento é

decorrente da intensificação do EE, o qual tem potencializado o aquecimento global e por consequência o fenômeno das mudanças climáticas.

Acredita-se que as raízes da intensificação do EE estejam associadas com o consumismo contemporâneo e relacionadas com o modelo de produção industrial adotado principalmente pelo uso do carvão mineral (fase inicial e mediana da era industrial) e posteriormente o petróleo (fase mediana e avançada da era industrial), como mostra o Gráfico 05 a seguir:

GRÁFICO 05: EVOLUÇÃO DO USO DA ENERGIA NO PLANETA - PERCENTUAL DE ENERGIA FORNECIDO POR VÁRIAS FONTES



FONTE: GROTZINGER; JORDAN (2013).

Pelo Gráfico 05[33], podemos observar a relação entre a disponibilidade do recurso energético, o período histórico em que era disponibilizado, com o seu nível de consumo, medido numa escala percentual de 0 – 100. Essa correspondência entre os dados possibilita mostrar a relação entre a evolução e organização das sociedades com o tipo de recurso energético utilizado, ou seja,

[33]O uso que a sociedade humana fez dos recursos energéticos mudou da biomassa renovável para combustíveis fósseis, à medida que cresceu o consumo energético, demonstrado pelos percentuais dos diversos tipos de energia usados nos Estados Unidos de 1850 até 2000. [U.S. Energy Information Agency] (GROTZINGER; JORDAN, 2013, p. 656).

a medida em que os recursos energéticos mudaram da biomassa renovável para os combustéivies fósseis, houve um aumento considerável desse recurso energético associado com o desenvolvimento das sociedades.

Pelo crescimento da concentração do Dióxido de Carbono (CO_2), esse se apresenta como o centro das atenções no quadro do aquecimento global do Sistema Climático Terrestre.

Os estudos pioneiros acerca das medições de suas concentrações sobre a relação entre os GEE, especialmente o Dióxido de Carbono (CO_2) e o aumento da temperatura da Terra, são atribuídas ao matemático e físico francês Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830), que descreveu quais fatores determinam a temperatura média global da atmosfera à superfície e como calcular o seu valor.

Consolidando essa pesquisa, em 1896, o químico sueco Svante Arrhenius foi o primeiro cientista a quantificar experimentalmente os impactos do Dióxido de Carbono (CO_2) no EE terrestre, levantando a possibilidade de aumento da temperatura terrestre devido a emissões desse gás.

Seus trabalhos foram complementados, somente em 1938, quando o engenheiro inglês Stewart Callendar que contribuiu com o estabelecimento do conceito do EE, sugerindo que o CO_2, proveniente da queima dos combustíveis fósseis era o responsável pelo aumento da temperatura média do Planeta e consequentemente pelas alterações no clima (OLIVEIRA; VECCHIA; 2009).

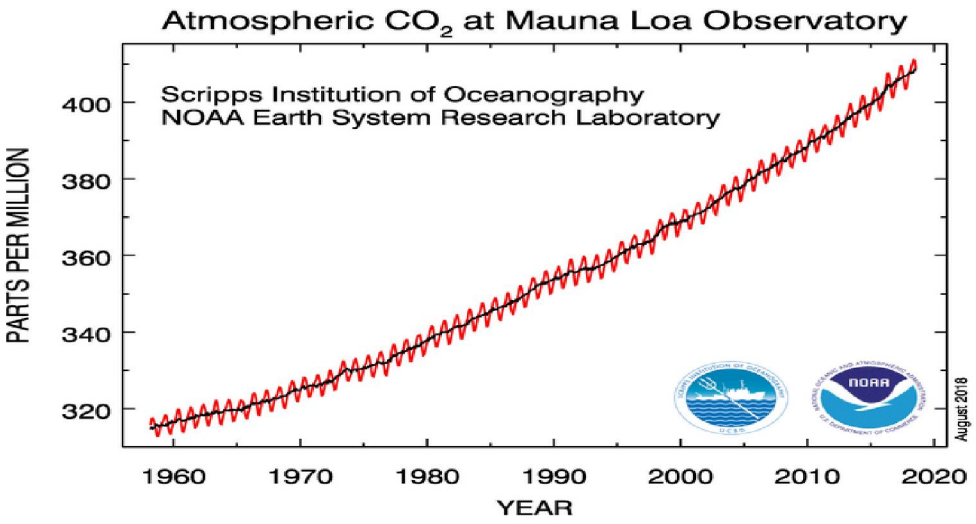
No entanto, foi a partir de 1950, que a Ciência do clima ganha forma principalmente nos EUA, por meio do desenvolvimento da Geofísica, houve as primeiras medições da concentração do Dióxido de Carbono (CO_2) ocorreram no vulcão de Mauna Loa, localizado no – Havaí[34]. Os resultados obtidos dessa medição são aceitos, porque o Dióxido de Carbono (CO_2), por ser um gás que se mistura relativamente bem na atmosfera, os dados tornam-se representativos

---

[34] Atualmente, existem quatro observatórios no Planeta. Na década de 1970, a NOAA (National Oceanic & Atmospheric Administration) instalou três novas estações: em Barrow, no Alaska, no círculo polar ártico; a estação de Samoa Americana, localizado no Sul do Pacífico - Polinésia, e ainda temos a estação do Polo Sul–Antártica. (Disponível em: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/>. Acesso em: 17 mai. 2019).

para toda a atmosfera do Planeta. O gráfico resultante dessas observações ficou conhecido como “Curva de Keeling”. A Figura 03 abaixo mostra a Curva de Keeling, com as concentrações de Dióxido de Carbono (CO_2) medidas na estação de Mauna Loa, Hawai, durante as últimas décadas, observemos:

FIGURA03: OBSERVAÇÃO DO AUMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE CO_2 NA ATMOSFERA



FONTE: MAUNA LOA, HAWAII OBSERVATORY (2018).

Contudo, a preocupação com o aquecimento global remonta da década de 70, à medida em que a utilização dos combustíveis fósseis foi vista pelos cientistas, como uma possibilidade de interferência na temperatura global o que poderia provocar o aquecimento do planeta. Nesse período, as questões políticas atingiram seu auge, suscitando de forma intensa o início das discussões e preocupações acerca dos problemas ambientais e das questões do clima, as quais mobilizaram encontros mundiais tendo o intuito de compreender melhor estas questões.

Como resultado, ocorreram vários encontros com vistas à diminuição das emissões dos GEE, entre eles destacamos: a I Conferência sobre o Meio Ambiente, em Estocolmo em 1972, o reconhecimento de Wallace Broeckerem 1975, por empregar pela primeira vez a expressão “aquecimento global” e a realização da Primeira Conferência Climática Mundial, em Genebra 1979, resultando na criação do Programa Climático Mundial.

A partir de então, Leite (2015) reitera que o aquecimento global se tornou foco, tanto no meio científico, quanto no meio político e publicitário. Houve uma

imensa produção de evidências resultantes da adoção de novos métodos e instrumentos de pesquisas. Laboratórios de modelagem climática foram instituídos em diferentes regiões, propiciando novas investigações e trocas de conhecimento, legitimando seu diálogo diante da sociedade e no confronto, seja em relação às políticas de energia (instabilidade do petróleo nos anos 70), seja em relação às políticas de meio-ambiente (presentes na agenda internacional após a Conferência de Estocolmo).

Ao longo dos anos 80, cresceu a preocupação de pesquisadores ligados a questões ambientais, com o impacto dessas mudanças sobre os ecossistemas acelerando os processos de trocas entre os grupos de pesquisas na área, e diante dos compromissos assumidos, houve em junho de 1988 a *Conferência de Toronto,* na qual foi estabelecido pela primeira vez o objetivo de redução de emissões de CO_2 estipulado em torno de 20% até o ano de 2005.

Foi nessa Conferência que saiu a proposta de formação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), sendo oficialmente formalizada sua constituição pela Assembleia Geral da ONU, em 06 de dezembro do mesmo ano.

Segundo Leite (2015), na década de 90, com o desenvolvimento da modelagem climática a partir de sofisticados programas de computadores, permitiu a fundação de uma nova climatologia que, por um lado, pode explicar a variabilidade do clima ocorrida ao longo do século, por outro, pode avaliar a contribuição dos fatores naturais e antropogênicos sobre a variação do clima, sendo capaz de compreender melhor a dinâmica planetária do clima a partir de seus fundamentos físicos.

Em 1990, foi realizada a "Segunda Conferência Mundial do Clima" e a publicação do primeiro relatório do IPCC, o AR1, seguido pelas conferências: "Eco-92 Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento" (CNUMAD) - no Rio de Janeiro e a Primeira Conferência das Partes (COP – I) em Berlim, 1995.

Em relação às políticas que envolvem as questões climáticas, damos destaque para (COP – III), que ocorreu no Japão, em 1997, a qual rompeu uma tradição de divergências aprovando importante documento com força de lei: o

Protocolo de Kyoto[35], o qual teve grande influência nas informações contidas na publicação dos demais relatórios do IPCC: Segundo, Terceiro, Quarto e Quinto Relatórios do IPCC, denominados AR2, AR3, AR4 e AR5 (1995, 2001, 2007 e 2014, respectivamente) e os Relatórios Síntese.

O último relatório do IPCC – AR 5 (2014) indica que as atividades humanas estão injetando anualmente 9 milhões de toneladas adicionais de carbono fóssil na atmosfera, apontando que o aumento das emissões de GEE é o responsável pela tendência anômala de crescimento das concentrações de Dióxido de Carbono (CO_2) na atmosfera, que passou de cerca de 280 ppm, na era pré-industrial, para uma concentração média de 399 ppm, em 2015, tendo portanto uma participação significativa no processo de aquecimento global do Planeta (RUDDIMAN, 2015; IPCC, 2014; ARTAXO, 2014a).

Segundo Ruddiman (2015), as causas das "Mudanças Climáticas Antropogênicas" se referem às atividades que estejam relacionadas à degradação e à exploração dos recursos naturais, vinculadas a processos de urbanização, de industrialização, de produção de energia, de queimadas e desflorestamentos e a expansão da área de agricultura, pecuária e agroindústria.

Como efeito das atividades antropogênicas podemos citar: a alteração no nível do mar, o derretimento de geleiras, as alterações biológicas em migrações de espécies, a acidificação dos oceanos. No entanto, nem todos os cientistas relacionam o aumento da temperatura às atividades antrópicas (ARTAXO, 2014a).

Segundo o Instituto de Pesquisas Econômicas e Aplicadas (IPEA, 2011), os efeitos de um aumento de temperatura global podem ocasionar um aumento da intensidade de eventos extremos, trazendo uma maior ocorrência de secas e enchentes, além de colocar em risco a vida de populações inteiras, pelo aparecimento de epidemias e pragas, que trariam também implicações na infraestrutura de abastecimento de água e luz, nos sistemas de transporte e em outros serviços.

---

[35] Protocolo de Kyoto: constituição da proposta da redução da emissão dos GEE, estabelecendo três mecanismos para viabilizar o sucesso do documento, são eles: a) implementação conjunta; b) comércio de emissões e c) mecanismo de desenvolvimento limpo – MDL (CURI, 2011).

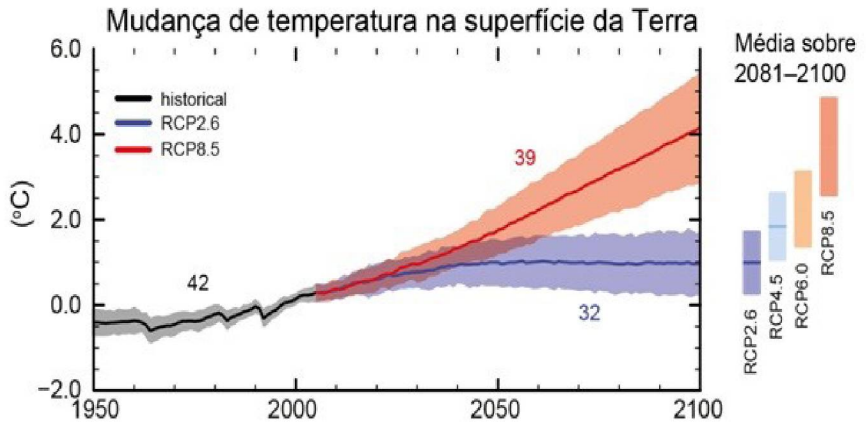
Obviamente, existem outros fatores que interferem na variação da temperatura do Planeta, como por exemplo, as erupções vulcânicas e os terremotos, no entanto, todos estes fatores associados vêm provocando uma mudança na composição e no dinamismo do Sistema Climático e consequentemente, do clima (GÓMEZ; ROMANILLOS, 2012).

Segundo Branco (2014), ao elaborar o resumo acerca do quinto relatório do IPCC – AR5 (2014) indica que em relação ao último relatório publicado em 2007, o que muda basicamente é a constatação mais segura acerca de três conclusões:

- O aquecimento global é certo, e enquanto ocorrer a participação humana nesse cenário, ele continuará acontecendo;
- O aquecimento é irreversível em uma escala que deverá atingir séculos ou mesmo milênios;
- A ação imediata, mais que urgente, é essencial e em escala global.

Prognósticos recentes do IPCC – AR5 (2014) apontam para um aumento da temperatura na ordem de 1,2ºC para 6ºC, nas médias térmicas globais. A Figura 04 abaixo apresenta os quatro cenários que se referem à quantidade de energia absorvida pelos GEE, os RCPs[36], num período de escala de tempo entre 2.000 a 2.100.

FIGURA 04: POSSÍVEIS CENÁRIOS DE ALTERAÇÕES NA TEMPERATURA DO PLANETA



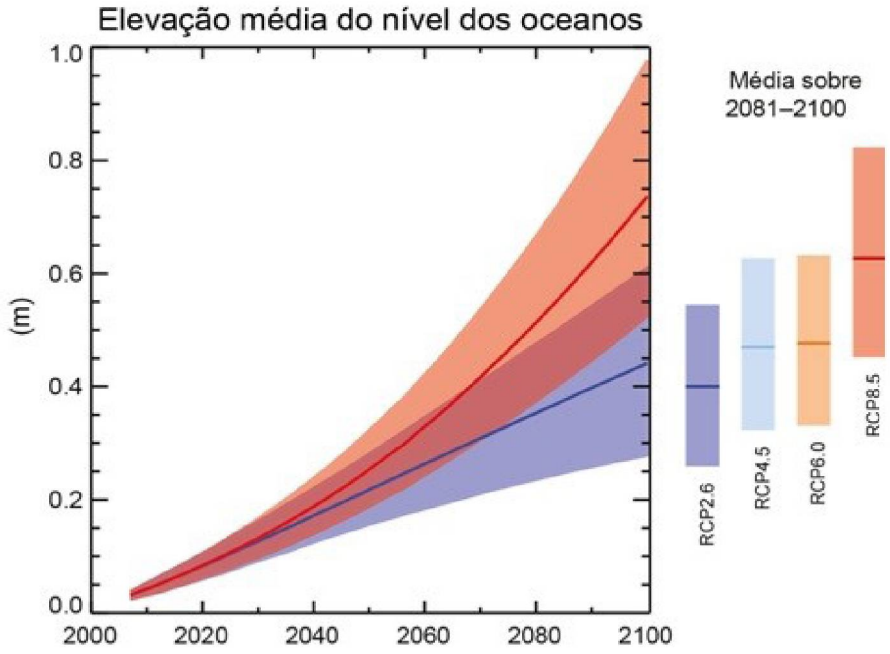
FONTE: IPCC (2014).

[36] Os *Representative Concentration Pathways - RCPs*, a saber: RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 e RCP8.5. O cenário representado pelo RCP8. 5 é considerado o pior deles, imaginando como seria a temperatura, caso a sociedade não tome nenhuma medida para lidar com o clima. Já o RCP2.6, é o cenário de menor impacto, onde o comprometimento da humanidade para evitar o aquecimento seria máximo (IPCC - AR 5, 2014).

Como consequência dessa elevação da temperatura, poderá ser evidenciado o aumento nos índices de precipitação nas regiões do planeta com latitudes médias e altas e uma redução nos níveis de precipitação nas latitudes baixas.

O mesmo relatório também apresenta modelos climáticos que preveem, pelo aumento da temperatura, a possiblidade de redução de gelo Ártico, enquanto na Antártica, ocorreria o efeito inverso. A massa de gelo aumentaria devido ao aumento da precipitação, embora sobre estas previsões haja controvérsias, estima-se que haverá degelo nas regiões glaciares que cobrem o Planeta, evidenciando a elevação no nível dos oceanos esperando um aumento médio de 0,2 metros em 2010 para 0,7 metros até 2100, conforme mostra a Figura 05, a seguir:

FIGURA 05: POSSÍVEIS CENÁRIOS DE ELEVAÇÃO NO NÍVEL DOS OCEANOS DO PLANETA



FONTE: IPCC (2014)

Outras consequências estão previstas com o aumento do nível do mar, o qual promoveria inundações nas zonas costeiras atingindo as cidades litorâneas, os manguezais, como também poderá haver contaminação dos aquíferos pela água salgada que atingirá os complexos estuários. Há também a probabilidade

dos países insulares do Oceano Pacífico serem submersos desaparecendo, causando a migração de toda a população dessas ilhas, causando uma migração forçada.

Marengo (2014) afirma que a associação da elevação da temperatura com a variação da precipitação de chuvas poderá provocar o aparecimento de vetores de enfermidades tropicais, tais como: a malária, a dengue, o cólera, a esquistossomose e demais doenças oriundas da desidratação e carência de alimentos, além de promover o aparecimento dessas doenças em regiões onde essas não eram frequentes, e o aumento naquelas em que já se encontravam instaladas.

Em relação às comunidades biológicas, essas também sofrerão com o aumento de temperatura. Segundo o IPCC – AR5 (2014), poderá ocorrer uma alteração na composição da vegetação dos biomas e ecossistemas, que mesmo sendo uma variação discreta propiciará a extinção prematura de algumas espécies, alterações na composição do conjunto de outras e até surgimento de novas espécies.

Contudo, o relatório do IPCC – AR5 (2014), além de reiterar a gravidade das mudanças climáticas, analisou como os padrões de riscos e potenciais benefícios estão se tornando inconstantes com a mudança global do clima, considerando que os impactos e riscos[37] relacionados à mudança do clima podem ser reduzidos e gerenciados por meio de atividades de adaptação e mitigação.

Segundo o mesmo relatório, as ações de adaptação são processos de adequação estratégicas disponíveis para lidar com os riscos das variações climáticas, as quais devem procurar diminuir ou evitar danos aos sistemas naturais pela atividade humana, como por exemplo: transposição de bacias, construção de barreiras de contenção às enchentes, entre outras. Por sua vez, a mitigação é destinada a reduzir fontes ou aumentar os sumidouros de GEE

[37] Risco: Consequência potencial em uma situação em que algo de valor está em jogo e que o resultado é incerto, reconhecendo a diversidade de valores. O risco é muitas vezes representado como a probabilidade de ocorrência de eventos perigosos ou tendências multiplicadas pelos impactos destes eventos ou tendências ocorrerem. O risco resulta da interação entre vulnerabilidade, exposição e danos. Neste relatório, o termo risco é usado principalmente para referir-se aos riscos oriundos dos impactos relacionados às mudanças climáticas (IPCC-AR5, 2014, p. 5).

com estratégias de manejo aos efeitos adversos às mudanças climáticas com intervenções nos sistemas vulneráveis.

Desse modo, a mitigação juntamente com a adaptação tem o intuito de contribuir para que se propicie uma possível estabilização dos GEE na atmosfera, a um nível que impeça a interferência antropogência perigosa no sistema climático, assegurando a subsitência da população e o desenvolvimento econômico sustentável.

Tal fato indica a necessidade de uma restruturação e maior participação política, institucional e cultural para que a intervenção humana destinada à redução das fontes de CO_2 sejam mais efetivas e significativas, para que as soluções não se reduzissem apenas a mudanças de cunho científico-tecnológico.

Veltrone (2015) reitera que apesar desse relatório apresentar um tom pessimista, afirmando que mesmo que zerássemos as emissões de GEE, a interferência no Sistema Climático Terrestre seria observada ainda por um longo período de tempo, o próprio relatório relativiza esse pessimismo ao afirmar que o risco se constitui numa oportunidade de mudança de postura frente ao desafio posto, não se falando em impedir o aquecimento, mas sim, reduzi-lo e controlá-lo com ações mitigatórias.

Como exemplos de ações mitigatórias contra as mudanças climáticas, e consequentemente, quanto aos efeitos do aquecimento global, podemos citar o investimento no reflorestamento e conservação de áreas naturais, o incentivo ao uso de energias renováveis, como a energia eólica e a substituição dos combustíveis fósseis (gasolina e diesel) pelos biocombustíveis (etanol, biodiesel e carro elétrico); investimento das indústrias em tecnologias para a redução de resíduos, reaproveitamento e reciclagem de materiais; além de se estabelecerem políticas públicas em tecnologias de baixo carbono e melhorias no transporte público.

Porém, como essas medidas envolvem negociações de cunho político e econômico sobre o controle das emissões dos GEE, esse fator tem dificultado tomadas de decisões efetivas, pois segundo Leite (2015) além dos interesses nessa área divergir em cada país, fator que vem prejudicando o cumprimento dos acordos internacionais, o que se observa que está em jogo ainda é a manutenção dos fundamentos materiais do sistema capitalista.

Desse modo, os estudos sobre a intensificação do aquecimento global, assim como suas causas, consequências e medidas mitigatórias, abrangem questões complexas, pois estão submetidas, não somente as questões científico-meteorológicas, mas, sobretudo ficam evidentes que essas ações passam principalmente por aspectos sociais, como instituições, modelos econômicos, arranjos políticos, como também envolvem mudanças individuais de comportamento, havendo a necessidade de aprofundamento no debate acerca das mudanças climáticas globais.

De fato, não há dúvidas de que temas ambientais complexos como aquecimento global são controversos, pois nos remetem a visões de mundo profundamente conflitantes. Contudo, é preciso além de situar as mudanças climáticas como um tema complexo, distinguir as diferentes controvérsias apresentadas pela comunidade científica, relacionadas a diferentes questões, quando tratamos dessa temática (JUNGES; MASSONI, 2018).

A próxima seção apresenta as mudanças climáticas diante da complexidade, controvérsias, incertezas, e as contribuições da Ciência para o tema.

2.3 – Controvérsias e Incertezas sobre Mudanças Climáticas

2.3.1 Mudanças Climáticas: um tema complexo

Diante da organização sistêmica do Planeta que é intensa e instável, e considerando sua dinamicidade muitas vezes em resposta às causas naturais em suas múltiplas escalas de tempo e espaço, é que permeiam as questões de complexidade e incertezas sobre a crise socioambiental instalada, principalmente as que envolvem a temática das mudanças climáticas.

Reconhecer a existência de um aquecimento global antropogênico, operando em uma ordem de grandeza não aparente no cotidiano, evidencia-se a dificuldade de distinguir as alterações de ordem antropogênica daquelas de origem astrogeofísica. Desse modo, entender as mudanças climáticas demanda predisposição para interpretar o tema sob diversos pontos de vista, considerando que esse fenômeno nem sempre ou exclusivamente deve estar associado a catástrofes ou a situações danosas à sociedade ou aos ecossistemas, fato que mostra seu caráter complexo.

A complexidade se apresenta como uma forma de olhar para o mundo, e a partir dela, ter a possibilidade de entender a existência de algumas controvérsias e incertezas relacionadas aos temas ambientais, em especial ao das mudanças climáticas.

Morin (2005, p. 69) define que uma realidade complexa diz respeito "[...] à incapacidade de ter certeza de tudo, de formular uma lei, de conceber uma ordem absoluta". Para o autor, reconhecer uma realidade complexa significa "[...] compreender que jamais poderemos escapar da incerteza, e que jamais poderemos ter um saber total, apresentando assim maneiras diversificadas de se compreender a realidade".

Por esse motivo, segundo o autor referenciado, entender dos fenômenos climáticos é uma tarefa difícil, pois estamos diante de um campo complexo que envolve além do Sistema Climático 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, e demais questões que envolvem o campo.

A perspectiva que visa compreender aos fenômenos climáticos, a partir de sua realidade complexa, apresenta-se como uma nova maneira de compreensão das organizações sistêmicas, que se contrapõem às análises que propõem uma descrição determinista dos fenômenos, possibilitando ao ser humano a superação de visões simplificadas de determinadas situações, colocando-o diante da complexidade do mundo real.

Segundo Morin (2005, p. 35):

> [...] a complexidade coincide com uma parte de incerteza, seja proveniente dos limites de nosso entendimento, seja inscrita nos fenômenos. Mas a complexidade não se reduz a incerteza, é a incerteza no seio de sistemas ricamente organizados. Ela diz respeito a sistemas semi-aleatórios cuja ordem é inseparável dos casos que os concernem. A complexidade está, pois, ligada a certa mistura de ordem e de desordem, mistura íntima, ao contrário da ordem/desordem estatística, onde a ordem (pobre e estatística) reina no nível das grandes populações e a desordem (pobre, porque pura indeterminação) reina no nível das unidades elementares.

Logo, o pensamento complexo nos conduz a um maior entendimento sobre a complexidade dos problemas socioambientais, contribuindo no enfrentamento das incertezas que envolvem os fenômenos climáticos,

pressupondo o entendimento do real em sua totalidade, ou seja, segundo Morin (2005), a compreensão do todo não implica na justaposição das partes, mas sim, na interação entre elas, na qual a causa age sofre o efeito e o efeito age sobre a causa, exatamente como o princípio de retroalimentação.

Andrade (2007) apresenta a importância do reconhecimento da complexidade das relações sistêmicas do Planeta se conseguirmos direcionar as sociedades o olhar amplamente para aos problemas socioambientais entendendo-os como:

> [...] problemas sistêmicos que repousam sobre um modelo de economia e de vida posto em prática pelas sociedades modernas, especialmente as do mundo ocidental. (...) os problemas ambientais que têm ocorrido no planeta não devem ser analisados sem as ligações e nexos existentes entre a fisiologia da própria natureza e as práticas humanas. Defrontamo-nos, então, com questões que se apresentam tanto na esfera da organicidade da própria natureza quanto na sua desorganização dada pelo trabalho e práticas do homem (ANDRADE, 2007, p. 36).

A complexidade nos ajuda a compreender que mesmo o Planeta sendo considerado um sistema integrado entre seus componentes, existem diferentes níveis de organização, que mesmo estando amplamente conectados, as interações decorrentes desse sistema podem ocorrer em espaços e tempos distintos, interferindo no sistema global, mas de modo diferenciado.

O reconhecimento da complexidade possibilitou que repensássemos as certezas historicamente construídas, oferecendo subsídio para a elaboração de uma nova visão da natureza e da compreensão acerca dos fenômenos em sua totalidade, principalmente ao considerar a sua multidimensionalidade.

Prigogine e Stengers (1984) ao apresentarem alguns aspectos relacionados à complexidade, principalmente quando se relacionam aos fenômenos físicos, como é o caso das mudanças climáticas, indicam que as análises pautadas unicamente por uma visão determinista de Ciência limitam a compreensão de uma visão mais ampla sobre a natureza.

Segundo esses autores, os estudos dos fenômenos climáticos estão diretamente relacionados com os processos de instabilidade, irreversibilidade e probabilidade, o que significa dizer que o Sistema Climático é um sistema longe do equilíbrio, fato que propiciou a existência dos mais diferenciados tipos de ambientes e consequentemente foi o que possibilitou a diversidade de vida no Planeta (PRIGOGINE; STENGERS, 1984).

Os estudos de Prigogine e Stengers (1984), Morin (2005) e Andrade (2007) contribuem para a compreensão da complexidade do Sistema Climático Terrestre, favorecendo à compreensão de que o clima é um exemplo de um sistema que pode ser caracterizado como complexo, sujeito à interferência de diversos fatores (naturais e antropogênicos), indicando que ao se lidar com fenômenos climáticos, significa focar em possibilidades em vez de certezas absolutas.

Nessa perspectiva, é uma tarefa difícil se evitar o surgimento de controvérsias, contradições e pensamentos divergentes sobre os fenômenos climáticos, visto que construímos relações sobre um mundo instável, imprevisível e probabilístico. Em referência a essa dinâmica do Sistema Climático Terrestre Reis (2013) afirma que:

> O fenômeno das mudanças climáticas caracteriza-se por ocorrer em um sistema aberto, sujeito a interferência 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 "complementaridade" (na qual diferentes fenômenos se estruturam de forma a interferir nas mudanças do clima) (REIS, 2013, p. 67).

Podemos afirmar então que a partir da visão pautada na complexidade e diante da natureza das mudanças climáticas globais, não temos a possibilidade de análise com projeções marcadas por certezas, fato que colabora para o surgimento de algumas controvérsias relacionadas aos fenômenos climáticos, onde as tentativas de explicar as origens, as causas e os efeitos envolvem uma série de questões controversas que emergem da própria complexidade inerente ao fenômeno.

A partir dessas considerações, constatamos que o reconhecimento da existência de controvérsias e incertezas ligadas ao tema das mudanças climáticas, independente do lado pelo qual se olha o problema, esse oferece espaço para o surgimento de dissensos sobre determinados pontos a ela associada.

2.3.2 Controvérsias e incertezas científicas sobre mudanças climáticas

As discussões acerca das controvérsias e incertezas científicas sobre o fenômeno das mudanças climáticas emergem da realidade complexa que envolve o tema, e das diferentes tentativas que foram construídas ao longo do séc. XX para explicar os fatores que o determinam, sabendo que essas controvérsias não têm origem somente científica, mas são também de cunho político, econômico e social.

Silva e Carvalho (2007, p. 08) 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 CO_2 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.

Situação apresentada por esses autores indica que dependendo da comunidade, na qual se originam as controvérsias, seja ela social, científica ou política, cada uma produz um discurso diferenciado sobre a temática. Nesse caso, as diferentes hipóteses criadas relativas às causas, consequências e medidas mitigatórias sobre as mudanças climáticas acabam determinando as controvérsias e contradições, na medida em que, buscam localizar diferentes cenários que apresentem explicações sobre o fenômeno climático.

Além disso, Ribeiro e Kawamura (2014, p.167) escrevem que:

> [...] as controvérsias não são coisas a serem superadas, mas têm um caráter intrínseco, na medida em que são o caminho para explicitar contradições. As contradições, por sua vez, são os elementos que movem as dinâmicas sociais, como expressão de diferentes relações econômicas, objetivos e valores.

Nesse caso, é importante destacar que muitas das controvérsias e complexidades sobre o tema das mudanças climáticas, auxiliam-nos na elaboração de um conhecimento científico sobre o tema, além de colaborar para a superação da visão determinista de Ciência, e a partir dela, compreender algumas divergências relacionadas à temática.

De fato, não há dúvidas de que temas ambientais complexos como das mudanças climáticas são controversos, no entanto, é preciso distinguir entre

diferentes controvérsias, relacionadas a diferentes questões, quando tratamos dessa temática.

Segundo Junges e Manssoni (2018), as principais incertezas e controvérsias sobre as mudanças climáticas e aquecimento global podem ser resumidas em quatro questões: Existe um aquecimento global com a participação antropogênica? Há possibilidade de amenizar esse fenômeno climático? Se a resposta for afirmativa, o que devemos fazer? Qual a temporalidade (velocidade) dos efeitos do aquecimento global sobre a sociedade, o ambiente, o Planeta? Qual a severidade desses efeitos?

Todas essas questões são importantes e profundamente distintas, e nos levam a diferentes posições e controvérsias, as quais propiciaram o surgimento de duas correntes científicas de autores que tratam das questões referentes às mudanças climáticas globais: a aquecimentista e a cética. Apesar dos grupos assumirem posições discordantes sobre a existência de um aquecimento global antropogênico no que diz respeito à causa e consequências, ambos concordam que a Terra passou por um aquecimento de cerca de 0,6ºC no século XX.

Essa alteração é claramente referenciada pelos modelos climáticos apresentados nos relatórios do IPCC – AR4, AR5 (2007, 2014), nos quais os níveis de confiança na atribuição da influência humana no clima global aumentaram cada vez mais. Pela análise dos resultados das publicações especializadas na área, se evidencia que há 90% de chance de que a maior parte do aumento da temperatura média global observada durante o séc. XX foi devido ao aumento das concentrações dos GEE de origem antropogênicas. Fato observado pelas emissões de GEE, que antes da era industrial essas se mantinham constantes, porém, após essa época as concentrações desses gases aumentaram consideravelmente.

Os relatórios contestam a tese que as emissões do Dióxido de Carbono (CO_2) são naturais, indicando que os GEE foram a causa maior do aquecimento global nos últimos 150 anos, observada pela alteração dos elementos internos que compõem o Sistema Climático Terrestre, como as mudanças na circulação dos oceanos; nas características da atmosfera (GEE, aerossóis/ nuvens) e na superfície terrestre (erupções vulcânicas, terremotos e uso dos solos).

Assim, o conjunto de dados dos dois últimos relatórios do IPCC – AR4, AR5 (2007, 2014), promoveram um consenso em boa parte da comunidade

científica, no qual o grupo dos cientistas aquecimentistas afirmam que o aquecimento global, principal motor das mudanças climáticas globais, é consequência do aumento do efeito dos GEE na atmosfera provocado pela ação antropogênica no Sistema Climático trazendo sérios riscos tanto para os sistemas naturais, quanto para os humanos, e que poderá aumentar nos próximos anos (IPEA, 2011; IPCC, 2014).

Porém, mesmo diante da certeza que as mudanças climáticas estão ocorrendo e até sendo aceleradas por uma combinação de fatores, é complexo determinar com precisão quais as consequências de tais alterações em cada localidade geográfica, o que possibilita que ocorram discordâncias, incertezas e controvérsias.

Segundo Veltrone (2017), é justamente essa complexidade do tema associado a uma série de eventos geograficamente distantes e aos diferentes discursos correlacionados ao aquecimento global, que pesquisadores como: Molion (2008, 2011), Maruyama (2009), Lino (2010) e Oliveira et al. (2017) consideram que o aquecimento global não pode ser atribuído à ação antropogênica entendendo que o clima planetário segue uma dinâmica natural, com alternância de ciclos de resfriamento e de aquecimento, e que não somos tão culpados.

Segundo Molion (2008) e Lino (2010), uma grande polêmica reside no fato de que o IPCC, por meio de seus relatórios, não consegue explicar com nitidez a variação de temperatura que houve no início do séc. XX, entre 1920 e 1946 quando se observou um aumento da temperatura média do Planeta de 0,4ºC, correspondente a 70% do aquecimento dos dias atuais, seguida de um resfriamento de cerca de 0,2º C, entre 1947 e 1976. Como também faltam esclarecimentos sobre o aumento da temperatura média global próximo de 0,3ºC a partir de 1977, lembrando que, esse último período foi pós-guerra, momento que houve um grande desenvolvimento industrial e tecnológico, e consequentemente tivemos um aumento na concentração dos GEE.

Segundo Molion (2008, p. 51), "o próprio Painel concorda que o primeiro período de aquecimento, entre 1920 e 1946, pode ter tido causas naturais, possivelmente o aumento da produção de energia solar e a redução de albedo planetário" [...], no entanto, a grande dúvida reside no fato de que o aquecimento a partir de 1977, não foi observado em todas as regiões do globo, o que indica

que essa alteração da temperatura pode ter ocorrido devido a variações internas no aquecimento dos oceanos[38] inerente ao sistema terra-oceano-atmosfera, e não somente pela intensificação dos GEE pela ação antropogênica.

Diante dos fatos, Cruz et al. (2014) afirmam que a origem das controvérsias científicas que separam os dois grupos, aquecimentistas e céticos, está pautada na discordância da origem do aumento da temperatura da atmosfera terrestre. Enquanto os aquecimentistas anunciam veemente que o aquecimento global é causado pelo aumento do CO_2 na atmosfera por ação antropogênica – IPCC – AR4, AR5 (2007; 2014), os céticos por considerarem a complexidade que envolve o Sistema Climático Terrestre anunciam que a alteração na temperatura da atmosfera envolve, não somente os decorrentes das alterações na concentração dos GEE, mas sim englobam todos os fatores internos e externos inerentes a esse sistema, não se prendendo a uma única teoria explicativa para o fenômeno.

Dentre as variações naturais do Planeta, os cientistas céticos citam como principais fatores que influenciam nas mudanças climáticas, ao longo de sua existência, os fatores externos – como as oscilações das atividades solar, os parâmetros orbitais terrestres e a possível colisão de asteroides ou cometas, – e os internos – como variação da temperatura de superfície dos oceanos, nas características da atmosfera e da superfície terrestre (erupções vulcânicas, terremotos e uso dos solos). Isso se deve, pois consideram que o clima nunca foi estável, como também nunca permaneceu em equilíbrio (CASAGRANDE; SILVA JÚNIOR; MENDONÇA, 2011; CRUZ et al., 2015).

Entretanto, Reis; Silva e Figueiredo (2015) sugerem que devemos atentar para a real intenção de abordagens controversas científicas, afirmando que o objetivo não é o de indicar se o ser humano é ou não o responsável pelas mudanças climáticas, ou discutir a veracidade das previsões científicas, ou

---

[38]Aquecimento dos oceanos: Considerando que a solubilidade doCO_2 nos oceanos depende de sua temperatura, com uma relação inversa. Diante do aumento da temperatura dos oceanos devido à redução do albedo planetário e à atividade solar mais intensa em certos períodos, a absorção de CO_2 pelos oceanos pode ter sido reduzida e maisCO_2 ter ficado armazenado na atmosfera. Portanto, não se pode afirmar que foi o aumento de CO_2 que causou o aumento de temperatura. Pode ter sido exatamente o contrário, ou seja, que o CO_2 tenha aumentado em resposta ao aumento de temperatura dos oceanos e do ar adjacente (MOLION, 2008, p. 62).

mostrar um posicionamento 'contra ou a favor', o verdadeiro propósito está em reconhecer a complexidade que envolve a temática.

Contudo, mesmo que historicamente ao longo do século XX, esse tema tenha sido um caso de controvérsia científica, Junges e Massoni (2018) afirmam que nas últimas duas décadas foi consolidado um amplo consenso científico legítimo acerca do aquecimento global antropogênico, advindo de um árduo trabalho de pesquisa que coletaram argumentos e evidências suficientes para convencer a maioria da comunidade de especialistas, dizendo que aquecimento global antropogênico é uma teoria científica consistente, e neste caso recomendam "que o aquecimento global seja tratado como um caso histórico de controvérsia científica, mas não como uma controvérsia científica em curso" (JUNGES; MASSONI, 2018, p. 458).

Essa constatação é justificada pelo fato de que apesar de todas as controvérsias existentes, em realidade, a maioria das instituições científicas relacionadas ao clima concordam que as mudanças climáticas existem e são causadas pelo homem, não havendo nenhum motivo para acreditar que as mudanças climáticas não estejam ocorrendo.

Entretanto, nesse contexto, é importante reconhecer que os dissensos e controvérsias fazem partes da ciência e torna igualmente razoável reconhecer que o consenso também o é, sendo uma condição necessária para a legitimidade do conhecimento científico, pois toda teoria científica gera episódios de controvérsias e consensos entre os membros da comunidade científica sobre a legitimidade teórica e empírica de determinada teoria antes dela ser aceita.

Partindo dessa consideração, Junges e Massoni (2018, p. 459) afirmam que:

> Um olhar para a história da ciência revela que grandes conquistas científicas, como o Modelo Heliocêntrico de Copérnico, a Teoria da Relatividade, a Teoria Quântica, a Teoria das Placas Tectônicas, as Teorias de Darwin, entre outras, envolveram disputas e desacordos entre cientistas que se traduziram em longas controvérsias científicas.

Essa compreensão nos leva a considerar que ser cético, dentro de uma perspectiva filosófica, significa cultivar uma atitude de pesquisa sempre aberta perante o mundo e a novas constatações, nunca aderindo a verdades parciais, confirmando que a Ciência expressa os resultados de um processo de

construção e seleção cultural, sendo produzida na e pelas relações sociais, o que nos leva a aceitar a provisoriedade dos fatos científicos e da própria Ciência.

Esse fato diferencia os cientistas céticos dos negacionistas. Nesse grupo, se encontram pessoas (cientistas ou não) que por algum motivo negam uma evidência científica sem apresentar argumentos legítimos para tal alegação impossibilitando que outros membros possam avaliar o seu mérito. Nesse sentido, esse discurso vazio e sem fundamentos distorce a realidade, confunde os leigos e traz consequências sociais para o enfrentamento, seja qual for o problema.

Logo, segundo Junges e Massoni (2018), ser negacionista, não é ter uma postura crítica diante dos desafios postos pela sociedade e buscar pela pesquisa respostas, ser negacionista diz respeito apenas a negar uma verdade da qual não gostamos, obscurecendo o discurso científico. É nesta situação que encontramos algumas manifestações, políticos e mediáticos sobre o aquecimento global antropogênico.

Em consonância com essa fala, Bruno Latour (2017) afirma que: "[...] o objetivo da Ciência não é produzir verdades indiscutíveis, mas discutíveis". Nem as Ciências Naturais e Exatas produzem verdades indiscutíveis, mas sim "[...] produzem discussões públicas normatizadas". Alerta para o fato de que a sociedade atual não espera das Ciências verdades definitivas, apontando que houve uma grande mudança de comportamento e de interpretação acerca da função social da Ciência, que passou da "[...] confiança total à dúvida absoluta" (LATOUR, 2017, p. s/n).

Isso não significa que a produção científica perdeu credibilidade, segundo Latour (2017, p. s/n), a sociedade precisa ser mais cautelosa e ponderada contra posições extremas, "devemos permanecer críticos no que diz respeito a exageros cientificistas, pois a função da Ciência é produzir dados confiáveis, mas passíveis de discussão, condição válida para todas as áreas da ciência".

Desse modo, a grande contribuição da Ciência para a compreensão de temas complexos e controversos como o das mudanças climáticas reside na possibilidade desta promover diferentes discussões, com diferentes argumentos, viabilizando processos de confirmações ou refutações de determinada teoria, reconhecendo a força desse propósito como parte inerente da ciência, admitindo

posicionamentos relativistas, “entendo relativismo como a capacidade de estabelecer relações entre pontos de vista diferentes” (LATOUR, 2017, p. s/n).

Aqui a história da Ciência nos ensina a ser humildes diante do conhecimento científico, pois apesar do rigor científico que cada pesquisa e pesquisador segue, existe um limite determinado pelo recorte, pelas observações, pelo método adotado, pela teoria, pelos dados obtidos e pela própria observação que está assujeitada às condições materiais de produção do pesquisador, aos discursos que formam o sujeito e que influencia no momento de suas conclusões, mostrando então que cada construção científica representa uma dentre tantas possibilidades e que as verdades são sempre provisórias, própria da ciência e falíveis.

> Dessa maneira, a ciência não reproduz uma verdade; portanto não existem critérios universais ou exteriores para julgar a verdade de uma ciência. Cada ciência produz sua verdade e organiza os critérios de análise da veracidade de um conhecimento. Mas a lógica da verdade atual da ciência não é a lógica da verdade de sempre: as verdades são sempre provisórias (LOPES, 1999, p. 113).

É justamente a partir dessa lógica científica, de não neutralidade, que trata a Ciência como um meio de reorganização, de experiência e produção de conhecimento, que assuntos controversos e complexos que requerem a união de diferentes áreas do conhecimento, para seu entendimento como: aquecimento global, mudança climática, alimentos geneticamente modificados, células tronco, clonagem, uso de pesticidas etc, devem ser tratados.

É sob essa perspectiva que a temática mudança climática necessita ser tratada no currículo escolar, destacando que a inclusão de assuntos controversos e complexos nas salas de aula indicam a necessidade de desmistificar que Ciência é algo difícil e inacessível, portanto, exige uma mudança do discurso sobre os saberes. Segundo Watanabe-Caramello e Kawamura (2014, p. 260):

> [...] uma mudança nos discursos da ciência escolar, que se propõem em geral neutros e acríticos, de modo que haja uma problematização dos fenômenos naturais pautados na realidade complexa. Isso significa, por exemplo, considerar as dificuldades encontradas pela ciência ao discutir sistemas complexos, abertos e dinâmicos, como é o caso da maioria das relações estabelecidas no sistema terrestre e dos limites de previsibilidade acerca do comportamento desses sistemas.

Dessa forma, entende-se que essa mudança requer a incorporação de uma visão antirreducionista da Ciência, que possibilite a percepção do dogmatismo e do uso de linguagens adequadas ao campo educativo, admitindo a existência de incertezas, imprevisibilidades e contradições.

Ainda no contexto das controvérsias e complexidade acerca dos fenômenos climáticos, se faz necessária a incorporação dessa reflexão no espaço escolar, entendendo que o trabalho educativo deve se constituir como um empreendimento amplo, que proporcione uma vasta visão sobre a temática das mudanças climáticas, ao mesmo tempo em que, colabore para a formação sujeitos críticos aptos a opinar acerca das questões relativas ao meio ambiente.

Portanto, esse movimento não inviabiliza a discussão da temática mudança climática no currículo e, por consequência, nos livros didáticos. Ao contrário, a sua ocorrência é necessária como parte importante do processo de ensino-aprendizagem, favorecendo a construção de uma consciência acerca da complexidade do mundo e dos fenômenos naturais, permitindo o rompimento da visão dogmática, descontextualizada das atividades científicas.

Assim, o próximo capítulo traz a proposta de apresentar a história da inserção da temática ambiental no processo educativo, destacando quando a temática mudança climática aparece nos currículos, tendo o intuito de analisar como o conhecimento escolar sobre mudanças climáticas abordado nos Livros Didáticos de Biologia, Física, Química e Geografia – PNLD/ 2015, recebidos por escolas do município de Curitiba/PR, podem contribuir para que os estudantes construam concepções científico-sociais, econômicas e políticas sobre este fenômeno.

CAPÍTULO 3 – MUDANÇA CLIMÁTICA E O PROCESSO EDUCATIVO

Escola é
... o lugar onde se faz amigos.
Não se trata só de prédios, salas, quadros,
Programas, horários, conceitos...
Escola é sobretudo, gente.
Gente que trabalha, que estuda
Que alegra, se conhece, se estima.
O Diretor é gente,
O coordenador é gente,
O professor é gente,
O estudante é gente,
Cada funcionário é gente.
E a escola será cada vez melhor
Na medida em que cada um se comporte
Como colega, amigo, irmão.
Nada de "ilha cercada de gente por todos os lados"
Nada de conviver com as pessoas e depois,
Descobrir que não tem amizade a ninguém.
Nada de ser como tijolo que forma a parede, Indiferente, frio, só.
Importante na escola não é só estudar, não é só trabalhar,
É também criar laços de amizade, É criar ambiente de camaradagem,
É conviver, é se "amarrar nela"!
Ora é lógico...
Numa escola assim vai ser fácil! Estudar, trabalhar, crescer,
Fazer amigos, educar-se, ser feliz.
É por aqui que podemos começar a melhorar o mundo.
Paulo Freire. Poesia a Escola (2010, s/n)

Historicamente, o tratamento das questões relacionadas à temática das mudanças climáticas e à sua inserção no processo educativo está vinculado à Educação Ambiental (EA) como uma dimensão da Educação, conforme disposto nos documentos curriculares oficiais que organizam e servem de apoio ao estabelecimento de todas as atividades escolares, como: o processo de aprendizagem, os métodos de ensino, o planejamento das aulas e inclusive a análise e seleção de materiais didáticos.

Desse modo, neste capítulo, apresentaremos a relevância atribuída às mudanças climáticas como temática ambiental transversal ao currículo da educação básica orientada pela Constituição Federal (BRASIL, 1988); pela Lei de Diretrizes e Bases (LDB) Lei Federal n.º 9394/1996[39] (BRASIL, 1996) e sua

[39] Esta legislação ditou novos rumos à educação reorganizando toda a estrutura d a Educação Básica brasileira definindo novos encaminhamentos e diretrizes no âmbito educacional, garantindo uma formação básica a toda a população, a preparação para o trabalho e cidadania, o aprimoramento do estudante como pessoa humana e a compreensão dos fundamentos cientifico-tecnológicos dos processos produtivos. Sendo base para a elaboração das DCNEM (BRASIL, 1998; 2012a) e dos PCNEM (BRASIL, 1999b; 2002b; 2006).

correspondência com as Políticas Nacionais de Educação Ambiental (PNEA) – Lei n.º 9795/99 (BRASIL, 1999a), e sobre Mudança do Clima (PNMC) – Lei n.º 12.187/09 (BRASIL, 2009), bem como, com as Diretrizes Curriculares Nacionais de Educação Ambiental (DCNEA) (BRASIL, 2012b) para que, posteriormente possamos identificar se há sintonia e articulação entre o que estas legislações propõem, e a presença desta temática nos livros didáticos do PNLD/2015.

Ressaltamos que, no momento da elaboração e seleção dos livros didáticos que compõem o *corpus* de análise desta tese pelo "Programa Nacional do Livro Didático" - PNLD/2015, os PCNEM (BRASIL, 1999b), os PCNEM + (BRASIL, 2002b) e as OCNEM (BRASIL, 2006) eram os documentos válidos que orientavam os professores a se organizar quanto ao currículo escolar. No entanto, é de conhecimento de todos sobre a aprovação da Base Nacional Comum Curricular – BNCC/EM estabelecida pela publicação da Resolução nº 4, em 17 dez. 2018, que constitui o mais novo documento orientativo do currículo em nosso país. Entretanto, como os livros didáticos analisados neste trabalho foram elaborados e selecionados antes da aprovação da proposta da BNCC/EM (BRASIL, 2018), tal fato justifica sua ausência no texto.

Ainda neste capítulo, destacamos a importância do livro didático como objeto de investigação e elemento reconhecido do processo educativo, explicitando seu caráter heterogêneo, no que tange à presença de uma diversidade de linguagens, evidenciando a relevância desta pesquisa, tanto para a melhoria na qualidade deste material de apoio pedagógico quanto, para a superação de equívocos conceituais.

3.1 – Mudanças Climáticas e a Organização Curricular do Ensino Médio Brasileiro

Historicamente, o tratamento das questões relacionadas à temática ambiental, no caso em relação às mudanças climáticas e sua inclusão no processo educativo, está associado ao desenvolvimento, inserção e potencialização da Educação Ambiental na Educação.

Segundo Loureiro (2006), especificamente com relação à discussão da temática ambiental nos currículos brasileiros, se instaurou no Brasil sob a égide

do regime militar na década de 1970, muito mais por força de pressões internacionais do que por movimentos nacionalmente consolidados, sendo gerida de forma centralizada sem a participação popular efetiva.

No Brasil, é a partir da Constituição Federal de 1988, que a Educação Ambiental começa a ganhar dimensão pública de relevância no cenário político e educacional, mas não como proposta disciplinar. Estabelece o inciso VI do Art. 225, a função de "promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente" (BRASIL, 1988).

No entanto, a Educação Ambiental ganha caráter educacional pela publicação da Lei Federal n.º 6938/81, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente, explicitando o inciso X que a "educação ambiental deve ser ofertada a todos os níveis do ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente" (BRASIL, 1981). Em seguida a essa publicação, o MEC por meio do *Parecer n.º 226/87* normatizou e determinou a inclusão de *conteúdos ecológicos no currículo de 1º e 2º Grau*, apresentados como temas ambientais, sob a perspectiva interdisciplinar.

Esse documento recomendava a inserção de temas ambientais que estivessem relacionados com a realidade do estudante, cujo objetivo era o desenvolvimento de estratégias de aprendizagem que fossem compatíveis com o nível social local para que as ações em Educação Ambiental fossem significativas e integrassem escola e comunidade, e promovessem uma consciência ambiental (MININNI-MEDINA, 1994).

Layrargues e Lima (2014) afirmam que durante a década de 1980, a Educação Ambiental foi responsável pela divulgação apenas de conhecimentos ecológicos científicos tendo a função de esclarecer o funcionamento complexo do meio ambiente e das consequências das atividades humanas sobre a vida do Planeta. A Educação Ambiental, portanto, estava inserida nos setores do governo vinculados à conservação de bens naturais perdendo seu caráter educacional.

Nesse sentido, Loureiro (2006, p. 81) já dizia que:

> A falta de percepção da Educação Ambiental como processo educativo, reflexo de um movimento histórico, produziu uma prática descontextualizada, voltada para a solução de problemas de ordem física do ambiente, incapaz de discutir questões sociais e categorias teóricas centrais da educação. E mais, a ausência de reflexão sobre o movimento ambientalista, seus propósitos e significados políticos, levou à incorporação acrítica por parte dos educadores ambientais, das tendências conservadoras e pragmáticas dominantes, estabelecendo ações educativas dualistas entre o social e o natural, fundamentadas em concepções abstratas de ser humano e generalistas e idealistas no modo como definem a responsabilidade humana no processo de degradação ambiental.

A Educação Ambiental no contexto brasileiro nesse período, segundo o mesmo autor, ocorreu de modo precário e inconsistente como política pública em educação, decorrentes tanto da imaturidade do Estado brasileiro no tratamento da questão, quanto devido ao modelo de desenvolvimento adotado, vinculados à conjunção e subordinação do Estado aos interesses privados e mercantis e a baixa participação política e cidadã nas questões vistas como problemas ambientais.

A década de 1990, no Brasil, foi marcada pela intencionalidade dos governantes em inserir o país na nova ordem mundial, resultando a instauração de práticas neoliberais. No contexto educacional algumas mudanças foram elaboradas e, ao serem colocadas em prática, modificaram estruturas e influenciaram contextos nas mais diversas etapas e modalidades de ensino.

Diante dos processos de abertura política no Brasil, e do agravamento dos problemas sociais e econômicos, houve a necessidade de ser incorporada aos currículos uma formação que conduziu o estudante a compreender a natureza, o significado e a importância da tecnologia para a sua vida como sujeito e membro de uma sociedade, que veio, portanto, como uma proposta de superação a formação técnica até então apresentada.

Para tanto, houve a necessidade de ser acrescentado nos currículos e nos cursos de formação de professores temas sociais relevantes que promovessem uma reflexão sobre a situação vivenciada, de forma que, os estudantes conscientes e informados sobre suas responsabilidades sociais, diante da necessidade de tomar alguma decisão, que a fizessem pensando que estas teriam consequências sociais, ambientais, éticas, políticas de amplo alcance (KRASILCHICK, 2000).

A promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996, ditou novos rumos à educação, estabelecendo ao Ensino Médio em seu Art. 2º a finalidade "de pleno desenvolvimento do estudante, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho" (BRASIL, 1996).

Esse documento reorganiza a educação em *níveis* e *modalidades* de ensino, no qual os níveis são compostos por: ***I - Educação Básica:*** dividida em três etapas de ensino: a) *Educação Infantil; b) Ensino Fundamental; c) Ensino Médio Regular e Educação Profissional e Técnica*[40] e **II- Educação Superior.** Já as modalidades de ensino são permeadas por formas de educação que se fazem presentes na oferta escolar dependendo das demandas e de suas necessidades específicas, sendo elas: Educação de Jovens e Adultos (EJA), Educação a Distância (EaD), Educação Especial, Educação Escolar Indígena, Educação Quilombola e a Educação do Campo (BRASIL, 1996).

Com relação à organização da Educação Básica, a LDB *n.º 9.394/96*, menciona no Artigo 26º "que os currículos do Ensino Fundamental e Médio devem ter base nacional comum, a ser completada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela" (BRASIL, 1996).

Com relação às questões ambientais, o parágrafo primeiro do mesmo artigo cita que os currículos devem abranger obrigatoriamente, dentre outros, "o conhecimento do mundo físico e natural da realidade social e política, especialmente do Brasil" (BRASIL, 1996), no entanto, não esclarece quais conhecimentos seriam esses e como deveriam ser abordados dificultando a compreensão dos estudos acerca do sistema terrestre.

Contudo, somente no final da década de 1990, com a publicação da Lei Federal n.º 9.795/1999 (BRASIL, 1999a), que institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), a educação ambiental adota um enfoque menos

[40] Educação Profissional e Técnica foi incluída na Educação Básica pela Lei n.º 11.741 de 19/12/2008 que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para redimensionar, institucionalizar e integrar as ações da educação profissional técnica de nível médio, da educação de jovens e adultos e da educação profissional e tecnológica ao Ensino Médio.

conservacionista com foco na proteção da natureza, para uma visão mais socioambiental com atenção aos impactos sociais dos problemas ambientais.

Estabelece em seu Art. 2º que a "educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal" (BRASIL, 1999a), sendo, portanto, o ponto de partida para a implementação efetiva da Educação Ambiental no currículo brasileiro, reforçando a responsabilidade coletiva da sua implementação, seus princípios básicos, objetivos e estratégias. Em seu Art. 10º, também, a PNEA estabelece que:

> A educação ambiental será desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal. § 1º A educação ambiental não deve ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino. [...] Parágrafo único. Os professores em atividade devem receber formação complementar em suas áreas de atuação, com o propósito de atender adequadamente ao cumprimento dos princípios e objetivos da Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999a).

Essa lei organiza a prática da Educação Ambiental e na sua regulamentação (Decreto 4281/02) indica os Ministérios da Educação e cultura (MEC) e do Meio Ambiente (MMA) como órgãos gestores dessa política.

Com base, portanto, na LDB n.º 9.394/96 e na PNEA (BRASIL, 1999a), a EA foi inserida como temática ambiental nos textos orientativos do currículo, constando nos PCNEM (BRASIL, 1999b; 2002b; 2006), nas DCNEM (BRASIL, 1998; 2012a) e nas Diretrizes Curriculares Nacionais de Educação Ambiental – DCNEA, aprovada pela Resolução n.º 02, de 15 de junho de 2012 (BRASIL, 2012b).

A DCNEM (1998) instituiu que o currículo seria organizado contendo base *nacional comum* e *parte diversificada*. A base nacional comum organizou as disciplinas escolares em áreas, sendo elas: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; e Ciências Humanas e suas Tecnologias. Já a *parte diversificada* deveria ser organizada em temas sociais e atender às peculiaridades, necessidades e características do contexto em que as escolas estão inseridas.

Contudo, não havia indicação específica sobre qual *tema* seria trabalhado, apenas ficou estabelecido que esta escolha teria que estar organicamente integrada aos conteúdos estabelecidos pela base, ficando a critério de cada estabelecimento de ensino escolher o que necessitaria ser estudado (BRASIL, 1998).

O texto dos PCNEM (1999b) tinha como base propostas de organização curricular a partir de pressupostos da interdisciplinaridade, da contextualização, do conhecimento histórico e das competências de cada disciplina, seguindo a organização das áreas da base nacional comum organizada pelas DCNEM (BRASIL, 1998).

Ressaltamos que, o texto tanto das DCNEM (BRASIL, 1998) quanto dos PCNEM (BRASIL, 1999b) ao proporem uma organização curricular com vistas à preparação do ser humano para a vida em sociedade e para o trabalho, incorporam como eixo estrutural os quatro pilares da educação para sociedade contemporânea: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e aprender a ser, seguindo as orientações do Relatório da Comissão Internacional sobre a Educação para o século XXI, da UNESCO (BRASIL, 1999a).

A interdisciplinaridade, a contextualização e a tecnologia são entendidas como meios educacionais a serem utilizados como facilitadores da aprendizagem. Liotti (2009, p. 68) afirma que "A interdisciplinaridade dos PCNEM (BRASIL, 1999b) pressupõe uma inter-relação dos diferentes campos disciplinares, sendo necessários diferentes temas e questões transdisciplinares para sua constituição".

A contextualização implica nas múltiplas formas de interação que podem ocorrer entre as disciplinas escolares, as competências e a realidade, ou seja, é assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto, retirando o sujeito da condição de espectador passivo da aprendizagem (BRASIL, 1999b).

A presença da tecnologia em cada uma das áreas do conhecimento dos PCNEM (BRASIL, 1999b) é justificada por ser entendida como um conhecimento capaz de por si só, unir e contextualizar os conhecimentos de todas as áreas e disciplinas. No entanto, esse entendimento desloca a tecnologia do contexto de reflexão sobre as questões sociais e a insere de maneira mais instrumental e metodológica, sendo apenas localizada como um instrumento de aplicação do

conhecimento científico-tecnológico e como facilitador da aprendizagem (LIOTTI, 2009).

Nessa perspectiva, a proposta de organizar o currículo por meio de temas permite a integração entre a educação científica, tecnológica e social - CTS[41], apresentando-se como um projeto relevante e pertinente no propósito de articulação interdisciplinar dos conhecimentos de diferentes áreas, desenvolvendo a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes.

Santos e Mortimer (2000, p. 115) destacam que:

> [...] o estudo de temas, [...] permite a aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos que enfatizaria aspectos relacionados ao interesse pessoal, à preocupação cívica e às perspectivas culturais. Os processos de investigação científica e tecnológica propiciariam a participação ativa dos estudantes na obtenção de informações, solução de problemas e tomada de decisão. A interação entre ciência, tecnologia e sociedade propiciaria o desenvolvimento de valores e ideias por meio de estudos de temas locais, políticas públicas e temas globais.

No entanto, esses autores ressaltam que não adianta apenas inserir temas sociais no currículo, senão houver uma mudança significativa na prática e nas concepções pedagógicas, ou seja, se não houver uma compreensão do papel social do Ensino de Ciências, podemos incorrer no erro de uma "simples maquiagem dos currículos atuais com pitadas de aplicação das ciências à sociedade" (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 127).

Como resultando desses documentos legais, teve-se a abertura das discussões acerca dos problemas ambientais, deixou-se de analisar as questões específicas voltadas aos aspectos físicos do ambiente, para se incorporar as questões sociais da Ciência e Tecnologia às propostas curriculares, associados à problemática socioambiental.

Essa abordagem sistêmica, da Educação Ambiental e de suas temáticas, exige olhar sobre os problemas ambientais sob a perspectiva da complexidade, reconhecendo que no mundo interagem diferentes níveis da realidade (objetiva, física, abstrata, cultural, afetiva, entre outros) e se constroem diferentes olhares decorrentes das diferentes culturas e trajetórias individuais e coletivas.

---

[41]Educação CTS: O objetivo central da educação de CTS no Ensino Médio é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o estudante a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 114).

Essa postura propiciou ao cidadão a oportunidade de viver melhor entendendo como necessária a superação da injustiça social, da apropriação da natureza e da humanidade pelo sistema capitalista, da desigualdade social e dos processos de privatização, como também incentivou a participação da sociedade nesse processo de redemocratização que estava ocorrendo neste período no país (KRASILCHIK, 1987; 2000).

Nesse contexto, o Estado brasileiro, diante da luta pelos direitos sociais e por uma melhoria da qualidade de vida, se viu pressionado com relação a intensificação da inserção no campo educacional de estudos sobre a inter-relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Assim sendo, temas como: educação ambiental; educação em direitos humanos; educação em saúde; sexualidade; valorização ao idoso, entre outros temas não poderiam mais ser excluídos dos currículos.

De acordo com Amaral (2001), a temática ambiental se apresentou de forma mais frequente no ensino da área das Ciências da Natureza, 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 e posteriormente incorporadas à disciplina de Geografia, que em conjunto com as demais, foram as disicplinas preferencialmente escolhidas, para apresentar conteúdos sobre a temática ambiental e temas correlatos.

Contudo, Rocha e Magalhães (2014) relatam que o texto das DCNEM (BRASIL, 1988) e dos PCNEM (BRASIL, 1999b) justamente por não fazerem menção aos conteúdos específicos a serem trabalhados nas séries do Ensino Médio, listando apenas as competências e habilidades sob uma perspectiva de temáticas, recebeu duras críticas com relação à sua organização desencadeando um movimento de resistência, no meio acadêmico e educacional, com relação à sua implementação. Além disso, também provocaram um descompasso entre a organização dos cursos de licenciatura com configuração disciplinar e a perspectiva da proposta apresentada, de organização curricular interdisciplinar separada por áreas de conhecimento.

Para resolver essa questão em 2002, passados três anos da primeira versão dos *PCNEM – 1999b*, foram publicados os *PCNEM+ 2002*, como um meio de tentar resolver os problemas apontados pelas pesquisas teóricas.

Os *PCNEM+2002* teve uma publicação diferenciada, sendo um volume para cada uma das áreas do conhecimento, como um caderno de orientações complementares aos *PCNEM – 1999b*. Houve a intenção de diminuir a distância entre as proposições das ideias e a sua execução, procurando apresentar caminhos entre a possibilidade de reorganizar o espaço escolar disciplinar, por áreas de conhecimento interdisciplinar (BRASIL, 2002b).

Mesmo assim, a distância entre o discurso normativo e diretivo do Estado e as práticas efetivas dos atores, responsáveis por operacionalizar as diretrizes nos sistemas de ensino e nas escolas, provocou uma série de discussões sobre o tema e iniciou uma revisão dos PCNEM, consultando diversos especialistas no assunto, o que culminou nas Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - OCNEM, publicadas em 2006.

As *OCNEM- 2006*, também na versão de um volume para cada uma das áreas do conhecimento, objetivou retomar a discussão dos *PCNEM – 1999b* e aprofundar a compreensão sobre pontos que mereciam esclarecimentos, como também, apontar caminhos teórico-metodológicos alternativos para a organização do trabalho pedagógico da escola (BRASIL, 2006).

Coerentemente com o princípio interdisciplinar, o texto dos *PCNEM - 1999b* e de suas versões *PCNEM +2002*, as *OCNEM - 2006*, teve por objetivo reunir, em cada uma das áreas, as disciplinas com objetos de estudos em comum, por meio da proposição de *temas transversais*, que permitisse a união dos conhecimentos de várias disciplinas propiciando:

> [...] resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista. A interdisciplinaridade tem uma função instrumental. Trata-se de recorrer a um saber diretamente útil e utilizável para responder às questões e aos problemas sociais contemporâneos (BRASIL, 1999b, p. 34, 36).

A indicação de articulação entre as áreas deveria ocorrer por meio da organização do Projeto Político-Pedagógico da escola, devendo estar explícito que a área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, teriam o encargo de tratar de temáticas especificamente científicas e humanísticas, assim como a área Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, deveriam desenvolver o domínio da linguagem, como também a área das Ciências Humanas e suas Tecnologias, teria a responsabilidade de tratar de temas da

Ciências da Natureza e da Matemática e Linguagens e vice-versa (BRASIL, 1999b; 2002b).

Desse modo, todas as áreas estariam integradas por meio das temáticas propostas, bem como a integração disciplinar das áreas deveria seguir a mesma dinâmica. Contudo, um dos grandes problemas dessa organização, consiste na falta de orientação para a escolha desses temas.

Concomitantemente à reorganização dos PCNEM, houve o processo de revisão e atualização das diretrizes curriculares nacionais para a educação básica como um todo, incluindo o Ensino Médio. Como resultado desse trabalho de revisão, foram aprovadas as *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica* – Resolução CEB/CNE n.º 4, de 13 de julho de 2010 (BRASIL, 2012a), como também a publicação das *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio* – DCNEM/2012, Resolução CEB/CNE nº 2, de 30 de janeiro de 2012 (BRASIL, 2012a), com o objetivo de adequar, orientar e organizar o campo curricular. Nesse mesmo momento histórico, mudanças também ocorreram nos cursos de licenciatura com a publicação da Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores no Ensino Superior.

Enfatizamos que, o texto das *DCNEM – 2012* procurou reorganizar tanto a metodologia quanto a concepção de ensino da área das Ciências: Naturais, Sociais e Humanísticas, como um reflexo dos movimentos culturais e sociais contemporâneos.

As questões ambientais de sustentabilidade e de preocupação sobre a relação homem e ambiente são explicitadas pela primeira vez nas *DCNEM – 2012*, no entanto, a abordagem da temática ambiental e de temas correlatos, como as mudanças climáticas, continuou sendo tratado pelo viés *temático e transversal*, e integrado aos demais componentes curriculares. Mas, seguindo a tradição curricular, essa temática ficou centralizada nas disciplinas das áreas das Ciências da Natureza (Biologia, Física, Química) e Ciências Humanas (Geografia), em que a natureza de seus conteúdos se aproxima das questões ambientais.

Especificamente, os *temas transversais* revelam uma organização que se configura como uma estratégia de integração curricular que considera a existência de uma juventude plural composta, não somente por estudantes do ensino regular, mas também marcada pela presença dos estudantes

trabalhadores, dos indígenas, do campo, dos quilombolas, da educação especial e pelos estudantes da Educação de Jovens e Adultos (BRASIL, 2012a).

Nessa lógica, os *temas transversais,* representam a busca de significação para os conteúdos curriculares por meio da integração entre a diversidade da escola brasileira como referência e a contextualização dos conhecimentos científicos.

Dessa forma, a parte diversificada das *DCNEM – 2012* incorporou os *temas transversais* ao currículo escolar, determinando que esses temas fossem integrados obrigatoriamente em todos os componentes curriculares, a saber:

a) Educação alimentar e nutricional (Lei nº 11.947/09, que dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos estudantes da Educação Básica);
b) Processo de envelhecimento, respeito e valorização do idoso (Lei n.º 10.741/03, que dispõe sobre o Estatuto do Idoso);
c) Educação Ambiental (Lei n.º 9.795/99 que dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental);
d) Educação para o Trânsito (Lei n.º 9.593/97, que institui o Código de Trânsito Brasileiro);
e) Educação em Direitos Humanos (Decreto n.º 7.037/09 que institui o Programa Nacional de Direitos Humanos – PNDH) (BRASIL, 2012a).

As *DCNEM – 2012* apresentam como eixos estruturadores do currículo: *o trabalho como princípio educativo*, *a pesquisa como princípio pedagógico* e o *princípio dos direitos humanos e sustentabilidade ambiental*, visando à uma formação humana, fundamentada na ética, nos valores da liberdade, justiça social, pluralidade, identidade, diversidade, autonomia, interdisciplinaridade e contextualização.

A sustentabilidade ambiental apresentada na *DCNEM – 2012* revela a importância da dimensão ambiental da educação, em pleno século XXI, assumir um compromisso de compreender a complexa multicausalidade da crise socioambiental contemporânea, a fim de contribuir tanto para a prevenção dos seus efeitos nocivos, quanto para o enfrentamento das mudanças socioambientais globais.

Essa concepção oportuniza ao estudante do Ensino Médio desenvolver uma posição responsável, crítica e participativa, que possibilite a tomada de decisões transformadoras a partir do seu meio ambiente local, associado a uma educação que propicie a superação da dicotomia sociedade – natureza, enfatizando a educação ambiental como instrumento de transformação política, comprometida com uma mudança social que rompe com o modelo *desenvolvimentista* mudando para o modelo das *sociedades sustentáveis* (BRASIL, 2012a).

Na esteira da reorganização das legislações nacionais e com o avanço nos debates que envolveram as Redes Brasileiras de Educação Ambiental - REBEA, as Universidades e o Governo Federal, conseguiram estabelecer espaços de diálogos que culminaram na aprovação da *Resolução n.º 02 de 15, de junho de 2012*, que estabelece as *Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental* (BRASIL, 2012b).

Dessa legislação, destacam-se os artigos:

> **Art. 8º** A Educação Ambiental, respeitando a autonomia da dinâmica escolar e acadêmica, deve ser desenvolvida como uma prática educativa integrada e interdisciplinar, contínua e permanente em todas as fases, etapas, níveis e modalidades, não devendo, como regra, ser implantada como disciplina ou componente curricular específico.
>
> **Art. 14.** A Educação Ambiental nas instituições de ensino, com base nos referenciais apresentados, deve contemplar:
>
> I - abordagem curricular que enfatize a natureza como fonte de vida e relacione a dimensão ambiental à justiça social, aos direitos humanos, à saúde, ao trabalho, ao consumo, à pluralidade étnica, racial, de gênero, de diversidade sexual, e à superação do racismo e de todas as formas de discriminação e injustiça social;
>
> II - abordagem curricular integrada e transversal, contínua e permanente em todas as áreas de conhecimento, componentes curriculares e atividades escolares e acadêmicas;
>
> **Art. 17** Considerando os saberes e os valores da sustentabilidade, a diversidade de manifestações da vida, os princípios e os objetivos estabelecidos, o planejamento curricular e a gestão da instituição de ensino devem: Inciso II: contribuir para: alínea c) o estabelecimento das relações entre as **mudanças do clima** e o atual modelo de produção, consumo, organização social, visando à prevenção de desastres ambientais e à proteção das comunidades.
>
> **Art. 21.** Os sistemas de ensino devem promover as condições para que as instituições educacionais se constituam em espaços educadores sustentáveis, com intencionalidade de educar para a sustentabilidade socioambiental de suas comunidades, integrando currículos, gestão e edificações em relação equilibrada com o meio ambiente, tornando-se referência para seu território (BRASIL, 2012, *grifo da autora*).

Dada à relevância dessa legislação, nesse panorama histórico apresentado, observamos que houve demora no reconhecimento da importância e obrigatoriedade da temática ambiental em todos os níveis e modalidades de ensino, aparecendo pela primeira vez explicitamente em uma legislação educacional, a temática das mudanças climáticas.

Desde a primeira legislação *Lei n.º 6938/81* até a promulgação da *Lei n.º 9795/99*, foi necessário dezoito anos para que a Educação Ambiental fosse tema efetivo de discussão parlamentar e ainda, mais treze anos para que fosse aprovada a *Resolução n.º 02/2012*, que estabeleceu as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental - *DCNEA- 2012.*

Especificamente com relação à temática das mudanças climáticas a sua importância e inserção como política pública foi estabelecida gradativamente pelas discussões existentes e pressões recorrentes das Conferencias Mundiais sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, *ECO - 92*, *Rio+10*, *Rio+20*, a criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), os encontros regulares da Conferência das Partes – COP/ MOP, o Protocolo de Kyoto e principalmente pela forte repercussão que teve a publicação do quarto relatório - AR4 do IPCC/2007, sobre aquecimento global, como já mencionado no capítulo anterior.

Segundo Trajber (2014), o Brasil diante dessa pressão e submetido a uma política internacional, viu a necessidade de se adequar às novas políticas ambientais. Diante dessas circunstâncias, organizou encaminhamentos significativos estabelecidos pela promoção e articulação entre o Ministério da Educação (MEC) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA) como resposta às crescentes demandas ambientais da sociedade.

Tendo por base o Plano Nacional de Mudança no Clima instituído pelo Decreto n.º 6.263/2007 e a Política Nacional Sobre Mudança do Clima (PNMC), – Lei n.º12.187/2009, o MEC promoveu a abordagem sobre a temática MC, a partir de Projetos[42] de Educação Ambiental que envolveram a implementação de

[42] Destacam-se os seguintes projetos de Educação Ambiental com ênfase no tema das MCC: i) Escolas Sustentáveis e a Conferência Nacional Infanto-Juvenil pelo Meio Ambiente (CNIJMA); ii) Vamos Cuidar do Brasil; e iii) o desenvolvimento de recursos didáticos como a publicação da Coleção "Mudanças Ambientais Globais: Pensar + Agir na Escola", esta com o objetivo da capacitação docente para abordar a MCC enquanto uma consequência do AGA. Foram produzidos 106 mil exemplares do conjunto sobre Mudanças Ambientais Globais: Pensar + Agir na Escola. A distribuição foi feita para as 58 mil escolas do EFII, incluindo 6 mil escolas

programas de sustentabilidade dos espaços escolares, gestão da formação de professores e a inserção da temática no currículo e nos materiais didáticos (BRASIL, 2008).

Dentre outras medidas tomadas pelo MEC para a ratificação da prática dos acordos internacionais sobre o clima e o prisma de desenvolvimento dela decorrente, fez com que essa temática fosse particularizada em um livro específico na coleção "Explorando o Ensino" – MEC (2004-2010). Essa coleção é organizada sob a perspectiva interdisciplinar possuindo diferentes temáticas destinadas ao Ensino Fundamental e Médio perfazendo um total de 22 volumes. Desse total, o que trata especificamente da temática mudanças climáticas é o volume 13 – "Mudanças Climáticas"[43], o qual destaca a relação entre os GEE, o aquecimento global, o clima e a evolução da humanidade e sua interferência nas mudanças climáticas, dentre outros vários subtemas.

Verges (2015) ao analisar a organização dessa Coleção, especificamente o volume que trata sobre mudança climática, identifica problemas em relação a abordagem uma vez que concentra em um único volume a abordagem da temática mudança climática, não cumprindo com o propósito de uma obra interdisciplinar. Verges (2015, p. 27) conclui que "[...] a formatação em volume específico do assunto mudanças climáticas não atingiu características interdisciplinares e distanciou a compreensão da questão pela abordagem geográfica", por outro lado uma obra desta natureza pode contribuir tanto com a formação docente das diversas disciplinas como na preparação de suas aulas.

Além das propostas e Programas desenvolvidos pelo MEC, há outros grupos de pesquisa que também têm desenvolvido materiais que abordam a temática das mudanças climáticas e que favorecem a aproximação entre a pesquisa e o ensino. Dentre estes grupos destacamos o "Grupo de Pesquisa de Mudanças Climáticas" – GPMC[44] do INPE e o "Núcleo de Apoio à Pesquisa em Mudanças Climáticas/ *INterdisciplinary CLimate INvestigation cEnter*" –

---

localizadas em comunidades indígenas, quilombolas e de assentamentos rurais (BRASIL, 2008, p. 113).

[43]Informações retiradas do Portal do MEC. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=4234-colecaoexplorandooensino-vol13&category_slug=marco-2010-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 17 mai. 2019.

[44] Disponível em: <http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 17 mai. 2019.

NapMC/INCLINE do IAG[45]/USP. Esses grupos reúnem pesquisadores brasileiros que têm desenvolvido materiais didáticos, cartilhas para fins de divulgação científica e apoio ao docente, como o livro "Temas Atuais em Mudanças Climáticas" (JACOBI et al., 2015) organizado para atender aos estudantes do Ensino Fundamental e Médio, e o livro "Ciência das Mudanças Climáticas e sua Interdisciplinaridade" (AMBRIZZI; JACOBI; DUTRA, 2015), além da organização de congressos e cursos de pós-graduação sobre mudança climática.

Recentemente, em 2014, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO em parceria com o MEC, oportunizou um curso para docentes do Ensino Fundamental e Ensino Médio, chamado "Mudança Climática na sala de Aula"[46].

Na esfera do governo estadual temos a Lei n.º 16.019/2008[47], que criou o "Fórum Paranaense de Mudança Climática Global", e na municipal o Decreto n.º 1.186/2009[48], que institui o "Fórum Curitiba sobre Mudança Climática Global". Esses documentos destacam respectivamente, a necessidade de ações de mitigação e adaptação para a população por meio de incentivo a pesquisas e ações educacionais, e a proposta da criação de um plano de ação para a cidade.

Constata-se, portanto, que a regulamentação governamental, seja ela na esfera federal, estadual ou municipal serve de texto base, tanto para organizar o trabalho político, quanto para organizar o trabalho didático e pedagógico nas escolas, pautados em parâmetros, diretrizes e programas, que se constituem referência para a elaboração dos currículos escolares e a produção de materiais didáticos e paradidáticos.

Nessas circunstâncias, a organização das propostas curriculares do sistema educativo reflete na organização das disciplinas escolares e respectivamente nos seus conteúdos. Segundo Lopes (2008, p. 82), apesar da

---

[45] IAG: Instituto de Astronomia e Geofísica. Disponível em: <http://www.incline.iag.usp.br>. Acesso em: 17 mai. 2019.

[46] Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000229737>. Acesso em: 17 mai. 2019.

[47] Lei n.º 16.019/2008 Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=143724>. Acesso em: 17 mai. 2019.

[48] Decreto n.º 1.186/2009. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pr/c/curitiba/decreto/2009/118/1186/decreto-n-1186-2009-institui-o-forum-curitiba-sobre-mudancas-climaticas-seus-membros-e-o-plano-de-acao-para-o-municipio>. Acesso em: 17 mai. 2019.

alegação contida nos textos oficiais em defesa de um currículo integrado, "a organização curricular nas escolas permanece centrada nas disciplinas escolares, mesmo quando propostas de currículo integrado são desenvolvidas" (LOPES, 2008, p. 82).

Para essa autora, mesmo diante dos processos de reformas educacionais, fica evidente que o currículo do Ensino Médio brasileiro permanece hegemônico e universalista, "seja pelo processo disciplinar de elaboração dos PCNEM, pela permanência da disciplinarização nos livros didáticos, ou ainda pela organização disciplinar na formação de professores e nas escolas" (LOPES, 2008, p.83) que ancorado na racionalidade moderna gera fragmentação e hierarquização disciplinar do conhecimento, ficando restrito a saberes científicos.

Tal fato, portanto, revela que o currículo se apresenta como um meio de legitimar discursos sobre os conhecimentos que atendem a determinados interesses e valores culturais, constatando que seu texto responde a determinados interesses políticos, sociais e econômicos, por se tornar a expressão das forças que "gravitam sobre o sistema educativo num dado momento histórico confirmando assim, a não neutralidade das intenções que permeiam o currículo e sua história" (LIOTTI, 2009, p. 53). O currículo, portanto, não é neutro e seu discurso é ideológico e político.

Essa situação evidencia que essa forma de organização do conhecimento de modo fragmentado presentes nos livros didáticos, pode se apresentar como um real obstáculo para o entendimento do que poderia ser este conhecimento em sua total amplitude. Isso decorre, porque:

> [...] os problemas fundamentais e os globais estão ausentes das ciências disciplinares e [...] por sua vez as mentes formadas pelas disciplinas perdem suas aptidões naturais para contextualizar os saberes, do mesmo modo que para integrá-los em seus conjuntos naturais. O enfraquecimento da percepção do global conduz ao enfraquecimento da responsabilidade (cada qual tende a ser responsável apenas por usa tarefa especializada), assim como o enfraquecimento da solidariedade (cada qual não mais sente os vínculos com seus concidadãos) (MORIN, 2000, p.40).

Desse modo, entendemos que a organização do sistema educativo é o reflexo do modelo de organização das sociedades e, consequentemente, é o modelo vivenciado pelos estudantes. Nesse sentido, observamos que o ser humano, ao ser formado dentro do sistema disciplinar e fragmentado das escolas

se distancia das realidades globais e complexas do mundo, de modo a não as compreender em sua dimensão de totalidade.

Assim, devido a excessiva fragmentação do conhecimento atendendo à uma organização tradicional curricular disciplinar, é que os livros didáticos, pelo menos até o PNLD/2015, mantêm-se organizados por disciplinas, atendendo a temas e subtemas específicos, seguindo as orientações legais (BRASIL, 1999; 2002b; 2006).

Apesar do livro didático ser organizado disciplinarmente, o objetivo deste material de ensino não é mais discutir o conteúdo isoladamente, mas sim, de maneira contextualizada, sob a perspectiva das inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), com o propósito de superar o discurso cientificista de caráter descritivo e de abordagem positivista que corroborou com a consequente dicotomia entre sociedade e Natureza, inviabilizando leituras sistêmicas e complexas dos fenômenos naturais e antropogênicos.

Portanto, partindo do pressuposto que os documentos legais orientam a organização das temáticas ambientais a serem abordadas nos livros didáticos, e esses por sua vez materializam o conhecimento científico historicamente construído, é o que direciona o próximo item que traz a discussão sobre a organização do conhecimento científico sobre as mudanças climáticas em conhecimento escolar nos livros didáticos do Ensino Médio por processos de mediação didática.

3.2 – O Conhecimento Científico, Conhecimento Escolar e Mediação Didática

O currículo concebido sob uma visão ampla de conhecimento, presente nos conteúdos de todas as disciplinas que envolva as dimensões científica, artística e filosófica, propicia ao estudante a formação de um sujeito crítico, capaz de compreender seu tempo histórico e nele agir conscientemente com vistas à transformação da realidade social, econômica e política do seu tempo.

A produção científica, as manifestações artísticas e o legado filosófico, de uma sociedade em uma determinada época, possibilitam compreendê-la em sua complexidade histórico-social (CHAUÍ, 2005).

As transformações históricas e seus reflexos no pensamento pedagógico dos textos curriculares oficiais produzidos durante as últimas décadas do séc.

XX, trouxeram complexidade e urgência na retomada das discussões sobre os conteúdos curriculares e suas relações com o projeto de sociedade que se quer.

O modelo de organização curricular proposto pelos PCNEM (BRASIL, 1999b; 2002) e DCNEM (BRASIL,1998; 2012a), organizou os conteúdos historicamente constituídos nas disciplinas escolares como saber escolar, os quais se explicita nos conteúdos das disciplinas de tradição curricular e, consequentemente, nos livros didáticos e nos demais materiais de ensino utilizados no espaço escolar.

Os fundamentos teóricos dos documentos oficiais partem dos pressupostos elaborados pelos campos da teorização crítica e pós-crítica de currículo que consideram os conhecimentos escolares das Ciências de referência como produtos de escolhas resultantes de conflitos de poder em disputas político-econômicas, e de dominação cultural centrada na raça, etnia, gênero e sexualidade (SILVA, 2005).

Nesse sentido, considera-se que o conhecimento escolar é diferente do conhecimento científico da Ciência de referência disciplinar.

De acordo com Vieira Pinto (1969), o conhecimento cientifico é um saber coletivo e construído por acumulação histórica e cultural estando suas origens relacionadas à própria história da humanidade, pois é natural do ser humano, mesmo se valendo apenas do conhecimento comum, a busca por estabelecer a lógica entre causas e consequências de fenômenos, a fim de construir explicações para os fatos da realidade e atender suas necessidades práticas. Desse modo se constrói os saberes cotidianos como mitos e crenças, e o conhecimento científico pela Ciência.

Segundo Vieira Pinto (1969, p. 29-30) existe uma diferença entre saber e Ciência:

> No nível do saber o homem organiza o conhecimento em formas preliminares, surgidas para atender a necessidades práticas imediatas, porém não alcança o plano da organização metódica. [...] Já a ciência é a investigação metódica, organizada, da realidade, para descobrir a essência dos seres e dos fenômenos e as leis que os regem com o fim de aproveitar a propriedades das coisas e dos processos naturais em benefício do homem.

Nessa perspectiva, compreende-se a Ciência como a forma mais elevada do conhecimento científico constituindo-se como uma resposta adaptativa do homem às condições do mundo, pela capacidade que este possui em investigar

as razões lógicas das coisas e dos acontecimentos, e modificá-las em prol de assegurar a sua subsistência.

Laville e Dionne (1999) destacam que os sabres, as experiências e observações construídas pelo ser humano tendem a ser compartilhados entre seus pares atingindo o objetivo principal do conhecimento científico, que é o de compreender o funcionamento dos fenômenos baseado em observações e experimentações, que servem para atestar a veracidade ou falsidade de determinada teoria.

No entendimento de Lopes (2007, p.187), "é função da escola transmitir os saberes sociais legitimados [conhecimento científico], entendidos como garantidores da formação cultural das gerações mais novas". No entanto, o conhecimento científico devido às suas especificidades não pode ser transmitido na escola tal qual ele é produzido, muito menos sem conhecer o seu processo. Há necessidade de transformações capazes de tornar o conhecimento científico dotado de especificidades em um conhecimento acessível de forma a favorecer a sua socialização no contexto escolar, dialogando com os demais saberes.

Destaca-se também que o conhecimento escolar na relação com o conhecimento científico, apesar de serem diferentes na abordagem dos conteúdos, estruturam-se nos mesmos princípios epistemológicos e cognitivos da Ciência de referência, que por sua vez são os mesmos que organizam a relação desses conhecimentos com orientações para a vida dos estudantes como prática social.

Nessa perspectiva, é fato que o conhecimento escolar é fruto de uma seleção cultural, sendo esse conhecimento no espaço escolar o reflexo de um currículo organizado em disciplinas escolares e consequentemente sistematizado nos livros didáticos presente no espaço escolar.

No processo educativo, o livro didático torna-se, portanto, material constituinte da organização dos conteúdos curriculares e, por conseguinte, um objeto revelador entre a interconexão dos conhecimentos científicos e conhecimento escolar, ainda que seus conteúdos sejam selecionados e adaptados às características sociais dos coletivos ao qual se destina.

Segundo Lopes (1999), o conhecimento escolar é entendido como uma instância própria de conhecimento científico no espaço escolar. O conhecimento escolar é diferente do conhecimento científico, porque seus campos de atuação,

objetivos, contextos e valores são totalmente distintos. Em outras palavras, Bizzo (2002, p.14) indica que:

> A ciência realizada em laboratório requer um conjunto de normas e posturas. Seu objetivo é encontrar resultados inéditos, que possam explicar o desconhecido. No entanto, quando é ministrada na sala de aula, requer outro conjunto de procedimentos, cujo objetivo é alcançar resultados esperados, aliás planejados, para que o estudante possa entender o que é conhecido. A ciência sabe como procurar, mas não conhece resultados de antemão. O ensino, ao contrário, conhece muito bem quais são os objetivos a encontrar, mas as discussões de como proceder para alcança-los apontam para diferentes caminhos. Existe, portanto, uma diferença fundamental entre a comunicação de conhecimento em congressos científicos, entre cientistas, e a seleção e adaptação de parcelas desse conhecimento para ser utilizado na escola por professores e alunos.

Como apontado pelo autor, o conhecimento científico quando tratado no processo educativo não se limita a realizar apenas uma seleção e adaptação desse conhecimento para o espaço escolar, exige-se que esse passe por um processo de didatização tornando-o efetivamente acessível e compreensível aos estudantes das novas gerações.

Portanto, no processo educativo, o conhecimento científico não é diretamente comunicável ao estudante e se faz necessário a existência de dispositivos mediadores que propiciem a didatização desse conhecimento tornando esses saberes ensináveis e em condições de aprendizagem, conforme o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, tal como, por exemplo, é o papel do livro didático tido como um dos elementos fundamentais nesse processo.

Autores como Apple (1997) e Giroux (2001) nos lembram de que o livro didático é um dos instrumentos de legitimação do conhecimento científico na escola e apresentam uma visão da realidade que correspondem a didatização do conhecimento científico propostos nos documentos curriculares oficiais orientadores.

Lopes (2007) afirma que nesse processo de didatização do conhecimento científico, os saberes escolares são reconstruídos a fim de se tornarem acessíveis aos estudantes pelo processo de mediação didática. Segundo a autora, conhecimento científico nos livros didáticos é mais que uma transposição didática, mas sim uma mediação didática entendida como um processo de reconstrução de saberes na instituição escolar.

> Num processo que deve ser usado não no sentido genérico conferido à mediação: ação de relacionar duas ou mais coisas, de servir de intermediário ou "ponte", mas no sentido dialético de processo de constituição de uma realidade através de mediações contraditórias, de relações complexas não imediatas, com um profundo sentido de dialogia (LOPES, 1997, p. 106).

O conhecimento escolar, portanto, desenvolvido na escola, deve estar em condições que permita ao estudante identificar as finalidades sociais do conhecimento e da educação, compreendendo as relações de poder que se estabelecem nesse contexto.

Por outro lado, Lopes (1997) chama a atenção para os efeitos decorrentes da mediação didática, ou seja, no nível médio de ensino a ausência de uma profundidade no conhecimento científico tendem a provocar distorções do conhecimento, dificultando para o estudante estabelecer a diferença entre as crenças e os saberes do cotidiano, e o que está posto como conhecimento científico didatizado nos livros didáticos.

A autora ainda acentua que tais distorções estão associadas ao número excessivo no uso de metáforas[49] e analogias[50] utilizadas frequentemente no ensino de ciências como uma tendência didática de se chegar ao abstrato a partir do concreto, numa tentativa de aproximar o conhecimento científico da racionalidade do senso comum. Essa perspectiva tende a veicular erros conceituais e visões de ciência conservadoras e equivocadas.

Para Lopes (1997, p.107):

> O maior problema em questão é o processo de apropriação do conhecimento pela escola, frequentemente realizado de forma a retirar dos conceitos sua historicidade e sua problemática. Como decorrência desse processo, os saberes ensinados aparecem como saberes sem produtores, sem origem, sem lugar, transcendentes ao tempo. Ensinamos apenas o resultado, isolando-o da história de construção do conceito. Portanto, retiramo-lo do conjunto de problemas e questões que o originaram. No caso específico dos livros didáticos, esse problema pode ser ilustrado pela constante omissão de referências

---

[49] Metáfora: A palavra metáfora**,** do grego *metaphorá* (mudança; transposição), pelo latim *metaphŏra*- (metáfora), permite a substituição de um termo por outro. Metáfora é uma figura de linguagem que consiste no uso de uma palavra ou expressão com o sentido de outra com a qual é possível estabelecer uma relação de analogia. Para que a analogia possa ocorrer, devem existir elementos semânticos semelhantes entre as palavras ou expressões em questão. A relação de semelhança entre dois termos ocasiona uma transferência de significados, estabelecida através de uma comparação implícita. Exemplo de metáfora: *Minha prima é uma flor*. Disponível em: < https://www.significados.com.br/analogia/>. Acesso em: 17 maio. 2019.

[50] Analogia; é uma relação de semelhança estabelecida entre duas ou mais entidades distintas**.** O termo tem origem na palavra grega "analogía" que significa "proporção". Disponível em: <https://www.significados.com.br/metafora/>. Acesso em: 17 maio. 2019.

> bibliográficas e históricas dos conceitos e mesmo de referências sobre seus próprios autores.

Nesse sentido, constata-se que as questões que envolvem os processos de construção do conhecimento escolar e que propiciam o rompimento com o senso comum são de natureza complexa, pois, se referem exatamente a heterogeneidade das relações que constituem o espaço dos livros didáticos na escolarização e as dificuldades que se tem ao estabelecer os recortes do conhecimento científico nesse material de ensino.

Nesaa perspectiva, os livros didáticos não devem ser considerados simplesmente sistemas de transmissão de dados, mas sim o resultado de atividades, conflitos e compromissos políticos, econômicos e culturais, apresentando uma visão de sociedade e de desenvolvimento adequados ao sistema social ao qual estão vinculados.

Dessa forma, o livro didático passa a ser visualizado, no processo educativo não somente como um recurso didático e fonte de conhecimento escolar, mas como um objeto de estudo a ser problematizado tendo em vista que esses materiais continuam a servir de apoio e orientação aos professores para a apresentação dos conteúdos disciplinares, considerado como um instrumento pedagógico na organização das condições de ensino, servindo de mediador entre o conteúdo das propostas curriculares e o conhecimento escolar ensinado.

No entanto, para entender a complexidade do papel do livro didático na vida escolar, não basta apenas analisar se seus conteúdos são fiéis ao texto curricular. Para entendê-lo em sua plenitude é preciso analisá-lo levando em consideração todos os seus aspectos e contradições, compreendendo que ao se analisar o livro didático tem-se a oportunidade de propiciar uma reflexão crítica da realidade, na qual o material está inserido, tomando a escola como um espaço de construção e socialização do conhecimento científico produzido historicamente.

Nessa perspectiva, e tomando o livro didático como elemento integrante da cultura da escola, como um material constituinte da organização dos conteúdos curriculares e veiculador do conhecimento científico escolarizado, busca-se analisar em que medida o conhecimento escolar sobre Mudanças Climáticas, abordado nos Livros Didáticos de Biologia, Física, Química e

Geografia – PNLD/ 2015, podem contribuir para que os estudantes construam concepções científico-sociais, econômicas e políticas sobre esse fenômeno.

3.3 O Conhecimento Escolar Sobre Mudanças Climáticas nos Livros Didáticos do Ensino Médio

O livro didático, tradicionalmente, é um dos lugares formais do conhecimento escolar e considerado como um dos principais veiculadores do conhecimento sistematizado, sendo um objeto reconhecido e privilegiado na cultura escolar. Sua importância pode ser observada pelas políticas públicas que situam o "Brasil como país que possui um dos maiores programas de distribuição de livros e pelo seu papel na definição dos conteúdos culturais que serão privilegiados e transmitidos nas escolas" (TEIXEIRA, 2011, p. 9416).

O livro didático acompanhou o desenvolvimento do processo de escolarização do Brasil sob a mesma perspectiva de construção sócio histórica pela qual passou a elaboração e reorganização dos currículos. Representa as transformações da sociedade, além de fazer parte da memória visual de muitas gerações. O livro didático, portanto, configura-se como um material de ensino que organiza os conteúdos escolares de maneira a atender a cada componente curricular, em cada nível e modalidade de ensino, oferecendo suporte à prática docente na relação de ensino-aprendizagem.

Segundo Freitas e Rodrigues (2007), a origem do livro didático está presente na cultura escolar mesmo antes da invenção da imprensa, final do séc. XV, no qual os próprios estudantes universitários europeus produziam seus cadernos de textos. Contudo, com a imprensa, os livros didáticos se tornaram os primeiros produtos produzidos em série, passando à concepção de "fiel depositário das verdades científicas universais" (GATTI JÚNIOR, 1997, p. 36), a qual foi se solidificando ao longo do tempo.

No Brasil, o livro didático se destaca desde o séc. XVIII com a chegada da Família Real e a criação do Colégio Pedro II, em 1837 – Rio de Janeiro, sendo a primeira instituição escolar que passa a usar nominalmente o termo "secundário" como denominação legal ao que hoje se denomina de Ensino Médio (ZOTTI, 2005). Como naquela época o Brasil não tinha publicação própria de

material didático, importou anuários e enciclopédias, os chamados compêndios, que adotados na íntegra, normatizam a estrutura e organização do ensino, sendo os primeiros materiais didáticos de apoio à formação secundária.

Ao reconstituirmos a trajetória do livro didático nacional, o identificamos como um dos aspectos de modernização do Brasil na década de 1930, momento em que o Estado brasileiro cria o Instituto Nacional do Livro (INL) e passa a adotar políticas de controle, a incorporar ideologias nacionalistas e a regulamentar o sistema de ensino incluindo a instauração de políticas de utilização do livro didático.

Apesar de o primeiro passo ter sido dado, com relação ao apoio para produção nacional de livros didáticos, essa política somente se efetivou em 1938, por meio do Decreto – Lei n.º 1.006, de 31/12/1938 que estabeleceu a primeira legislação oficial que tratava da produção, controle e circulação dos livros, além de instituir oficialmente a "Comissão Nacional do Livro Didático".

Em 1945, o Decreto – Lei n.º 8.460, de 26/12/1945 redimensionou as funções dessa Comissão, centralizando na esfera federal o poder legislativo sobre o livro didático, consolidou sua produção, importação e utilização, e atribuiu ao professor a escolha do livro a ser utilizado pelos estudantes (FREITAS; RODRIGUES, 2007), a partir de uma lista pré-definida.

Segundo Barra e Lorenz (1986), após um ano da promulgação deste Decreto – Lei, o Brasil cria em 1946 o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), cujo objetivo de sua institucionalização foi o de promover a melhoria da formação científica, pela atualização do conteúdo, além de preparar materiais para as aulas de laboratório, contribuindo assim de forma significativa, para a qualidade do ensino superior e para o desenvolvimento nacional.

Em 1966, o MEC, o IBECC e a Universidade de Brasília firmaram um acordo com a Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID) ficando conhecido como o período MEC-USAID. Esse acordo permitiu a criação da Comissão do Livro Técnico e do Livro Didático (COLTED), cujo objetivo era o de coordenar as ações referentes à produção, edição e distribuição do livro didático, ficando a cargo da agência internacional toda a responsabilidade pedagógica dos materiais, o que propiciou diversas críticas por parte dos educadores brasileiros (BARRA; LORENZ, 1986).

De acordo com Batista (2001, p. 49):

> O acordo MEC/USAID viabilizou recursos assegurando a distribuição de 51 milhões de livros, no período de três anos e estabeleceu a garantia, pelo MEC, da distribuição gratuita. Assim, assegurado o financiamento do governo a partir de verbas públicas, o Programa revestiu-se do caráter de continuidade.

Posteriormente, houve a criação em 1967 da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC), ao mesmo tempo em que em 1971, com a extinção da COLTED e o término do convênio MEC-USAID, o Instituto Nacional do Livro (INL) ficou responsável por desenvolver o Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (PLIDEF), assumindo as atribuições administrativas e de gerenciamento dos recursos financeiros, seguido da criação em 1972, do Projeto Nacional para a Melhoria do Ensino de Ciências (PREMEN).

Em 1976, o MEC extingue o INL e cria a Fundação Nacional de Material Escolar (FENAME), que passou a ser responsável pela produção e distribuição de material didático às escolas, pela publicação do Decreto n.º 77.107, de 4/2/76. Nesse momento, o governo inicia a compra dos livros com recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), com a contribuição dos Estados para com esse financiamento (FREITAS; RODRIGUES, 2007).

Freitas e Rodrigues (2007) afirmam que essa política foi considerada assistencialista, recebendo várias críticas, destacando dentre elas a não distribuição dos livros didáticos nos prazos estabelecidos, a pressão por parte das editoras com relação ao monopólio do mercado e a participação dos professores de todos os estados brasileiros na escolha dos materiais, pois alguns já ofereciam essa possibilidade, e outros não.

Esse movimento provocou mudanças significativas e pelo grande investimento da política editorial, principalmente pela isenção de impostos, a produção em grande escala de livros didáticos passou a ser das editoras, e o governo seu comprador. Assim, por interesse governamental, o MEC institui pelo Decreto-Lei n.º 91.542/85, o Programa Nacional do Livro didático (PNLD).

No que se refere ao PNLD, novas mudanças ocorreram a partir de 1985. Entretanto, Baganha (2010) revela que o foco deste programa, em seu início, foi

o de atender a todos os estudantes de 1ª a 8ª séries do 1º Grau[51] de todas as escolas públicas garantindo a distribuição gratuita de livro didático, nas diferentes esferas organizacionais do país.

Georgi et al. (2014) indica que a partir da década de 1990, inicia-se uma preocupação com a qualidade do livro didático, oportunizando aos professores das séries iniciais escolherem os livros, "[...] sendo criada em 1993, a primeira comissão de avaliação que estabeleceu, como critério de eliminação, os livros que contivessem preconceitos de qualquer natureza e erros conceituais na área disciplinar" (GEORGI et al., 2014, p. 1032).

Somente em 2003, por intermédio da Resolução/MEC/FNDE nº 38, de 25 de outubro de 2003, o PNLD foi estendido para o Ensino Médio (PNLEM) disponibilizando livros didáticos aos estabelecimentos de ensino da rede federal, estadual e municipal e as entidades parceiras do Programa Brasil Alfabetizado. E, a partir da Resolução nº 18, de 24 de abril de 2007, foi criado o Programa Nacional do Livro Didático para a Alfabetização de Jovens e Adultos (PNLA), com o propósito de universalizar a distribuição gratuita de livros didáticos para os estudantes dessa etapa da educação básica das escolas públicas de todas as regiões do país (FREITAS; RODRIGUES, 2007).

Atualmente, a execução desse Programa é normatizada pelo Decreto n.º 7.084, de 27 de janeiro de 2010 e pela Resolução MEC/FNDE n.º 42, de 28 de agosto de 2012, que inseriu o PNLEM ao PNLD, executado pelo FNDE e pela Secretaria de Educação Básica (SEB/MEC). A partir de então, as obras passaram a ser divulgadas por meio dos Guias de Livros Didáticos (SILVA, 2015).

Além do caráter pedagógico do livro didático, podemos destacar seu aspecto comercial, visto que esse material é considerado uma mercadoria decorrente do mercado editorial que foi criado para atender ao PNLD, exercendo a função governamental sobre o controle da produção, circulação, consumo e uso dos recursos financeiros destinados ao programa. Esse controle se torna

[51] Na década de 1980 a educação formal era regulamentada pela Lei n.º 5.692/71 que organizava o ensino em duas etapas: Ensino de 1º Grau (8 anos) e Ensino de 2º Grau (3 anos). Nesta época o Programa PNLD, só atendia o Ensino de 1º Grau. Posteriormente com a LDB n.º 9394/96 estas etapas de ensino foram unidas passando a fazer parte do nível da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio). E ainda, em 2006 a Lei Federal n.º 11.274 institui o Ensino Fundamental de 9 anos de duração com a inclusão das crianças a partir de 6 anos de idade.

uma das estratégias de manutenção do poder sobre quais conhecimentos serão selecionados — dentre os socialmente disponíveis — para compor o currículo e os livros didáticos.

Autores como Apple (1995), Munakata (2012) e Bittencourt (2015) tratam os livros didáticos em suas pesquisas como mercadorias, pois consideram que a sua produção e consumo ocorrem em uma sociedade, na qual as transações comerciais se constituem como a condição material de sua existência.

Segundo Magalhães (2011, p. 4):

> O manual escolar tem uma materialidade. Espécime e produto autoral, editorial, mercantil, o manual escolar é mercadoria e produto industrializado e comercializado, com características próprias e que cumpre objetivos específicos nos planos científico, social e cultural.

Para esse autor, o livro como mercadoria participa de um jogo editorial de produção e consumo que evidencia a tensão entre os autores que buscam por um lado atender as expectativas dos professores dentro das teorias pedagógicas em voga, e por outro lado, atender à política editorial e governamental regulamentadas pelos editais de seleção dos livros didáticos. Monteiro (2009, p. 176) também se refere a essa mesma questão ao afirmar que:

> [...] os autores, ao produzir livros didáticos, interpretam as orientações oficiais e as reelaboram segundo suas ideias pedagógicas, ao mesmo tempo em que, incorporam expectativas dos professores, buscando atraí-los para o seu consumo.

Nessa mesma direção, Bittencourt (2015, p. 71) afirma que "o livro didático é, antes de tudo, uma mercadoria, um produto do mundo da edição que obedece à evolução das técnicas de fabricação e comercialização", pois quanto melhores forem as técnicas editoriais, como relata a autora, os livros ganham mais cores e recursos editoriais, com vistas a um aumento na qualidade de sua apresentação.

Portanto, nessa relação entre professores, editoras e governo, constatamos que o livro se constitui muito mais como mercadoria, por incorporar e materializar os formatos que o mercado editorial espera como afirmou Bittencourt (2015), do que propriamente uma produção centrada no conhecimento puro e simples. Um exemplo disso, é o investimento público no ano de 2015 para o Ensino Médio no valor de R$ 787.905.386,58 para aquisição

de 87. 622.022[52] milhões de livros, o equivalente a 67 % do total destinado ao PNLD.

Como controle de produção e avalição dos livros do PNLD, o governo lança Edital que dita as regras de orientação para a produção das obras pelas editoras, que posteriormente passarão por rigoroso processo de avaliação realizada por comissões especificas de especialistas nas disciplinas dos componentes das matrizes curriculares das escolas.

Para o processo de avaliação pedagógica das obras inscritas no PNLD 2015, dois conjuntos de critérios foram observados, respectivamente, os critérios eliminatórios comuns de caráter geral pertencentes a todas as áreas de ensino e os critérios específicos de cada componente curricular constantes no Edital de Convocação - Edital n.º 01/2013/PNLD 2015[53].

Ressaltamos que o edital do PNLD/2015 apresentou inovações relativas ao processo de inscrição das obras didáticas pelas editoras. A partir desse ano, as editoras poderiam optar pela inscrição de livro impresso, ou livro impresso mais livro digital. As obras, portanto, foram classificadas em dois tipos: Tipo 1: Obra Multimídia composta de livros digitais e livros impressos e Tipo 2: Obra impressa composta de livros impressos e PDF. No caso da Obra Tipo 1, o livro digital deveria trazer o mesmo conteúdo do livro impresso integrado a Objetos Educacionais Digitais – OED[54], com acesso permitido para estudantes e professores em domínios das editoras por plataformas múltiplas e equipamentos variados.

Os critérios eliminatórios gerais a serem observados em todas as obras inscritas no PNLD/2015 (BRASIL, 2013, p. 39), submetidas à avaliação, foram:

1. Respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais relativas ao Ensino Médio;
2. Observância de princípios éticos necessários à construção da cidadania e ao convívio social republicano;

---

[52] FNDE. Disponível em: <www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/pnlivro didático/dados-estatísticos>. Acesso em: 17 mai. 2019.

[53] O Edital 01/2013 é o edital orientativo do PNLD/2015, estudado nesta pesquisa.

[54] OED: Entende-se por objetos educacionais vídeos, imagens, áudios, textos, gráficos, tabelas, tutoriais, aplicações, mapas, jogos educacionais, animações, infográficos, páginas web e outros elementos (BRASIL, 2013, p. 3).

3. Coerência e adequação da abordagem teórico-metodológica assumida pela obra no que diz respeito à proposta didático-pedagógica explicitada e aos objetivos visados;
4. Respeito à perspectiva interdisciplinar na apresentação e abordagem dos conteúdos;
5. Correção e atualização de conceitos, informações e procedimentos;
6. Observância das características e finalidades específicas do manual do professor e adequação da obra à linha pedagógica nela apresentada;
7. Adequação da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos da obra;
8. Pertinência e adequação do conteúdo multimídia ao projeto pedagógico e ao texto impresso.

Como resultado desse processo de avaliação, o MEC elabora os Guias de Livros Didáticos, nos quais constarão as resenhas das obras aprovadas, os princípios e critérios que nortearam a avaliação pedagógica, os modelos das fichas de análise e o hiperlink das obras aprovadas, que por sua vez, irão servir de instrumento de apoio aos professores no processo de escolha.

Segundo Silva (2015), esses princípios e critérios são definidos por especialistas, indicados pelo MEC, que buscam imprimir um padrão de qualidade dos conteúdos e consequentemente do ensino, cabendo esclarecer que esses padrões estão submetidos e determinados pelas legislações vigentes e, portanto, por não representarem em sua totalidade a realidade brasileira, tornando-se em um dos mecanismos reguladores do 'que' e do 'como' ensinar.

Atualmente, o funcionamento do PNLD é executado em ciclos trienais alternados sistematizados em seis etapas. Na fase inicial, há a inscrição das editoras para participarem de edital aberto pelo MEC, momento em que submetem seus livros para análise. Na segunda etapa, ocorre a seleção e avaliação dos livros recebidos pelo MEC, observando o atendimento aos itens do Edital, que posteriormente, os livros selecionados são encaminhados à Secretaria de Educação Básica (SEB/MEC), órgão responsável pela avaliação pedagógica.

A terceira etapa consiste na confecção dos Guias de Livros Didáticos disponibilizadas pelo FNDE em meio eletrônico e em material impresso, o qual será enviado às escolas cadastradas para que professores e equipe pedagógica procedam a análise das resenhas das coleções para selecionar as que melhor atendam ao Projeto Político-Pedagógico da escola. Após esse processo as escolas registram o livro escolhido, para cada ano/disciplina no site do FNDE/PNLD.

A quarta e quinta etapa do processo consistem na solicitação e produção dos livros didáticos pelo FNDE/PNLD. Sobre esse procedimento, Giorgi et al. (2014, p. 1035) explicitam que:

> Após a compilação dos dados dos formulários impressos e dos pedidos feitos 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 pelos professores. Concluída a negociação, o FNDE firma o contrato e informa os quantitativos e as localidades de entrega para as editoras, que dão início à produção dos livros, com supervisão dos técnicos do FNDE.

Essa organização de solicitação e compra dos livros didáticos realizada pelo FNDE, indica que mesmo o professor escolhendo o livro didático, devido ao modo de como é executada sua compra, não garante que a obra escolhida é a que vá efetivamente chegar à escola. Portanto, ocorrem alguns casos em que o professor escolhe uma obra e recebe outra.

A última etapa consiste propriamente na distribuição dos livros didáticos às escolas. Essa distribuição é realizada pelas editoras diretamente com as escolas, por meio de um contrato entre o FNDE e a Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos (ECT) tendo o acompanhamento de técnicos do FNDE e das Secretarias Estaduais de Educação.

Após todo esse processo de seleção, foi divulgado no ano de 2014 o Guia de Livros Didáticos PNLD 2015 – contendo as obras indicadas para o uso durante o triênio 2015/2016/2017.

As coleções aprovadas para as disciplinas de Biologia, Física, Química e Geografia constam nos Quadros 01, 02, 03 e 04 a seguir, podendo ser identificadas nos seus respectivos Guias de Livros Didáticos do PNLD/2015.

A disciplina de Biologia lista 9 (nove) obras analisadas e aprovadas pelo PNLD/2015.

QUADRO 01: LISTA DE LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA

Coleções	Referências
BIO	LOPES, Sônia Godoy Bueno Carvalho, ROSSO, Sergio. **BIO**. São Paulo: Saraiva, v.1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.
Biologia	MENDONÇA, Vivian Levander. **Biologia - Os Seres Vivos.** São Paulo: AJS, v. 1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.
Biologia	SILVA JÚNIOR, César, SASSON, Sezar, CALIVRO DIDÁTICOINI JÚNIOR, Nelson. **Biologia**. São Paulo: Saraiva, v.1, 2 e 3, 11ª ed., 2013.
Biologia em contexto	AMABIS, José Mariano, MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia em contexto**. São Paulo: Moderna, v. 1, 2 e 3, 1ª ed., 2013.
Biologia Hoje	LINHARES, Sérgio de Vasconcelos, GEWANDSZNAJDER, Fernando. **Biologia Hoje: Os Seres Vivos.** São Paulo: Ática, v. 1, 2 e 3, 2ª ed., 2014.
Biologia unidade e diversidade	FAVARETTO, José Arnalivro didáticoo. **Biologia unidade e diversidade**. São Paulo: Saraiva, v.1, 2 e 3, 1ª ed., 2013.
Conexões com a Biologia	BRÖCKELMAN, Rita Helena. **Conexões com a Biologia**. São Paulo: Moderna, v.1, 2 e 3, 1ª ed., 2013.
Novas Bases da Biologia	BIZZO, Nélio Marco Vicenzo. **Novas Bases da Biologia**. São Paulo: Ática, v. 1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.
Ser Protagonista	TAKEUCHI, Márcia Regina, OSORIO, Tereza Costa. **Ser Protagonista Biologia**. São Paulo: SM, v. 1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.

FONTE: A Autora (2019).

A disciplina de Física lista 14 (catorze) obras analisadas e aprovadas pelo PNLIVRO DIDÁTICO/2015.

QUADRO 02: LISTA DE LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA

continua

Coleções	Referências
Compreendendo a Física	GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física**. São Paulo: Editora Ática, vol. 1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.
Física	ARTUSO, Alysson R.; WRUBLEWESKI, Marlon. **Física**. Curitiba: Editora Positivo, vol. 1, 2 e 3, 1ª ed. 2013.
Física- Conceitos e Contextos: Pessoal, Social, Histórico	PIETROCOLA, Maurício; POGIBIN, Alexander; ANDRADE, Alexander; ROMERO, Talita R. **Física- Conceitos e Contextos: Pessoal, Social, Histórico.** Curitiba: Editora FTD, vol. 1, 2 e 3, 1ª ed. 2013.
Física	PIQUEIRA, José R.C.; CARRON, Wilson; GUIMARÃES, José O. S. **Física.** São Paulo: Editora Ática, vol. 1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.
Física Aula por Aula	XAVIER, Cláudio; BARRETO, Benigno. **Física Aula por Aula.** São Paulo: Editora FTD, vol. 1, 2 e 3, 1ª ed. 2013.
Física Contexto & Aplicações	MÁXIMO, Antônio; ALVARENGA, Beatriz. **Física Contexto & Aplicações.** São Paulo: Editora Scipione, vol. 1, 2 e 3, 1ª ed., 2013.
Física	BONJORNO, José R.; CLINTON, Marcico R.; PRADO, Eduardo; CASEMINRO, Renato; BONJORNO, Regina F.S.A.; BONJORNO, Valter. **Física.** São Paulo: Editora FTD, vol. 1, 2 e 3, 2ª ed. 2013.

conclusão

Coleções	Referências
Física Interação e Tecnologia	FILHO; Aurélio G.; TOSCANO, Carlos. **Física Interação e Tecnologia**. São Paulo: Editora Leya, vol. 1, 2 e 3, 1ª ed. 2013.
Física para o Ensino Médio	FUKE, Luiz. F.; YAMAMOTO, Kazuhito. **Física para o Ensino Médio.** São Paulo: Saraiva, vol.1, 2 e 3, 3ª ed., 2013.
Física	DOCA, Ricardo H.; BÔAS, Newton V.; BISCUOLA, Gualter J. **Física.** São Paulo: Saraiva, vol.1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.
Quanta Física	KANTOR, Carlos A.; PAOLIELLO JR, Lilio A.; MENEZES, Luís C.; BONETTI, Marcelo C.; CANOTO JR, Osvalivro didáticoo; ALVES, Viviane M. **Quanta Física.** São Paulo: Pearson, vol.1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.
Ser Protagonista – Física	STEFANOVITS, Angelo. **Ser Protagonista – Física.** São Paulo: SM, v. 1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.
Conexões com a Física	MARTINI, Gloria; SPINELLI, Walter; REIS, Hugo C.; SANT'ANNA Blaidi. **Conexões com a Física.** São Paulo: Moderna, v.1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.
Física Ciência e Tecnologia	TORRES, Carlos M.A.; FERRARO, Nicolau G.; SOARES, Paulo A.T.; PENTEADO, Paulo C. M. **Física Ciência e Tecnologia.** São Paulo: Moderna, v.1, 2 e 3, 3ª ed., 2013.

FONTE: A Autora (2019).

A disciplina de Química lista 4 (quatro) obras analisadas e aprovadas pelo PNLD/2015.

QUADRO 03: LISTA DE LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA

Coleções	Referências
Química	FONSECA, Martha R. M. **Química.** São Paulo: Editora Ática, vol. 1, 2 e 3, 1ª ed., 2013.
Química	MORTIMER, Eduardo F.; MACHADO, Andréa H. M. **Química.** São Paulo: Editora Scipione, vol. 1, 2 e 3, 1ª ed., 2013.
Química Cidadã	CASTRO, Eliane N. F.; SILVA, Gentil S.; MÓL, Gerson S.; MATSUNAGA, Roseli T.; FARIAS, Salvia B.; SANTOS, Sandra M. O.; DIB, Siland M. F. **Química Cidadã.** São Paulo: Editora AJS, vol. 1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.
Ser Protagonista – Química	ANTUNES, Murilo Tissoni. **Ser Protagonista – Química.** São Paulo: Editora SM, vol. 1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.

FONTE: A Autora (2019).

A disciplina de Geografia lista 18 (dezoito) obras analisadas e aprovadas pelo PNLD/2015.

QUADRO 04: LISTA DE LIVROS DIDÁTICOS DE GEOGRAFIA

continua

Coleções	Referências
Fronteiras da Globalização	RIGOLIN, Tércio; MARINA, Lúcia. **Fronteiras da Globalização.** São Paulo: Editora Ática, vol. 1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.

conclusão

Coleções	Referências
Geografia	MARITNI, Alice; DEL CLAUDIO, Rogata S. **Geografi**a. São Paulo: Editora IBEP Instituto Brasileiro, vol. 1, 2 e 3, 3ª ed., 2013.
Geografia Contextos e Redes	SILVA, Ângela C.; OLIC, Nelson Bacic; LOZANO, Ruy. **Geografia Contextos e Redes.** São Paulo: Moderna, v.1, 2 e 3, 1ª ed., 2013.
Geografia – Espaço e Vivência	BOLIGIAN, Levon; ALVES, Andressa. **Geografia – Espaço e Vivência.** São Paulo: Saraiva, vol.1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.
Geografia	GUERINO, Luiza Angélica. **Geografia.** Curitiba: Editora Positivo, vol. 1, 2 e 3, 1ª ed. 2013.
Geografia das Redes	SANTOS, Douglas. Geografia das Redes. São Paulo: Editora do Brasil, vol. 1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.
Geografia em Rede	ADÃO, Edilson; FURQUIM JR., Laercio. **Geografia em Rede.** São Paulo: Editora FTD, vol. 1, 2 e 3, 1ª ed. 2013.
Geografia: Estudos para Compreensão do Espaço	TAMDJIAN, James O.; MENDES, Ivan I. **Geografia: Estudos para Compreensão do Espaço.** São Paulo: Editora FTD, vol. 1, 2 e 3, 2ª ed. 2013.
Geografia Geral e do Brasil – Espaço Geográfico e Globalização	SENE, E.; MOREIRA, João C. **Geografia Geral e do Brasil – Espaço Geográfico e Globalização.** São Paulo: Editora Scipione, vol. 1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.
Geografia Global	GARCIA, Helio; ALMEIDA, Maurício. **Geografia Global.** São Paulo: Editora Escala Educacional, vol. 1, 2 e 3, 3ª ed., 2013.
Geografia Leituras e Interação	JOIA, Antonio Luis; GOETTEMS, Arno A. **Geografia Leituras e Interação.** São Paulo: Editora Leya, vol. 1, 2 e 3, 1ª ed. 2013.
Geografia: o Mundo em Transição	VESENTINI, José W. **Geografia: o Mundo em Transição.** São Paulo: Editora Ática, vol. 1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.
Geografia para o Ensino Médio	MAGNOLI, Demétrio. **Geografia para o Ensino Médio.** São Paulo: Saraiva, vol.1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.
Geografia Sociedade e Cotidiano	MARTINS, Dadá; BIGOTTO, Francisco; VITIELLO, Márcio. **Geografia Sociedade e Cotidiano.** Editora Escala Educacional, vol. 1, 2 e 3, 3ª ed., 2013.
Novo Olhar Geografia	MARTINEZ, Rogério; GARCIA, Wanessa. **Novo Olhar Geografia.** São Paulo: Editora FTD, vol. 1, 2 e 3, 2ª ed. 2013.
Ser Protagonista Geografia	MOREIRÃO, Fábio B. **Ser Protagonista Geografia.** São Paulo: SM, v. 1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.
Território e Sociedade no Mundo Globalizado	LUCCI, Elian A.; BRANCO, Anselmo L.; MENDONÇA, Cláudio. **Território e Sociedade no Mundo Globalizado.** São Paulo: Saraiva, vol.1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.
Conexões Estudos de Geografia Geral e do Brasil	TERRA, Lygia; ARAÚJO, Regina; GUIMARÃES, Raul B. **Conexões Estudos de Geografia Geral e do Brasil.** São Paulo: Moderna, v.1, 2 e 3, 2ª ed., 2013.

FONTE: A Autora (2019).

Portanto, o foco desta pesquisa está em analisar em que medida o conhecimento escolar sobre Mudanças Climáticas, abordado nos Livros Didáticos de Biologia, Física, Química e Geografia – PNLD 2015, recebidos por escolas do município de Curitiba/PR, podem contribuir para que os estudantes construam concepções científico-sociais, econômicas e políticas sobre este fenômeno.

3.4 Mudanças Climáticas e o Livro Didático como objeto de Investigação

O livro didático, mesmo coexistindo com os demais materiais de ensino como quadros, mapas, recursos tecnológicos é reconhecido como elemento fundamental no processo educativo, sendo indiscutível sua importância pedagógica, dada a relação entre o seu papel educativo, e as práticas constitutivas da escola e do ensino escolar.

Alguns pesquisadores apontam que o livro didático, de modo geral, tem desempenhado mais funções do que a princípio se destinaria. Choppin (2004) em suas pesquisas sobre a história dos livros didáticos aponta que além da *função referencial* de suporte privilegiado dos conteúdos, esse material de ensino assume outras três importantes funções: *uma instrumental*, na medida que propõem metodologias e atividades de ensino; *uma ideológica e cultural*, por ter se tornado objeto essencial na transmissão de cultura, valores de uma sociedade, assumindo um importante papel político e, uma função documental, em que o livro representa um conjunto de documentos textuais e/ou icônicos representativos de uma época, cuja leitura, pode despertar o espírito crítico dos estudantes.

Apple (1995), Batista (1999), Martins (2012) afirmam que o livro didático expressa e materializa o conhecimento que a sociedade reconhece como legítima e verdadeira, contribuindo para determinar os padrões da veracidade sobre determinado tema. Nesse sentido, o livro didático se torna um ponto de referência para saber o que a sociedade considera como conhecimento, cultura, crenças e moralidade.

Bettencourt (2004; 2015) reconhece que 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 e o papel que ele adquiriu na sociedade atual, demonstrando que é um objeto que possui diversas funções, 'múltiplas facetas', apresentando, portanto, uma natureza complexa.

Essa autora destaca que:

> A complexidade da natureza deste artefato cultural explica com maior precisão o predomínio que exerce como material didático no processo de ensino e na aprendizagem da disciplina, qualquer que seja ela. O livro didático tem sido, desde o séc. XIX, o principal instrumento de trabalho de professores e estudantes, sendo utilizado nas mais variadas salas de aulas e condições pedagógicas, servindo como

> mediador entre a proposta oficial do poder expressa nos programas curriculares e o conhecimento escolar ensinado pelo professor (BITTENCOURT, 2015, p. 72).

Nesse cenário, Marpica e Logarezzi (2010) consideram que o livro didático por estar presente na sala de aula, auxilia a implementação de políticas públicas de educação na medida em que, apoia o planejamento das atividades de ensino cumprindo seu papel de mediador no processo pedagógico de ensino-aprendizagem desenvolvido entre os professores e estudantes.

Para essas autoras, o livro didático surge "como um potencial promotor da transversalidade necessária para tratar uma temática complexa como é a questão ambiental na atualidade" (MARPICA; LOGAREZZI, 2010, p. 116). Segundo as autoras, a complexidade dessa temática resulta de sua vinculação às demandas culturais, éticas, políticas e ideológicas da sociedade, justamente porque a natureza e as relações que o ser humano com ela estabelece, são complexas.

Tendo em vista, as funções atribuídas ao livro didático apresentadas pelas teorias de Apple (1989), Batista (1999), Choppin (2004), Marpica e Logarezzi (2010), Bettencourt (2004; 2015) e Martins (2012) permite que se conclua que o livro didático é um material de ensino complexo, que afeta a vida cotidiana das escolas, de diferentes formas e em diferentes situações, produzindo diferentes experiências escolares.

Ressalta-se aqui a função ideológica e cultural do livro didático por ter se tornado objeto essencial na transmissão de cultura, valores de uma sociedade, sendo mais abrangente do que a que o concebia como função instrumental, ou simplesmente como um referencial de conteúdo, entendendo que esses conceitos foram construídos numa visão crítica, da qual, o livro didático passou a ser compreendido como parte de um processo histórico-social, uma vez que incorpora, produz e reproduz as relações da sociedade da qual ele faz parte.

Segundo Bittencourt (2015, p. 73), para entender o papel do livro didático na vida escolar não basta analisar "as ideologias e as defasagens de conteúdos em relação à produção acadêmica ou descobrir se o material é fiel ou não às propostas curriculares", para analisar este material com profundidade devemos olhar para ele considerando todos os seus aspectos e contradições, como um

sistema integrado de signos com diferentes significados – um híbrido semiótico[55].

Ao compreender o livro didático como um híbrido semiótico é reconhecer que esse material de ensino é portador de textos de diferentes constituições linguísticas que podem auxiliar o estudante no domínio da leitura escrita, além de lhe oferecer um leque de informações, veiculadas e divulgadas com uma linguagem mais acessível que amplia seu conhecimento sobre o saber científico, refletindo nas complexas relações entre Ciência, Cultura e Sociedade no contexto da formação de cidadãos.

Respeitando, portanto, que o texto é heterogêneo quanto à sua constituição simbólica a partir da presença de uma diversidade de linguagens seja ela verbal (texto escrito), matemática (equações, gráficos, notações), iconográficas (desenhos, fotografias, mapas, diagramas), que em conjunto formam um sistema de significação dos textos abrindo espaço para análise e questionamentos do papel de outros modos, além do verbal, na construção do conhecimento em Ciência na educação.

Considera-se imagem[56], como representação mental de um objeto perceptível pelos sentidos. Na sua origem etimológica, do latim, *Imago* significa forma, imitação, aparência ou representação figurada de pessoa ou coisa relacionado a um objeto, seu referente, por analogia ou por semelhança perceptiva.

Na perspectiva de Barthes (1990), as imagens podem ser sonoras, táteis, olfativas ou visuais, as quais produzem sentidos que são transmitidos por meio de sinais propagados pelo que ela representa em si, construindo um significado e significando para além da mensagem linguística, quando acompanhadas por um texto.

Para Gouvêa et. al. (2016), a leitura de imagem requer para sua interpretação que o leitor conheça minimamente algumas determinações culturais, sociais e políticas referentes à sua época de criação. Ou seja, a partir

---

[55] Semiologia é a ciência geral dos signos. A palavra vem da união das palavras gregas *semeion*, que significa sinal, e *logos*, estudo. A Semiologia é uma área do conhecimento que se dedica a compreender os sistemas de significação desenvolvidos pela sociedade. Tem por objeto os conjuntos de signos, sejam eles linguísticos, visuais, ou ainda ritos e costumes Disponível em: <https://www.significados.com.br/semiologia/>. Acesso em: 17 mai. 2019.

[56] Imagem: Dicionário Priberam da Língua Portuguesa. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/imagem>. Acesso em: 27 ago. 2019.

do conhecimento prévio que o leitor possui da imagem, sua interpretação será inteiramente específica, exclusiva e pessoal diferindo completamente do outro leitor que possui outras experiências sobre o que representa a mesma imagem.

Nesse sentido, de acordo com esses autores, para compreender o significado das diferentes representações iconográficas presentes nos livros didáticos, na contemporaneidade, constituem-se num desafio diante da necessidade de se reconhecer o papel pedagógico das imagens no processo educativo.

E ainda, esses autores revelam que:

> Uma imagem que está desenhada no imaginário de pessoas de uma época, de uma dada cultura, de uma dada religião é uma imagem que trata de uma concepção que desenha o modo como elas veem a si mesmas e também o seu contexto. As imagens, também, podem ser consideradas representação de uma coisa e por extensão representação mental dessa coisa (imagem mental ou pensamento), representação figurada relacionada a um objeto, seu referente, por sua analogia ou por sua semelhança perceptiva (GOUVÊA et. al., 2016, p.141).

Nessa perspectiva, é importante que se reconheça a função cognitiva da imagem relacionada ao contexto linguístico, à semiótica da imagem e as suas manifestações em diferentes práticas sociais. Segundo Pralon (2012, p. 163):

> Reconhecer o potencial pedagógico das imagens em situações didáticas implica considerar que elas também são capazes de transmitir mensagens, conceitos, ideias, valores, desempenhando, desse modo, importante papel na formação dos jovens.

Contudo, os sentidos e significados possíveis que as representações visuais podem ter ultrapassa a simples identificação visual de seus componentes. Não basta ter uma imagem para compreender o conceito que ela está representando, como do mesmo modo, não basta apenas saber 'ler' um texto para entender o seu sentido. Percebe-se isso, por exemplo, quando se analisa um gráfico, se este não possui a legenda e indicações dos eixos, não se consegue "saber" o que o gráfico "fala".

Ao analisar as imagens no contexto do livro didático deve-se considerar os elementos sociais que envolvem o processo de sua elaboração, seleção e informação, as quais destinam-se auxiliar os estudantes a construírem uma concepção sobre um fenômeno (científico ou não) a partir de sua interpretação. Sobre essa questão Gouvêa e Oliveira (2010, p. 70) consideram que:

> Abordar o estatuto das imagens no contexto do livro didático implica considerar que há um processo comunicacional elaborado por um conjunto de atores sociais que constroem imagens acerca de uma determinada informação científica e que exige por parte do leitor determinadas formas de produção de sentidos por meio de processos cognitivos na construção de conhecimento.

A posição das autoras leva-nos a pensar que as imagens nos livros didáticos são acompanhadas por um conjunto de fatores sociais, políticos, econômicos específicos os quais conduzem a formas de representações específicas e utilizadas na explicação de conceitos e fenômenos científicos.

E, por mais que as práticas de ensino sofram adequações caracterizando-se como elementos constitutivos da memória de uma prática social, os quais influenciam na construção de conhecimentos pelos estudantes, observa-se que certas imagens utilizadas para representações de certos fenômenos permanecem as mesmas, por longo período de tempo.

Desse modo, nesta tese, ao verificar a utilização de outras linguagens, além da textual, como a matemática (equações, gráficos) e a imagética (desenhos, fotografias, mapas, diagramas), como auxílio na interpretação e construção do conhecimento escolar sobre a temática das mudanças climáticas, significa compreender que as imagens presentes nos livros didáticos podem adquirir diversos significados diferentes dos pensados pelos autores dos textos, ao selecioná-las na elaboração do material.

Mediante a todas essas considerações, partilha-se da posição de Lajolo (1996) e Amaral (2006), os quais afirmam que o livro didático mesmo não sendo o único material utilizado na escola, para a grande maioria dos professores, é o mais importante, pois, são os materiais centrais na produção, circulação e apropriação do conhecimento se tornando um meio de pesquisa e mediador entre o conhecimento científico e conhecimento escolar, na escola.

Na pesquisa realizada por Amaral (2006a), constata-se que apesar de ser comumente o uso do livro didático completo, ou seja, como fonte de textos, ilustrações e atividades, tem-se observado a crescente interatividade criativa do professor para com o livro didático, na medida em que às vezes são substituídos alguns textos e atividades por outros retirados de outras coleções ou de livros paradidáticos. Jornais, revistas, vídeos, CD-ROM também costumam ser fontes de informação, sendo acompanhados de projetos multidisciplinares, indicando que há uma relação ativa entre o professor e o livro didático. A maior novidade

constatada na pesquisa, possivelmente um sinal dos tempos atuais, seja a forma com que a informação se multiplica e se reformula com rapidez, fruto das constantes críticas sobre o próprio livro didático e do constante apelo à autonomia pedagógica do professor.

Em outra pesquisa realizada por Guimarães, Megid Neto e Fernandes (2011), enfatizam que esse material é frequentemente utilizado pelos professores no que diz respeito aos textos, imagens e exercícios, porém quanto ao emprego de atividades complementares como leituras, experiências e projetos, o uso é reduzido, concluindo que as tarefas que poderiam dar um tom inovador ao ensino-aprendizagem são menos aproveitadas. Analisam ainda, que os professores, mesmo que parcialmente, usam o livro didático para a organização do planejamento anual e das atividades escolares. Em decorrência deste fato os autores sugerem que é importante que este material de apoio pedagógico esteja sempre atualizado, apresentando propostas inovadoras.

Diante desses argumentos, reconhece-se que os livros didáticos deveriam ser planejados em consonância com estas questões "[...] transformando-se em um instrumento didático relevante no processo educacional que abarcam múltiplos e variados elementos sociocientíficos" (SANTOS; BARROS, 2010, p. 5), principalmente no contexto atual em que a sociedade contemporânea tem vivenciado problemáticas socioambientais significativas, havendo a necessidade de aprimorar essa compreensão científica.

Especificamente sobre a temática das mudanças climáticas no livro didático do Ensino Médio, localizamos os trabalhos[57], de Lobato et al. (2009), Santos e Barros (2010) e Delaqua e Bassoli (2013).

Lobato et al. (2009) analisaram o fenômeno do EE em livros didáticos de Química do Ensino Médio - PNLEM/2006 e a relação desse fenômeno e de seus componentes com o aquecimento global, tendo por objetivo analisar como vem sendo o tratamento desse tema neste material de ensino.

---

[57] Buscou-se localizar produções, entre os anos de 2005-2018, que viessem responder à questão sobre que significados os enunciados presentes nos livros didáticos do Ensino Médio atribuem às questões ligadas às mudanças climáticas atuais, mais especificamente que temas nos livros didáticos trazem esta discussão. Utilizou-se para pesquisa o banco de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações - BDTD (Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/>. Acesso em: 17 mai. 2019), e o banco de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – CAPES (Disponível em: <www.periodicos.capes.gov.br>. Acesso em: 17 mai. 2019). Para as buscas, utilizou-se os termos: "Mudança Climática", "Livro Didático" e "Ensino Médio".

Os autores consideram em sua pesquisa que mesmo não sendo possível tratar o fenômeno EE de modo aprofundado nesse nível de ensino, também não se deveria simplificar o seu conceito, como vem sendo apresentado em alguns livros didáticos analisados. Consideram como direito ao estudante do Ensino Médio, a aquisição de conhecimentos que possibilitem desenvolver uma visão de mundo atualizada, conferindo a este sujeito a capacidade de compreensão das problemáticas abordadas pelos meios de comunicação, e a relação deste conhecimento com o papel do ser humano em seu meio social.

É, portanto, imprescindível na atualidade que temas dessa complexidade, devam ser tratados com mais profundidade, pois somente a partir de um entendimento real do fenômeno que será possível desenvolver uma posição crítica sobre esta temática e apontar caminhos que visem minimizar o problema. Nas palavras dos autores:

> [...] ao tratar do Efeito Estufa, tanto estudantes 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).

Diante dessa constatação, concordamos com os autores, reconhecendo a importância que faz a aquisição do conhecimento científico para que possamos adquirir a compreensão da dimensão dos fenômenos ambientais, suas causas e consequências.

Santos e Barros (2010), por sua vez, fizeram uma análise comparativa das abordagens sobre a questão do aquecimento global, em livros didáticos de Física, para o Ensino Médio do PNLEM/ 2006. A análise envolveu 14 (catorze) livros didáticos adotados em escolas públicas e privadas do estado do Rio de Janeiro.

Nessa pesquisa, os autores evidenciaram 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. Somado a essa questão, os problemas socioambientais são também tratados de modo simplista, não apresentando discussões acerca do papel dos cidadãos com relação à sua parcela de responsabilidade para com estes problemas.

Tais aspectos realçados são deveras preocupantes, pois refletem na dificuldade em articular com coerência e rigor científico as temáticas ambientais e o contexto nos quais elas são evidenciadas.

Como resultado final, os autores, ao articular a análise documental com os conhecimentos científicos concluíram que há nas obras analisadas um tratamento superficial dos conceitos físicos relevantes para a compreensão do fenômeno, um desinteresse às previsões apontadas pelas comissões de especialistas climáticos, além da ausência de propostas práticas para comunidades que habitam zonas de risco nos grandes centros urbanos brasileiros (SANTOS; BARROS, 2010).

O trabalho de pesquisa de Delaqua e Bassoli (2013) teve por objetivo analisar criticamente como o fenômeno do aquecimento global é abordado nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio do PNLD 2012, tendo em vista as controvérsias que envolvem esta temática no contexto científico.

Além de analisar sobre o fenômeno das mudanças climáticas, os autores também buscaram 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.

Os autores ao compreenderem que a Ciência é construída socialmente estando sujeita às influências do meio em que se constrói, indicam a necessidade de que o conhecimento deva ser abordado levando em consideração os diversos e diferentes posicionamentos, reafirmando a provisoriedade dos fatos desmistificando 'verdades científicas', no caso da pesquisa, com relação à temática das mudanças climáticas.

Como conclusão da pesquisa, os autores afirmam que o tema aquecimento global é abordado em todas as coleções, embora não seja abordado em todos os volumes dessas, aparecendo na unidade de Ecologia, como que já era esperado. Alegam que as abordagens acerca das Mudanças Climáticas nos livros didáticos destoam dos objetivos do ensino da Biologia, apresentando uma fragilidade teórica, retratando a temática sob uma perspectiva ingênua sobre o aquecimento global, reforçando uma visão acrítica sobre a ciência e contribuindo com a construção de uma visão de Ciência, inquestionável, neutra e sem controvérsias.

Desse modo, evidencia-se a dificuldade encontrada de se levar para a escola temas em processo de discussão científica, como é o caso das mudanças climáticas. De modo especial, essa dificuldade se evidencia no processo educativo quando aí são ensinados temas como o das mudanças climáticas sem apresentar, diante da complexidade do tema, as controvérsias científicas existentes sobre este fenômeno.

Na procura de estudos em bancos de dados internacionais[58], encontramos poucos trabalhos sobre a temática das mudanças climáticas nos livros didáticos do Ensino Médio, localizando as pesquisas de Choi et al. (2010), Dalelo (2011), Serantes-Pazos (2015) e Román e Bush (2016).

A pesquisa de Choi et al. (2010) teve por objetivo investigar como os conceitos sobre Mudanças Climáticas encontrados em livros didáticos[59] levavam os estudantes a formação de representações equivocadas - "*misconception*" sobre esta temática.

Esse estudo definiu por representações os "conceitos mentais que os estudantes desenvolvem sobre processos reais do mundo (por exemplo, o efeito de estufa) e componentes (por exemplo, dióxido de carbono)" e o termo "misconception" a "equívocos conceituais sobre o fenômeno mudanças climáticas presentes nos conteúdos dos livros didáticos e que diferem das concepções científicas" (CHOI et al., 2010, p. 891).

Os autores analisaram 18 (dezoito)[60] conceitos científicos e identificaram uma variedade de equívocos em tópicos relacionados às mudanças climáticas,

---

[58] Foram pesquisados produções no idioma espanhol, inglês e francês no filtro temporal entre os anos de 2005-2018 utilizando a plataforma EBSCO HOST. Esta é uma plataforma que oferece mais de 200 bases de dados para acesso às fontes de pesquisa (Disponível em: <http://www2.ebsco.com/ptbr/ ProductsServices/ehostdatabases/Pages/index.aspx>. Acesso em: 17 mai. 2019). Para as buscas, utilizamos os termos: "Climate Chang - Mudança Climática", "Textbooks - Livro Didático" e "High School Students - Ensino Médio".

[59] Choi et al. (2010) analisaram sete livros didáticos da ciência da terra e do meio ambiente para determinar se livros de ciência podem estar contribuindo para a construção de conepções equivocadas pelos estudantes, sobre Mudanças Climáticas.

[60] 1) Distinção entre tempo e clima; 2) Distinção entre aquecimento global e alterações climáticas;3) Distinção entre efeito de estufa e mudança climática; 4) As prováveis causas da mudança climática; 5) Distinção entre poluição e efeitos de estufa ou alterações climáticas; 6) A mudança global de temperatura; 7) Distinção entre a camada de ozônio e os gases de efeito estufa em termos de interação com radiação 8) A mudança climática já está em andamento; 9) As principais fontes e os tipos de gases de efeito estufa; 10) Distribuição de gases de efeito estufa na atmosfera; 11) O mecanismo do efeito estufa; 12) Mudança de irradiação solar e seu possível impactos sobre as mudanças climáticas atuais; 13) Projeções de mudanças climáticas futuras de acordo com cenários de emissão; 14) A dependência da sociedade humana dos combustíveis fósseis e as barreiras para reduzir as emissões de gases de efeito estufa; 15) Como

incluindo entre eles: efeito de estufa, aquecimento global, radiação solar. Por exemplo, foi observado pelos pesquisadores que os livros didáticos não conseguiram distinguir entre os tipos de radiação: a radiação solar recebida e radiação infravermelha de saída e sua relação com os GEE, contribuindo para que os estudantes não compreendem a relação entre estes GEE e a sua função na manutenção da temperatura do Planeta, colaborando para o mal entendimento das causas das mudanças climáticas pelos estudantes (CHOI et al., 2010, p. 894).

Os autores da pesquisa descobriram que muitos desses equívocos conceituais poderiam ser mapeados, por distorções conceituais cometidas pelos próprios autores dos livros, pela falta de argumentos científicos sobre esses tópicos dentro dos livros didáticos, ou ainda pelo uso de modelos didáticos que não estavam devidamente relacionados com o conceito científico ao qual este modelo se destinava explicar.

Por exemplo, em uma tentativa de facilitar a compreensão dos estudantes sobre o EE, é corriqueiro que se faça uma analogia entre esse fenômeno e uma estufa física. No entanto, se os livros não esclarecerem as limitações dessa analogia, essas explicações simplificadas podem impedir, em vez de ajudar, o desenvolvimento conceitual dos estudantes, contribuindo com a formação de concepções equivocadas sobre este e demais fenômenos.

Os autores concluem que apesar do aumento de materiais educacionais suplementares e atividades em livros paradidáticos em salas de aula, os livros didáticos ainda são os mais usados como fonte geral de estudos, por professores e estudantes, acerca dos conceitos científicos. Nesse sentido, sugerem que esse estudo possa auxiliar os editores de livros didáticos e autores na revisão mais criteriosa quanto à descrição de conceitos, para que se minimize a possível formação ou o reforço de concepções equivocadas sobre o fenômeno das mudanças climáticas.

O estudo também indica a importância da formação de professores para instrumentalizar os docentes com conhecimentos científicos suficientes sobre

---

mitigar a mudança climática; 16) Distinção entre entrada e saída da radiação solar; 17) Absorção seletiva de radiação pelos gases atmosféricos; 18) Distinção entre os tipos de radiação e temperatura da superfície (CHOI et al., 2010, p. 893).

mudança climática de forma que eles possam orientar, mais satisfatoriamente a aprendizagem dos estudantes.

O trabalho de Dalelo (2011) teve por objetivo realizar uma avaliação abrangente sobre o lugar dado à mudança climática global, como uma das importantes questões ambientais, nos objetivos e conteúdos da geografia no currículo do nível secundário para as escolas etíopes.

Esse estudo se justifica, pois, segundo Haakansson (2009 *apud* DALELO, 2011) e Hellmunth et al. (2007 *apud* DALELO, 2011) o continente Africano, embora responsável por menos de 4% das emissões globais e gases de efeito estufa, é um dos continentes atualmente a atravessar as piores consequências das mudanças climáticas. Conforme o AR4 do IPCC (2007), haverá um aumento de 5% -8% nas Zonas áridas e semiáridas na África, além da crescente falta de água que atingirá de 75-250 milhões de pessoas até 2020 e 350-600 milhões em 2050 (HAAKANSSON, 2009 *apud* DALELO, 2001).

Segundo Dalelo (2011), a investigação realizada na área rural da Etiópia, confirmou pelas entrevistas realizadas com os camponeses da região que 17,5% dos entrevistados reconhecem o valor da preservação da floresta na manutenção do equilíbrio ecológico, os demais, 77,5% dos inquiridos ressaltaram os benefícios econômicos das florestas (construção, madeira combustível e fonte de dinheiro).

A pesquisa de Dalelo (2011) demonstra que as pessoas das comunidades locais que possuem baixa escolarização são as mesmas que apresentam um alto grau de vulnerabilidade aos efeitos adversos das alterações climáticas, constatando-se que a falta de conhecimento científico sobre a importância da preservação ambiental coloca em risco toda a população.

Segundo o autor, a relevância da pesquisa está justamente relacionada em verificar se os conteúdos da Geografia presentes nos livros didáticos do Ensino Médio das escolas etíopes, contribuem para a aquisição de conhecimento científico em mudança climática, que possibilitem aos estudantes reconhecer o impacto do seu comportamento no ambiente, disponibilizando informações que lhes permitam desenvolver uma ética ambiental que oriente as suas ações.

Dalelo (2011) reconhece que o ambiente escolar promove relações formais e informais que podem contribuir na aquisição de conhecimentos e

comportamentos em prol do ambiente. Ressalta também, que não somente no ambiente escolar é que professores e estudantes obtêm informações sobre as mudanças climáticas, a mídia se constitui num dos meios de comunicação sobre o assunto, no entanto, enfatiza que é fortemente argumentado que a educação sobre as mudanças climáticas não deve ser deixada para a mídia, indicando que equívocos conceituais podem passar sem ser contestados ou nenhuma educação possa ocorrer.

Os resultados da pesquisa mostraram que o currículo da Geografia na escola etíope oferece uma enorme oportunidade de integrar sistematicamente questões relacionadas com as mudanças climáticas. Os livros didáticos apresentam de forma adequada as questões relacionadas com a Ciência por trás das mudanças climáticas, incluindo suas causas e consequências, faltando trazer para a geografia escolar as discussões políticas sobre a temática.

A pesquisa de Serantes-Pazos (2015) teve por objetivo revelar as tensões, erros e ausências na transmissão de conhecimentos sobre as mudanças climáticas nos livros didáticos da ESO[61], Espanha, a fim de apoiar o trabalho do professor e melhorar a estrutura do currículo escolar. Essa pesquisa faz parte do projeto Resclima[62], que estabelece a relação entre ciência e cultura comum nas representações sociais acerca das mudanças climáticas.

Como os demais pesquisadores, a autora considera também o livro didático como um dos materiais mais utilizados no âmbito escolar, ressaltando sua importância como um dos meios de inserção da temática mudança climática na escola, já que o livro didático é compreendido como um instrumento de transmissão de conhecimento mais utilizado pelos professores na Espanha.

---

[61] ESO: Educação Secundária Obrigatória. Corresponde à última etapa da formação educacional obrigatória na Espanha, com duração de dois anos. Ao concluir a ESO o estudante poderá escolher entre três caminhos: dar por terminado sua formação escolar; iniciar o Bachillerato: preparatório para ingressar na faculivro didáticoade ou ingressar na Formação Profissional: estudos focados em uma profissão com a intenção de preparar o estudante para o mercado de trabalho.

[62] Resclima: O projeto RESCLIMA, pesquisa sobre “A relação entre ciência e cultura popular nas representações sociais das mudanças climáticas: contribuições para a educação e comunicação sobre riscos climáticos”, explora a lógica complexa que preside a construção do conhecimento popular sobre as mudanças climáticas e o papel que cultura científica desempenha neste processo. Disponível em: <http://www.resclima.info/node/97>. Acesso em: 17 mai. 2019.

Foram analisados 72 (setenta e dois)[63] livros didáticos. Para explorar o conteúdo dos textos, foram elaboradas planilhas analíticas que permitiram interpretar os dados de forma comparada. A informação foi codificada considerando três níveis de análise: os *conteúdos textuais*, as *iconografias* e as *propostas de atividades*, que por sua vez, se dividiram em subcategorias[64].

Para a análise dos livros didáticos, foi utilizada como metodologia a representação social. Segundo Moscovici (1981), as representações sociais são definidas como conceitos e explicações que se originam na vida cotidiana e que equivalem aos sistemas de crenças tradicionais tratando-se de uma versão da realidade pelo viés de uma vivência cotidiana, podendo ser chamado de saber popular e/ou tradicional.

Essa teoria por considerar a subjetividade da construção simbólica do conhecimento serve de suporte para explicar as relações entre o conhecimento científico, circulado no âmbito escolar, e o conhecimento comum, circulado na sociedade, possibilitando uma leitura referenciada do entendimento que educadores e estudantes constroem sobre a temática das mudanças climáticas.

Segundo Serantes-Pazos (2015), a análise revelou que as informações passadas nos livros didáticos correspondem a um quadro reducionista e convencional sobre mudanças climáticas centrados na dimensão ambiental que não considera as últimas recomendações do último relatório do IPCC - AR5 (2014) que assinala a necessidade de introduzir nas discussões sobre esta temática a dimensão social, especificamente os aspectos de gênero, etnia, grupo social, justiça climática, entre outros.

A análise realizada observou a presença de uma visão ocidental eurocêntrica das mudanças climáticas, a qual não questiona o modelo econômico dominante que o produz, pois não apresenta nenhuma das consequências negativas dos países do Norte e omitem os efeitos sobre os

---

[63] Os 72 livros que constituem a mostra são: 25 (vinte e cinco) eram de Ciências (da natureza, biologia, ecologia, física e química); 19 (dezenove) de Ciências Sociais (geografia e história ou cultura clássica); 10 (dez) de línguas (espanhol, galego, inglês, francês, latim); 2 (dois) de matemática; 6 (seis) de caráter técnico-artístico (plástico, música, tecnologia, informática) e 10 (dez) de natureza humanista (religião, educação para a cidadania, ética).

[64] Subcategorias: **conteúdos textuais:** definição, causas, consequencias, a quem afeta/vítimas, fonte de informação e medidas de mitigação/adaptação; **informações icnográficas:** fotografias, ilustrações e gráficos e **propostas de atividades**: reproduzir conteúdo, interpretar dados, calcular, relacionar, investigar, observar, debater ou propor ações e compromissos (SERANTES-PAZOS, 2015, p. 253).

países em desenvolvimento do Sul, cuja atividade econômica será severamente afetada como a pesca, agricultura, silvicultura, além de uma invisibilidade das mulheres e das crianças, constatada pela sua ausência nesta discussão.

Como resultado final dessa pesquisa, Serantes-Pazos (2015) indica que os livros didáticos não apresentam exemplos de modelos de transição ou propostas de declínio, o que é preocupante diante da ameaça das mudanças climáticas, fato que requer estratégias coletivas e globais de cooperação internacional, sendo necessário diluir a lógica tecnocrática e reducionista para apresentar uma visão mais crítica, na linha da corresponsabilidade e da justiça socioambiental.

O trabalho de Román e Bush (2016) teve por objetivo estudar como a linguagem empregada nos livros didáticos do Ensino Médio ao abordar a temática das mudanças climáticas influencia na constituição do conhecimento científico sobre este fenômeno. Investigou especificamente, como a incerteza e a atribuição humana é interpretada na linguagem dos textos quando discutem as mudanças climáticas.

Essa pesquisa surgiu a partir do trabalho realizado por Leiserowitz, Smith e Marlon (2011 *apud* ROMÁN; BUSCH, 2016) no Estado da Califórnia, o qual revelou que 51% dos adolescentes americanos acreditam nos cientistas quando dizem que as mudanças climáticas não estão acontecendo, não sendo surpreendente, portanto, que esses adolescentes não estejam preocupados com as alterações do clima.

A partir dessa constatação, os autores ao investigarem quais poderiam ser as fontes dessa crença entre a juventude americana, chegaram à conclusão de que os estudantes do Ensino Médio estavam aprendendo sobre mudanças climáticas em grande parte por meio dos livros didáticos usados em sala de aula.

Esses autores, como outros pesquisadores na área de livro didático, declaram que esse material de ensino é uma das principais fontes de divulgação do discurso científico, no entanto, ressaltam que devido à falta de clareza linguística ao apresentarem os conceitos científicos, esses materiais dificultam, tanto o trabalho dos professores, quanto o aprendizado dos estudantes.

Afirmam, portanto, que a linguagem tem sido o principal obstáculo que a maioria dos estudantes enfrentam no aprendizado de Ciências, sugerindo que

uma possível interferência na formação da crença sobre mudanças climáticas esteja associada ao modo como essa é apresentada no texto.

Para realizar o diagnóstico dessa pesquisa foi aplicado como metodologia a Análise Funcional Sistêmica (AFS)[65], utilizando a frase como unidade de análise. O corpus na sua totalidade consistiu em 279 frases e 2.770 palavras determinadas, a partir de uma amostra exaustiva de todas as seções que discutiram o tema das mudanças climáticas em 4 (quatro) livros didáticos de Ciência da 6ª série adotados na Califórnia, isso porque "a sexta série é o primeiro ano do Ensino Médio nos Estados Unidos e os livros didáticos [...] apresentam pela primeira vez o tema mudanças climáticas em seu currículo formal de ciências" (ROMÁN; BUSCH, 2016, p. 1167).

Como resultado da análise, foi constatado que o discurso da incerteza sobre as mudanças climáticas esteve mais presente do que o discurso científico. A mensagem de que as mudanças climáticas podem acontecer, que os seres humanos podem estar causando o fenômeno, e que não precisamos tomar medidas atenuantes imediatas, se sobressaíram sobre as evidências científicas apontadas pelos relatórios, como por exemplo, do IPCC.

Apesar da incerteza ser uma parte inerente da Ciência, o grau de certezas percebido sobre o clima entre os cientistas é muito maior do que as certezas percebidas pelo público. Portanto, os autores afirmam que o discurso da incerteza, presente nos livros didáticos, tem sido utilizado para minimizar a gravidade do problema, semeando dúvidas nos estudantes.

Embora os dados desse estudo não se apliquem a todos os livros didáticos de Ciências, Román e Bush (2016) sugerem problemas dentro dos textos, os quais julgam ser obstáculo não só para estudantes, mas também para educação científica, pois se o objetivo principal desta educação é representar a Ciência com precisão, esse rigor científico não foi constatado nos estudos da Ciência Climática nos livros analisados.

---

[65] A Análise Funcional Sistêmica - AFS, tem por base a teoria linguística sistêmico-funcional originada pelo linguista britânico Michael Alexander Kirkwood Halliday que concebe a língua como uma rede de sistemas interligados que o falante faz uso (base funcional) para produzir significados (base semântica) em situações de comunicação. Nesta perspectiva a língua deixa de ser um mero sistema regulado por regras e passa a ser estudada de um ponto de vista sócio-semiótico, considerando-a como um sistema de produção de significados (SANTOS, 2014, p. 166).

Román e Bush (2016) postulam que a linguagem em livros didáticos de Ciências que abordam as mudanças climáticas retrata um baixo nível de discussão científica, não sendo suficiente para se discutir o impacto das influências humanas sobre o sistema climático, mas sugerem neste caso que, este estudo seja referência de escolhas de linguagens para a comunicação climática, fazendo com que os textos dos livros didáticos possam preparar os estudantes para assumir o desafio de se tornarem protagonistas ao proporem ações efetivas neste mundo em mudança.

E por fim, discutem a possibilidade dessa pesquisa auxiliar tanto na reformulação, aprimoramento e melhoria da maneira com que os livros escolares vêm abordando a temática das mudanças climáticos para que se possa criar textos que aprimorem o ensino de Ciências, como também, na possibilidade da criação de cursos para professores, cujo objetivo seria o aprimoramento científico e profissional.

Diante do exposto, observamos que há um consenso entre os pesquisadores de que as mudanças climáticas são um fato, constituindo-se como a pior ameaça socioambiental que o mundo enfrenta na contemporaneidade as quais são percebidas em diversas regiões do Planeta, variando de um lugar para outro apenas na magnitude do fenômeno climático e no padrão dos acontecimentos.

Todos, sem exceção, reconhecem o livro didático como um dos meios mais importantes na circulação e apropriação do conhecimento científico sobre a temática das mudanças climáticas na educação formal, cumprindo seu papel de mediador no processo pedagógico de ensino-aprendizagem.

Nos trabalhos revisados, observamos a preocupação dos pesquisadores com relação ao modo como os livros didáticos apresentam os conceitos sobre mudanças climáticas. Lobato et al. (2009) salienta que mesmo não sendo possível aprofundar questões teóricas sobre mudanças climáticas no nível médio de ensino, destaca que não se deve simplificar o conceito. De modo análogo, Santos e Barros (2010), Choi et al. (2010), Dalelo (2011) também assinalam que os autores dos livros devem ter cuidado com o modo simplificado ao apresentar os conceitos científicos sobre mudanças climáticas para que se evite a construção de equívocos conceituais sobre esta temática já que estes materiais

fazem parte da formação, tanto dos professores como dos estudantes, sendo a expressão materializada dos conteúdos curriculares na escola.

Segundo Choi et al. (2010, p. 889):

> Os estudantes desenvolvem sua compreensão sobre conceitos científicos com base em suas ideias pré-existentes. Equívocos conceituais, ou a falta de conceitos prévios relevantes, podem impedir que os estudantes venham desenvolver uma compreensão correta sobre as mudanças climáticas. Portanto, é fundamental, que os autores e editores de livros didáticos de ciência estejam cientes dos equívocos conceituais comuns sobre mudança climática, para que ao produzirem livros didáticos, estes equívocos sejam superados e suas obras se tornem ferramentas eficazes facilitadoras no desenvolvimento conceitual científico.

Segundo a pesquisa, entendemos que o livro didático na possibilidade de conter equívocos conceituais comprometerá a compreensão e a formação científica conceitual acerca do fenômeno das mudanças climáticas pelos estudantes podendo, pela falta de clareza sobre a magnitude dos fenômenos climáticos e correlatos, acelerar a crise socioambiental. Tal fato deixa o ser humano mais suscetível e vulnerável aos efeitos dessas mudanças.

Lobato et al. (2009), Choi et al. (2010), Dalelo (2011), Serantes-Pazos (2015) e Román e Bush (2016) enfatizam que é de responsabilidade dos autores dos livros didáticos e das editoras abordarem cientificamente as questões sobre as mudanças climáticas evitando que as informações sobre esse fenômeno climático sejam apenas transmitidas pela mídia. Esse fato decorre, segundo essas pesquisas, apesar dos meios de comunicação contribuírem para a divulgação da Ciência, em determinadas circunstâncias pode haver a possibilidade de que esses textos midiáticos também contenham equívocos conceituas.

Nesse contexto, concorda-se com a posição dos autores, uma vez que, somente sob a posse de conhecimento científico apropriado ao nível médio de ensino sobre o fenômeno das mudanças climáticas, é que os estudantes poderão contestar e comparar a veracidade das informações divulgadas pela mídia, desde que os conhecimentos escolares contidos nos livros didáticos abordem concepções científicas que os auxiliem a formar suas próprias concepções.

Os autores das pesquisas sugerem também que sejam organizados cursos de formação de professores para que, sob a posse de um conhecimento

profundo sobre as mudanças climáticas, resulte em formas de ensino menos superficiais possibilitando, tanto a melhoria dos resultados de aprendizagem, quanto a superação da ausência de cientificidade dos textos dos livros didáticos.

Observamos pela análise dos trabalhos, tanto nacionais quanto internacionais, que existe um campo vasto de pesquisa a ser explorado, pois ainda há pouca informação sobre como é abordada a temática das mudanças climáticas nos livros didáticos do Ensino Médio, e como essa abordagem influencia na constituição do conhecimento científico sobre esse fenômeno.

Diante desse quadro, analisar como o conhecimento escolar sobre as mudanças climáticas é abordado nos livros didáticos do Ensino Médio torna esta proposta de pesquisa relevante, uma vez que, dependendo da linguagem, da cientificidade e do compromisso dos autores e das editoras, o livro didático pode servir tanto como um instrumento de transformação social, quanto pode levar ao imobilismo frente aos problemas socioambientais.

Portanto, no capítulo a seguir, apresentam-se os procedimentos metodológicos e as justificativas da escolha da mostra do estudo, considerando na análise que o texto é heterogêneo quanto à sua constituição, a partir da presença de uma diversidade de linguagens que abre espaço para análise e questionamentos do papel de outros modos, além do verbal, na construção do conhecimento escolar sobre mudanças nos livros didáticos do Ensino Médio.

CAPÍTULO 4 - O CAMINHO PERCORRIDO NESTA TESE

> Toda discussão metodológica guarda em si uma proposta até porque é impossível não ter posição (...) mesmo assim, este trabalho deve ser entendido como convite à discussão, dentro do reconhecimento de que só pode ser respeitado como científico aquilo que se mantiver discutível. Nada de dogmas. Nada de posições rígidas. Nada de proselitismo.
>
> *Pedro Demo (1995, p.13-14).*

Após apresentar os aspectos teóricos que contextualizam o campo de estudo desta tese, destacam-se a seguir os caminhos metodológicos que conduziram esta pesquisa, para que se compreenda o processo histórico de desenvolvimento científico e os possíveis condicionantes socioculturais, que contribuíram para os avanços do conhecimento sobre a temática das Mudanças Climáticas.

Neste momento da tese, define-se o conjunto de estratégias que contribuíram para a compreensão de que a metodologia de pesquisa é apenas um instrumento, é um caminho, por meio do qual se organiza a produção do conhecimento, estabelecendo-se procedimentos, e que não tem um fim em si mesma, mas sim, um único objetivo, fazer ciência.

A proposta firmada em analisar que conhecimento escolar sobre mudanças climáticas é abordado nos livros didáticos do Ensino Médio – PNLD/2015, demanda um olhar interpretativo sobre esse material de ensino que possui um papel social bem definido, em decorrência da sua constituição em meio a práticas sociais contextualizadas histórica e socialmente.

Partindo do modelo de *análise de conteúdo* proposto por Bardin (2008), enquanto ferramenta teórico-metodológica, a qual considera que as significações do conteúdo possibilitam conhecer o que está "por trás" das palavras pela interpretação das mensagens e evidenciar indicadores que permitem inferir sobre uma outra realidade que não a da mensagem, é que se definiram as etapas desta pesquisa.

Para analisar sob qual perspectiva o conhecimento escolar sobre mudanças climáticas é abordado nos livros didáticos do Ensino Médio – PNLD/2015, foram realizadas as seguintes etapas:

— Etapa I: Definição da metodologia da pesquisa: análise documental sob a perspectiva da *análise de conteúdo* proposta por Laurence Bardin;
— Etapa II: Definição do campo da pesquisa: escolas estaduais que ofertam o nível médio de ensino regular pertencente ao município de Curitiba/PR;
— Etapa III: Seleção das coleções de livros didáticos analisadas na pesquisa: livro didático do PNLD/2015 das disciplinas de Biologia, Física, Química e Geografia do Ensino Médio, recebidos em maior quantidade por escolas da rede estadual de Curitiba/PR;
— Etapa IV: Organização dos dados para análise: determinação das categorias, unidades de registro e contexto.

Importante indicar que para analisar em que medida o conhecimento escolar sobre mudanças climáticas abordado nos livros didáticos do Ensino Médio – PNLD/2015, selecionados para esta pesquisa, podem contribuir para que os estudantes construam concepções científico-sociais, econômicas e políticas sobre este fenômeno, optou-se por trabalhar com categorias definidas, *a priori*, utilizando o modelo aplicado na Espanha – ESO, adaptado à realidade brasileira.

4.1 O processo de pesquisa e o enfoque qualitativo

Ao se reconhecer a complexidade da problemática desta tese e os objetivos a serem alcançados, percebeu-se na pesquisa *qualitativa* o suporte metodológico que vai ao encontro deste estudo, pois ocupa um lugar reconhecido dentro das ciências humanas, entre as várias possibilidades de se estudar os fenômenos que envolvem os seres humanos e suas complicadas relações sociais (GODOY, 1995).

Segundo esse autor, a pesquisa *qualitativa*, por não apresentar uma proposta rigidamente estruturada, permite que a imaginação e a criatividade levem os pesquisadores a propor trabalhos que explorem novos enfoques, representando, portanto, uma forma que pode se revestir de um caráter inovador, trazendo contribuições importantes no estudo de alguns temas.

A pesquisa *qualitativa* propõe o contato direto do pesquisador com o objeto que está em investigação, além de trabalhar com descrições, comparações e interpretações do fenômeno, possibilitando a construção de novos caminhos ao longo do processo investigativo.

Em meio às metodologias que uma pesquisa qualitativa pode ter, adotamos a *análise documental,* como método que permite identificar informações importantes contidas nos documentos, no caso desta investigação os livros didáticos das disciplinas de Biologia, Física, Química e Geografia do Ensino Médio – PNLD/2015.

Segundo Lüdke e André (1986), os livros didáticos constituem uma fonte rica e estável de dados, apresenta baixo custo, necessitando apenas da atenção do pesquisador na seleção dos documentos mais relevantes, devendo no momento de uso dessa metodologia, considerar a escolha dos documentos, o acesso a eles e sua análise.

Os livros didáticos são considerados, portanto, fontes de informação, os quais exigem do pesquisador, no momento de sua análise, uma capacidade reflexiva e criativa, não só na forma de compreender como se apresenta o tema pesquisado, mas também, nas relações que consegue estabelecer entre esse material e seu contexto.

Para a análise dos dados coletados das coleções dos livros didáticos do Ensino Médio – PNLD/2015, utilizou-se a *análise de conteúdo* (BARDIN, 2008), escolhida por ser uma técnica de análise que tem por objetivo ir além da compreensão imediata e espontânea do texto, sendo usada para descrever e interpretar o *corpus (*conteúdo de documentos e textos que compõem os dados a serem analisados), prestando-se a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum.

Para Bardin (2008, p. 44), a AC pode ser definida como:

> Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a interferência de conhecimentos relativos às condições de produções/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

A autora, ao explicar a relação da *análise de conteúdo* com a *análise documental*, propõe a definição dessa, 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" (BRADIN, 2008, p. 47). 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, 2008, p. 47).

Bardin (2008) informa que independente de qual for o código de linguagem analisado, quanto mais complexo esse se torna, maior será o esforço do analista, no sentido do refinamento da pesquisa, com vistas à elaboração de uma análise completa, objetiva, sistemática das comunicações e seus respectivos significados que materializam os discursos sociais em textos, que representam, não apenas os modos como agimos na sociedade, mas também os efeitos das situações imediatas em que ocorrem.

Nesse caso, por afastar o pesquisador de questões tradicionalmente associadas ao livro didático, a AC possibilita que sua análise seja mais abrangente na medida em que permite problematizar a dimensão social da linguagem, relacionada às questões da autoridade e poder da linguagem da Ciência, presente nos textos acerca da temática das mudanças climáticas.

Sendo assim, a AC adotada para esta pesquisa situa-se como metodologia apropriada para situações em que o interesse do pesquisador é o de estudar o problema, a partir da própria expressão de linguagem escrita e iconográfica, vindo ao encontro do objetivo principal desta tese que é analisar em que medida o conhecimento escolar sobre mudanças climáticas abordado nos livros didáticos do Ensino Médio – PNLD/2015 podem contribuir para que os estudantes construam concepções científico-sociais, econômicas e políticas sobre este fenômeno.

4.2 Definição do campo da pesquisa

Definiu-se como campo de estudo da pesquisa, os Colégios[66] de Ensino Médio Regular da Rede Pública Estadual de Curitiba/PR. A escolha pelo campo de estudo, deu-se primeiramente pelo motivo desse ser um campo de interesse profissional da pesquisadora, como professora dessa Rede e também por atuar

[66] Utilizamos o termo *Colégios*, pois na Rede Estadual de Ensino do Paraná, as escolas que atuam no nível médio de ensino possuem esta denominação.

como técnica-pedagógica na Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEED/PR), trabalhando na elaboração de encaminhamentos metodológicos que orientam o trabalho dos professores da Rede Estadual de Ensino.

Essa opção ocorreu também, por ser Curitiba uma cidade com um porte estrutural de Colégios em regiões muito distintas, que pudesse ser significativo pelas diferentes realidades apresentadas pelo afastamento entre elas, mesmo que, desenvolvendo a pesquisa num único município.

Definiu-se que desse campo de ensino, somente seriam analisados os livros didáticos do Ensino Médio utilizados pelos colégios que ofertam especificamente o Ensino Médio Regular, pois o Ensino Profissionalizante e as demais modalidades, não têm a obrigatoriedade de uso deste material.

Atualmente, o município de Curitiba possui 164[67] escolas estaduais, das quais, 103 ofertam a etapa do Ensino Médio Regular. Como Curitiba é um município de grande extensão, este é organizado em setores os quais gerenciam as escolas de sua jurisdição, sendo: 1) Setor Matriz (centro), 2) Setor Boa Vista, 3) Setor Santa Felicidade, 4) Setor Portão, 5) Setor Cajuru, 6) Setor Pinheirinho, 7) Setor Boqueirão, 8) Setor Bairro Novo, 9) Setor CIC.

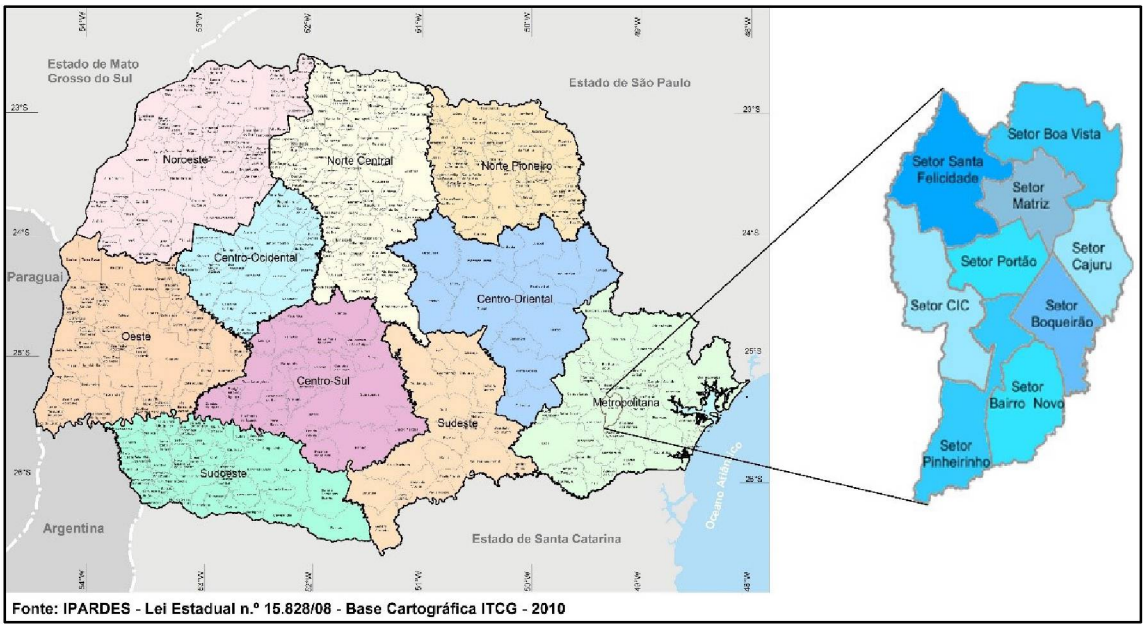
Os setores Núcleo Regional do Município de Curitiba[68] estão indicados na Figura 06 a seguir, conforme Mapa das Mesorregiões Geográficas do Estado do Paraná.

---

[67]Dados do Portal Dia a Dia Educação - da Secretaria de Estado da Educação - SEED/PR. Disponível em: http://www.consultaescolas.pr.gov.br/consultaescolas. Acesso em: 29/01/2018. Dados sujeitos a atualizações.

[68] Mapa: Setores do Núcleo Regional do Município de Curitiba. Disponível em: <http://www.nre.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=995>. Acesso em: 10 ago. 2018.

FIGURA 06: SETORES DO NÚCLEO REGIONAL DO MUNICÍPIO DE CURITIBA



FONTE: IPARDES (2010).

Definido o campo de pesquisa limitado ao município de Curitiba/PR e os Colégios com oferta de Ensino Médio Regular, o próximo passo foi a determinação da identificação dos livros didáticos a serem analisados.

4.3 Definição do material de análise

Com o intuito de compor o *corpus* documental desta investigação, foram utilizadas as coleções de livros didáticos presentes no Guia de Livros Didáticos do Ensino Médio referentes a cada disciplina de pesquisa desta tese, ou seja: Biologia, Física, Química e Geografia – PNLD/2015.

Esses guias contêm as coleções aprovadas[69] em cada disciplina indicada para o uso durante o triênio 2015/2016/2017. Nesse contexto, para se definir as coleções a serem analisadas foram realizados os seguintes procedimentos:

1) Levantamento realizado nos 103 (cento e três) Colégios do Ensino Médio condizente às coleções de livro didático recebidas em cada uma das disciplinas de estudo desta tese, conforme exemplo contido no Quadro 05, a seguir:

[69] As coleções aprovadas nos Guias de Livros Didáticos do PNLD/2015 nas disciplinas Biologia, Física, Química e Geografia constam nos Quadros 01, 02, 03 e 04 do item 3.2 desta tese.

QUADRO 05: RELAÇÃO DAS COLEÇÕES RECEBIDAS PELOS COLÉGIOS DO MUNICÍPIO DE CURITIBA

MUNICÍPIO	COLÉGIO	COLEÇÕES - LIVRO DIDÁTICO	EDITORA
CURITIBA	1- ALCINDO FANAYA JR C E EI EF M	QUÍMICA CIDADÃ - VOLUME I	EDITORA AJS LTDA
		QUÍMICA CIDADÃ - VOLUME II	
		QUÍMICA CIDADÃ - VOLUME III	
		FÍSICA - CONCEITOS E CONTEXTOS: PESSOAL, SOCIAL, HISTÓRICO: MOVIMENTO – FORÇA – ASTRONOM	EDITORA FTD SA
		FÍSICA - CONCEITOS E CONTEXTOS: PESSOAL, SOCIAL, HISTÓRICO:ENERGIA - CALOR – IMAGEM	
		FÍSICA - CONCEITOS E CONTEXTOS: PESSOAL, SOCIAL, HISTÓRICO: ELETRICIDADE E MAGNETISMO	
		CONEXÕES COM A BIOLOGIA – VOL. I	EDITORA MODERNA LTDA
		CONEXÕES COM A BIOLOGIA – VOL. II	
		CONEXÕES COM A BIOLOGIA – VOL. III	
		GEOGRAFIA – VOL. I	IBEP - LTDA
		GEOGRAFIA– VOL. II	
		GEOGRAFIA – VOL. III	

FONTE: A Autora (2018).

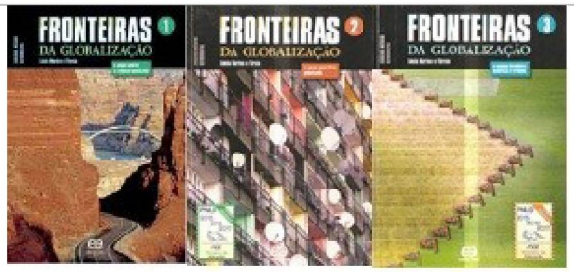
2) Realização da contagem das coleções que os colégios receberam do MEC. Nesta etapa, as coleções mais recebidas foram enumeradas, estabelecendo a seguinte associação de dados: o nome do colégio, o setor e a coleção. O resultado deste levantamento consta nos Quadros 13,14,15 e 16 dispostas no apêndice 01[70].

3) Definição, a partir deste levantamento, das coleções de livros didáticos a serem analisadas e que foram recebidas para o trabalho dos professores no triênio 2015/2016 2017.

No Quadro 06 a seguir, são apresentadas as coleções submetidas à análise, ou seja, os livros que compõem o *corpus* documental desta pesquisa.

[70] No Apêndice 01 (p. 287 - 289) desta tese, se encontram para consulta os quadros contendo o detalhamento desta seleção.

QUADRO 06: LIVROS DIDÁTICOS MAIS RECEBIDOS NO MUNICÍPIO DE CURITIBA

COLEÇÃO	REFERÊNCIA	CAPA	Número de Escolas que receberam este título
Biologia	LINHARES, Sérgio de Vasconcelos, GEWANDSZNAJDER, Fernando. **Biologia Hoje.** São Paulo: Ática, v. 1, 2 e 3, 2ª ed., 2014.		41(*)
Geografia	RIGOLIN, Tércio; MARINA, Lúcia. **Fronteiras da Globalização.** São Paulo: Editora Ática, vol. 1, 2 e 3, 2ª ed., 2015.		15(*)
Física	BONJORNO, José R.; CLINTON, Marcico R.; PRADO, Eduardo; CASEMINRO, Renato; BONJORNO, Regina F.S.A.; BONJORNO, Valter. **Física.** São Paulo: Editora FTD, vol. 1, 2 e 3, 2ª ed. 2013.		18(*)
Química	FONSECA, Martha R. M. **Química.** São Paulo: Editora Ática, vol. 1, 2 e 3, 1ª ed., 2014.		41(*)
(*): Número de escolas dentre o máximo de 103			

FONTE: A Autora (2017).

Conforme o Edital n.º 01/2013 PNLD/2015 (BRASIL, 2013), as obras inscritas devem ser compostas do **livro do estudante**, acompanhadas do respectivo **manual do professor**, organizadas por série e por coleção[71]. Cada

[71] As obras didáticas de Língua Portuguesa, Matemática, História, Geografia, Física, Química, Biologia, Língua Estrangeira Moderna Inglês e Língua Estrangeira Moderna Espanhol, deverão obrigatoriamente ser organizadas por ano/série e em coleção. Já as obras didáticas de Sociologia, Filosofia e Arte deverão ser obrigatoriamente organizadas em volumes únicos abrangendo os três anos (BRASIL, 2013, p. 1).

coleção[72] terá, portanto, seis volumes, sendo: 3 (três) livros do estudante e 3 (três) manuais do professor.

Cada volume da coleção do **livro do estudante** será organizado em *Unidades Temáticas*, que reúnem *Capítulos* com o mesmo tema. As obras didáticas deverão incluir em cada capítulo referências a outras disciplinas da mesma área e também de outras áreas de conhecimento, como também apresentar propostas de atividades teóricas (resolução de problemas, curiosidades, debates) e atividades práticas de experimentação que conduzam os estudantes à reflexão de situações reais para consolidação da aprendizagem.

O **manual do professor** deve conter instruções e orientações teórico-metodológicas ao professor e de articulação dos conteúdos do livro entre si e com outras áreas do conhecimento, acompanhadas do livro do estudante de forma integral, com ou sem comentários adicionais.

É importante que apresente, também, discussão sobre a proposta de avaliação da aprendizagem, leituras e informações adicionais ao livro do estudante, bibliografias, bem como sugestões de leituras que contribuam para a formação e atualização do professor. Por essa razão é que optamos por analisar somente as coleções destinados aos professores.

Portanto, o *corpus* documental desta pesquisa é formado pelos manuais do professor, sendo 3 (três) livros, um para cada série do Ensino Médio (1ª, 2ª e 3ª série) e por disciplina (Biologia, Física, Química e Geografia) totalizando 12 (doze) livros a serem analisados.

4.4 Organização dos dados para análise

Como já apontado, a organização e análise dos dados foram realizadas com base nos procedimentos da *análise de conteúdo* proposta por Bardin (2008). A autora afirma que esse tipo de diagnóstico permite a análise dos significados das mensagens, a partir de uma descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo extraído das comunicações, sejam elas, textuais ou imagéticas.

---

[72] Segundo o Edital n.º 01/2013 PNLD/2015: Entende-se por coleção o conjunto organizado em volumes, inscrita sob um único e mesmo título, ordenado em torno de uma proposta pedagógica única e de uma progressão didática articulada com o componente curricular do Ensino Médio (BRASIL, 2013, p. 01).

Segundo Godoy (1995, p. 23), 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 pressupõe que, "por trás" das mensagens aparentes está velado um sentido simbólico e polissêmico que convém desvendar. Nessa perspectiva, é necessário que o pesquisador busque compreender as características, estruturas e/ou modelos por trás dos excertos tomados em consideração.

Segundo Bardin (2008), o método da AC consiste em tratar a informação a partir de um roteiro específico que se organiza da seguinte maneira: 1) Pré-análise; 2) Exploração do material; e 3) Tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

A **primeira fase** refere-se à "pré-análise", que é a etapa de organização propriamente dita, na qual o pesquisador escolhe os documentos, realiza a leitura flutuante, formula hipóteses e objetivos, elabora os índices e indicadores que são os elementos de marcação que permitem extrair das comunicações a essência das mensagens. Segundo Bardin (2008), o índice é a menção explícita a um determinado tema em uma mensagem, no caso desta pesquisa a temática das mudanças climáticas e o indicador é a frequência com que esse tema aparece. Por último tem-se a preparação do material, que é a edição do mesmo; uma preparação formal do *corpus* a ser analisado.

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". Aqui o pesquisador aplica as técnicas específicas segundo os objetivos e organiza a descrição analítica, a qual diz respeito ao *corpus*, realizando um estudo aprofundado dos dados da pesquisa, destacando a definição das categorias, unidades de registro e unidades de contexto.

Com relação à codificação dos dados, Bardin (2008, p.129) 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 que compreende a escolha das unidades, das regras de contagem e da classificação e agregação das categorias.

Para o recorte dos textos em elementos menores, as **unidades de registro** (UR), a autora recomenda que sejam escolhidas partes do texto que

correspondam a unidades de significação relacionadas ao tema de estudo, os quais posteriormente corresponderão à um segmento de conteúdo estudado chamado de unidade base, possíveis de serem contados e categorizados.

As UR podem ser de natureza e de dimensões muito variáveis como: palavras, frases, temas, signos ou conjunto de signos. No caso desta pesquisa, como apontado, as UR são textos dos livros didáticos de Biologia, Física, Química e Geografia – PNLD/2015 que abordam a temática das mudanças climáticas.

Para cada UR existe um modo de contagem, ou *regra de enumeração.* A utilizada neste trabalho é a *frequência* que a temática das mudanças climáticas ou temas correlatos aparecem nos livros didáticos, entendendo que quanto maior for a frequência da aparição do tema, maior será a sua importância, considerando que todas as aparições possuem o mesmo peso, dado o contexto estudado.

A partir das UR, foram identificadas as **unidades de contexto** (UC) que servem para codificar cada UR correspondendo às mensagens contidas em cada excerto podendo ser: uma frase, palavra ou parágrafo relacionado ao tema a ser estudado.

Após esses passos, os dados são reunidos segundo um significado comum e depois reunidos em categorias relativas à problematização da pesquisa. 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 efetuado em razão dos caracteres comuns destes elementos (BARDIN, 2008, p. 145).

As categorias são escolhidas pelo próprio pesquisador, segundo critérios definidos tanto pela pesquisa quanto pelos próprios dados brutos. Os critérios para a categorização podem ser semânticos (originando categorias temáticas), sintáticos (categorias a partir de verbos, adjetivos, substantivos), critérios léxicos (ênfase nas palavras e seus sentidos) como também mensagens linguísticas em forma de ícones (imagens, sinais, grafismos, fotografias, filme, entre outros).

A categorização tem o objetivo de representar de maneira simplificada os dados brutos, transparecendo índices antes invisíveis. A AC se efetiva a partir das significações fornecidas por ela, sendo essa, parte da instância que comporá o final desta análise, ou seja, a interpretação dos dados.

A **terceira fase** se constitui no tratamento dos resultados obtidos e interpretação, a qual é imprescindível retornar ao referencial teórico, procurando embasar as análises dando sentido à interpretação. Uma vez que, as interpretações são pautadas em inferências que buscam o que se esconde "por trás" dos significados dos textos (escritos e/ou iconográficos) para apresentar, em profundidade, as mensagens dos enunciados.

Dessa forma, o pesquisador, diante dos resultados obtidos por meio do escopo teórico, tem a possibilidade de interpretar os resultados de forma que, os dados sejam significativos e válidos, possibilitando a construção das conclusões da pesquisa dada a sua interpretação.

Buscando acompanhar as etapas desenvolvidas na AC (BARDIN, 2008), apresenta-se a seguir a organização dos dados para a analisar em que medida o conhecimento escolar sobre mudanças climáticas, abordado nos Livros do Ensino Médio– PNLD 2015, podem contribuir para que os estudantes construam concepções científico-sociais, econômicas e políticas sobre este fenômeno.

4.4.1 Desenvolvimento da análise de conteúdo

Ao iniciar a pré-análise, realizou-se uma "leitura flutuante" de todos os livros didáticos identificando textos, imagens e atividades que continham os enunciados relacionados à temática das mudanças climáticas, sendo transcritos para o computador, formando um documento para cada coleção didática. No contexto da prática, a leitura flutuante se repetiu mais duas vezes até que a seleção final do *corpus* fosse concluída.

Iniciou-se a segunda etapa com a exploração do material, na qual se realizou a análise textual, que difere da leitura flutuante por ser uma leitura com profundidade, que busca compreender a complexidade dos textos selecionados para análise.

Os textos que constituem o *corpus* desta pesquisa foram selecionados por meio de três aspectos: a) os textos e atividades deveriam apresentar

obrigatoriamente a palavra mudança climática e/ou palavras correlatas à temática, b) textos com mensagens linguísticas em forma de ícones (imagens, grafismos e fotografias) sobre mudança climática ou relacionadas à temática, e c) textos que apresentavam fontes de referência científica sobre mudança climática, explicitados nos livros didáticos.

Cada livro didático analisado recebeu um código de identificação que permite por meio dele reconhecer: a disciplina, o número do volume, a unidade, o capítulo, o subtítulo e a seção. Ao lado de cada código há uma letra minúscula indicando a qual categoria aquele excerto de texto pertence, ou seja: (d) – definição; (c) – causa; (cs) – consequência; (mt) – medidas de mitigação e (sa) – sugestão de atividade.

Os textos selecionados para análise, bem como seus respectivos códigos de identificação são apresentados nos Quadros 07, 08, 09 e 10, a seguir:

QUADRO 07: TEXTOS SELECIONADOS DO LIVRO DE BIOLOGIA

VOLUME	UNIDADE	CAPÍTULO	SUB-TÍTULO	SEÇÃO	CÓDIGO
3º	Unidade 4 **Ecologia**	**Capítulo 15.** Ciclos Biogeoquímicos	1: Ciclo do Carbono	A: Efeito Estufa **(p. 200)**	B3.15.1.A(c)
				B: Aquecimento Global: as evidências **(p. 200-201)**	B3.15.1.B(c)
				C: Aquecimento Global: possíveis consequências **(p. 202 -203)**	B3.15.1.C(cs)
				D: O que fazer? **(p. 203)**	B3.15.1.D(mt)
				Sugestão de Atividade **(p. 209-212)**	B3.10.15.1(sa)
		10. Sugestão de Abordagens e Comentários (Manual do Professor)	15. Ciclos biogeoquímicos	1.Ciclo do Carbono **(p. 375)**	B3.10.15.1(cs)
				2. O Consenso **(p.375 - 377)**	B3.10.15.2(c)
				Sugestão de atividades **(p. 377)**	B3.10.15(sa)

FONTE: A Autora (2018).

QUADRO 08: TEXTOS SELECIONADOS DO LIVRO DE FÍSICA

VOLUME	UNIDADE	CAPÍTULO	SUB-TÍTULO	SEÇÃO	CÓDIGO
1º	Unidade IV **Dinâmica**	**Capítulo 10**. Energias	1 Trabalho de uma força	Obtenção de Energia (p.192-193)	F1. 10.1(c) F1. 10.1(mt)
			Estratégia Didática	Sugestão de Atividade (p.55)	F1.10.ED(sa)
	Unidade VI **Mecânica dos Fluídos**	**Capítulo 13.** Hidrostática e Hidrodinâmica (Orientações para o Professor)	Estratégia Didática	Pressão Atmosférica Sugestão de Vídeo (p.67)	F1.13.ED(sa)
2º	Unidade I **Termologia**	**Capítulo** 4: Transmissão de Calor (Orientações para o Professor)	Estratégia Didática	Sugestão de Vídeo (p.31-32)	F2.4.ED(sa)

FONTE: A Autora (2018).

QUADRO 09: TEXTOS SELECIONADOS DO LIVRO DE QUÍMICA

continua

VOLUME	UNIDADE	CAPÍTULO	SUB-TÍTULO	SEÇÃO	CÓDIGO
1º	Unidade I **Mudanças Climáticas**		Mudanças Climáticas: como isto nos afeta? **(p.16).**		Q1. UN.1(d) Q1. UN.1(c)
		Capítulo 1. Grandezas Físicas	Cada vez mais quente.	Quadro: **Saiu na Mídia (p.18)**	Q1.1.SM(c) Q1.1.SM(cs)
			3- Densidade	**Questão:** Como a variação da salinidade das águas do mar pode mudar seu "peso" e como isso afete as correntes marítimas? **(p.25)**	Q1.1.3.Q(c)
		Capítulo 2. Estratégias de Agregação da Matéria	Chuva de Granizo atinge bairros de Petrópolis	Quadro: **Saiu na Mídia (p.31)**	Q1.2.SM(cs)
				Questões (p.38-39)	Q1.2.Q(sa)
		Capítulo 4. Substâncias e misturas	Rio quer reduzir emissão de gases de efeito estufa em 20% até 2020	Quadro - **Saiu na Mídia (p.54)**	Q1.4.SM(mt)

QUADRO 09: TEXTOS SELECIONADOS DO LIVRO DE QUÍMICA

continua

VOLUME	UNIDADE	CAPÍTULO	SUB-TÍTULO	SEÇÃO	CÓDIGO
			2. Misturas	**Questão:** O que são "gases de efeito estufa"? **(p.59)**	Q1.4.2.Q(c)
				Curiosidades: Os Céticos do aquecimento global **(p.60)**	Q1.4.2.CR(c)
		Final da Unidade 1	O Tema central desta unidade foi "mudanças climáticas".	**Compreendendo o Mundo (p.79)**	Q1. FUN.1.CM(c) Q1. FUN.1.CM(mt)
		11. Capítulo a Capítulo em Sala de Aula (Manual do Professor)	Mudanças Climáticas	Sugestão de Atividades **(p.336)**	Q1.1.11(sa)
	Unidade II **Oxigênio e Ozônio**	**Capítulo 7.** Átomos e moléculas	Mudanças climáticas, camada de ozônio e governança global	Quadro - **Saiu na Mídia (p.97)**	Q1.7.SM(c)
		Final da Unidade 2	O tema central dessa unidade foi "oxigênio e ozônio".	**Compreendendo o Mundo (p.149)**	Q1.FUN. 2.CM(c)
2º	Unidade I **Meteorologia e as variáveis do clima**	**Capítulo 4**: Cálculo estequiométrico	Impactos ambientais das queimadas de cana-de-açúcar	Quadro - **Saiu na Mídia (p.55)**	Q2.4.SM(c) Q2.4.SM (mt)
	Unidade III **Poluição Térmica**	**Capítulo 9**. Reações exotérmicas e Endotérmicas	Poluição Térmica: como isto nos afeta? **(p.135)**		Q2.UNI 3(c)
			Poluição Térmica	Quadro - **Saiu na Mídia (p.136)**	Q2.9.SM (cs) Q2.9.SM (mt)
	Unidade IV **Corais**		Como isso nos afeta? **(p.190)**		Q2.UNI.4(c)
		Capítulo 12. Equilíbrio dinâmico	Brasil tem poucas espécies de corais, mas um terço delas difere de quaisquer outras do planeta	Quadro - **Saiu na Mídia (p.192)**	Q2.12.SM(c)
		Capítulo 15. Produto iônico da água e Kps	Ilha na Itália dá pista sobre o futuro ácido dos oceanos	Quadro - **Saiu na Mídia (p.239)**	Q2.15.SM(cs)

QUADRO 09: TEXTOS SELECIONADOS DO LIVRO DE QUÍMICA

conclusão

VOLUME	UNIDADE	CAPÍTULO	SUB-TÍTULO	SEÇÃO	CÓDIGO
2º			4. Produto de solubilidade	**Questão:** Como ocorre o "sequestro" de carbono do oceano? **(p.257)**	Q2.15.4.Q(cs)
		Final Unidade 4	Compreendendo o Mundo	O Tema desta unidade foram "Os Corais". **(p.261)**	Q2.FUN.4.CM(c)
		Capítulo 11. Capítulo a Capítulo em Sala de Aula (Manual do Professor)	Unidade 1.	Meteorologia e as variáveis do clima **(p.333)**	Q2.11.1(sa)
		Capítulo 11. Capítulo a Capítulo em Sala de Aula (Manual do Professor)	Unidade 3.	Poluição Térmica **(p.373)**	Q2.11.3(sa)

FONTE: A Autora (2018).

QUADRO 10: TEXTOS SELECIONADOS DO LIVRO DE GEOGRAFIA

continua

VOLUME	UNIDADE	CAPÍTULO	SUB-TÍTULO	SEÇÃO	CÓDIGO
1º	Unidade IV **Atmosfera e as Mudanças Climáticas**	**Capítulo 11**. Fatores do clima e tipos climáticos	2 Principais tipos de clima	**Pesquise e Reflita (p.143 - 144)**	G1.11.2.PR(cs)
				Atividade Pesquise, reflita e responda **(p.143 -144)**	G1.11.PRA(sa)
		Capítulo 12. A poluição do ar e as mudanças climáticas	1 A poluição do ar e os impactos ambientais	**A-** O efeito estufa e o aquecimento global (p. 146 - 147)	G1.12.1.A(c) G1.12.1.A(cs)
				Contexto e Aplicação (p. 148)	G1.12.1.CP(cs)
			2 Fenômenos Naturais e Novos Padrões Climáticos	**(p.151)**	G1.12.2(cs)
				A - El Niño **(p.152)**	G1.12.2.A(cs)
				B- La Niña **(p.153)**	G1.12.2.B(cs)

QUADRO 10: TEXTOS SELECIONADOS DO LIVRO DE GEOGRAFIA

Conclusão

VOLUME	UNIDADE	CAPÍTULO	SUB-TÍTULO	SEÇÃO	CÓDIGO
				Refletindo sobre o Conteúdo – Atividade/ Responda **(p.154)**	G1.12.2.RC(sa)
		7.Sugestão de Temas Complementares e Atividades para Trabalhar em Sala de Aula (Manual do Professor)	Tema 1 – Agricultura e aquecimento global	Texto 1 Impactos da agropecuária no aquecimento global. **(p.304 - 305).**	G1.7.1.1.TC(c) G1.7.1.1.TC(cs) G1.7.1.1.TC(mt)
3º	Unidade II **Brasil: espaço geográfico e impactos ambientais**	**Capítulo 8.** Política ambiental no Brasil e degradação dos Biomas	1 Histórico da Política ambiental no Brasil	1. ECO-92: Estabelece metas para a preservação da biodiversidade **(p. 75 – 76).**	G3.8.1.1(mt)
			2 Ocupação do Espaço Brasileiro e Impactos Ambientais	1- Impactos Ambientais na Amazônia **(p.79-80).**	G3.8.2.1(cs)
	Unidade V **Atividades Primárias no Brasil**	**Capítulo 19.** A geração de energia: fontes não renováveis	2. Combustíveis Fósseis	**Outra Visão**: O pré-sal e os vilões do clima **(p. 215)**	G3.19.2.OV(cs)
		7. Sugestão de Temas Complementares e Atividades para Trabalhar em Sala de Aula (Manual do Professor)	Tema 4 – Ação humana e meio ambiente no Brasil	Texto 2 Carvão Mineral, um mal necessário. **(p.297 - 298).**	G3.7.4.2.TC(cs) G3.7.4.2.TC(mt)

FONTE: A Autora (2018).

A partir da construção dos quadros com os textos selecionados e codificados, identificou-se que a maioria das coleções apresentam as quatro categorias de análise, ressaltando que apenas os volumes analisados do livro didático de Física não apresentaram explicitamente considerações sobre o fenômeno das mudanças climáticas da mesma forma que as demais coleções analisadas.

Após as primeiras impressões da leitura das obras didáticas, buscou-se analisar mais detalhadamente os assuntos apresentados pelos livros ao discutir o tema proposto.

Dessa forma, identificaram-se as unidades de registro (UR) e as unidades de contexto (UC) nos 12 volumes de livros didáticos, as quais receberam códigos adicionais relacionados ao sistema de identificação apresentado e foram organizadas em grupamentos.

Para explorar os textos selecionados (escritos e/ou iconográficos) bem como as atividades, foram elaborados quadros analíticos contendo as UR e UC, os quais estão disponibilizados no Apêndice 02[73] desta tese.

Com os quadros organizados e tendo por base os fundamentos da *análise de conteúdo*, elaborou-se a investigação a partir do estudo do enunciado, centrando a preocupação em analisar em que medida o conhecimento escolar sobre Mudanças Climáticas, presentes nos livros didáticos do Ensino Médio – PNLD/2015, podem contribuir para que os estudantes construam concepções científico-sociais, econômicas e políticas sobre este fenômeno.

A partir desse entendimento e dada a importância pedagógica do livro didático dentro da sala de aula como um dos representantes do discurso social acerca das mudanças climáticas, foram definidas as categorias de análise. Essas foram determinadas a *priori* e estão baseadas nos estudos realizados por Serantes-Pazos (2015) que revela as tensões, erros e ausências na transmissão de conhecimentos sobre mudanças climáticas nos livros didáticos da ESO, Espanha.

Ao se usar tal categorização, realizaram-se as devidas adaptações para o estudo no Brasil, agrupando as unidades de registro e contexto desta pesquisa em quatro categorias, a saber: a) Definição sobre a temática das mudanças climáticas; b) Causas das mudanças climáticas; c) Consequências das mudanças climáticas e d) Medidas de mitigação relacionadas às mudanças climáticas[74], apresentadas no Quadro 11, a seguir:

---

[73] No Apêndice 02 (p. 290 -315) desta tese, se encontram para consulta os quadros analíticos contendo o detalhamento desta seleção.

[74] Considerando que no trabalho original de Serantes-Pazos (2015), a autora não utiliza explicitamente a categoria *adaptação* como um tipo de categoria na elaboração de suas planilhas de análise, e sim *mitigação/adaptação* entendo-as como ações preventivas efetuadas em relação às mudanças climáticas, e apoiada no relatório do IPCC – AR5 (2014) que trata mitigação e adaptação como estratégias disponíveis para se lidar com os riscos associados às mudanças

QUADRO 11: CATEGORIAS DE ANÁLISE

CATEGORIAS		DESCRIÇÃO
1	Definição sobre a temática das Mudanças Climáticas	Refere-se ao(s) textos que explica(m) claramente o significado da temática das mudanças climáticas.
2	Causas das Mudanças Climáticas	Refere-se ao(s) textos que apresentam os possíveis fatores causadores das alterações climáticas.
3	Consequências das Mudanças Climáticas	Refere-se ao(s) textos que apresentam os possíveis cenários decorrentes das alterações climáticas
4	Medidas de mitigação relacionadas às Mudanças Climáticas	Refere-se aos textos que apresentam estratégias adaptativas relacionadas à criação de alternativas para minimizar os efeitos da variação nos fatores de regulação dos fenômenos climáticos.

FONTE: A Autora (2018).

Após a organização das categorias, identificaram-se as unidades de registro e unidades de contexto dos excertos selecionados para análise, lembrando que os elementos analisados foram textos (escritos ou iconográficos) e atividades

Para a caracterização das perspectivas dos elementos textuais analisados, Bardin (2008) propõem que a AC por ter relação direta com a linguística, procura conhecer aquilo que está "por trás" das palavras sobre as quais se debruça o pesquisador em busca de significados das mensagens dos textos, e se fundamenta na concepção da comunicação como processo e não como um dado.

Essa análise foi construída com base na ideia de que o texto produzido pelos autores dos livros didáticos "não é a [simples] transposição transparente de opiniões, de atitudes e de representações que existam de modo definitivo antes à passagem à forma textual" (BARDIN, 2008, p. 216), são modos de representações dos aspectos do mundo que deixam explícitas as identidades sociais, as posições do sujeito, as relações sociais, os sistemas de conhecimento e suas crenças.

Em vista disso, é preciso focalizar a análise não somente ao nível dos elementos constitutivos elementares dos textos, como a palavra, mas sim, e sobretudo, deve-se explorar a um nível igual e superior à frase, suas proposições, enunciados e sequências.

---

climáticas. No momento da organização das categorias desta tese, optou-se por seguir as categorias originais utilizando apenas o termo *mitigação* subentendendo que nesta categoria estaria as questões relacionadas aos processos de *adaptação*.

Especificamente com os textos iconográficos (imagens, grafismos e fotografias) é necessária a compreensão da relação entre estes elementos e os textos, pois podem adquirir o caráter aparente de ilustração; ser portadoras de informações adicionais e essenciais ao texto; ou ainda, podem representar uma fonte necessária de informações que reforcem uma leitura conjugada entre texto e imagem (MARTINS et al., 2005).

A fim de concretizar esta análise, para a organização dos dados levou-se em consideração principalmente na escrita dos textos didáticos as informações: sobre mudanças climáticas e temas correlatos, os textos que estabelecem relações unicausais ou multicausais entre fatores socioambientais e mudanças climáticas, e os textos que abordam medidas adaptativas de prevenção/mitigação das mudanças climáticas.

Para a análise das atividades foram consideradas suas características e peculiaridades no sentido de compreender se as propostas possuíam caráter fundamentalmente descritivo e interpretativo dos textos didáticos ou se essas propiciavam debates, investigação e pesquisa. Nessa perspectiva, estabeleceram-se as seguintes categorias:

a) atividades de repetição de conteúdo;

b) atividades com propostas de estabelecimento de relações entre os conteúdos para a busca da resposta (interpretação de dados/investigação) e;

c) atividades que propunham organização de grupos de pesquisa e debate.

A partir dessas categorias, foram elaborados quadros analíticos, os quais estão disponibilizados no Apêndice 03[75] desta tese.

No próximo capítulo, apresenta-se detalhadamente cada categoria a fim de que, por meio da interpretação dos dados da pesquisa seja possível analisar em que medida o conhecimento escolar sobre Mudanças Climáticas, abordado nos livros didáticos do Ensino Médio– PNLD 2015, contribuem para que os estudantes construam concepções científico-sociais, econômicas e políticas sobre este fenômeno.

[75] No Apêndice 03 (p.316 - 322) desta tese, se encontram para consulta os quadros analíticos contendo o detalhamento desta seleção.

CAPÍTULO 5 – O CONHECIMENTO ESCOLAR SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS ABORDADO NOS LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO

> *Através do processo educativo, a cultura é perpetuada como produção social garantidora da especificidade humana. Isso significa dizer que, em dado contexto histórico, são selecionados conteúdos da cultura, considerados necessários às gerações mais novas, constituintes do conhecimento escolar que pelo processo de mediação didática torna-se saberes constitutivos da cultura escolar e presentes nos livros didáticos (LOPES, 1997, p. 96).*

A citação de Lopes (1997) foca perfeitamente os propósitos deste capítulo, em que se analisou como o conhecimento escolar sobre a temática das mudanças climáticas é apresentado pelos autores nas coleções de Biologia, Física, Química e Geografia – PNLD/2015, recebidos por escolas do município de Curitiba/PR.

Em linhas gerais, analisou-se em que medida o conhecimento escolar sobre mudanças climáticas, abordado nesses materiais, podem contribuir para que os estudantes construam concepções científico-sociais, econômicas e políticas sobre este fenômeno, evidenciando o que se esconde "por trás" dos significados das mensagens dos textos (escritos e/ou iconográficos) por meio da compreensão e estudo das características e estruturação das mensagens e/ou modelos dos excertos tomados em consideração.

Ao partir do pressuposto que o texto do livro didático é unidade complexa de significação, considerando as condições de sua produção como materialização histórica da linguagem e às práticas sociais estabelecidas pela sociedade, implica em conceber que o conhecimento escolar presente nos textos dos livros didáticos são determinados historicamente, legitimados socialmente e entendidos como garantidores da formação cultural das novas gerações.

Nesse sentido, é importante explicitar nesta etapa da pesquisa como o conhecimento escolar que envolve a didatização do conhecimento científico por meio da mediação didática, entendida como facilitadora do processo de ensino-aprendizagem da ciência na escola, possibilita a compreensão sobre o fenômeno das mudanças climáticas abordado nos livros didáticos selecionados.

5.1 Visão Geral das Obras Analisadas

A partir da análise dos 12(doze) livros didáticos, verificou-se que a temática das mudanças climáticas é abordada em todas as coleções, embora não esteja presente em todos os volumes. Constatou-se, também, que a temática é abordada em diferentes unidades e agrupadas em conteúdos que apresentam, de alguma forma, relação com os fenômenos climáticos ou especificamente com o aquecimento global.

Nesse sentido, percebeu-se algumas características gerais nas obras didáticas selecionadas e analisadas na presente pesquisa e reveladas a seguir:

- Os conteúdos relacionados à temática mudança climática foram mais abordados no livro didático da disciplina de Química, que se propõe trabalhar com os temas: "energia e estrutura das substâncias", "química e a atmosfera – oxigênio e ozônio", "variáveis do clima", "aspectos dinâmicos das transformações químicas –pH e Kps", "poluição térmica", entre outros.

- Além dos livros didáticos de Química, os que mais apresentam a temática das mudanças climáticas foram os livros didáticos de Geografia quando tratam dos assuntos relacionados com os temas "atmosfera", "poluição da atmosfera", "tipos de clima", "impactos ambientas", "geração de energia – fontes renováveis e não renováveis", entre outros.

- Os livros didáticos de Biologia propõem o trabalho com "ciclos biogeoquímicos", no qual a temática mudanças climáticas aparece na discussão dentro de algum texto específico como: "efeito estufa", "ciclo do carbono", "aquecimento global" ou nas seções "aplique seus conhecimentos".

- Os livros didáticos de Física são os que menos abordam à temática das mudanças climáticas, uma vez que, apesar de seus conteúdos terem grande potencial para o desenvolvimento dessa temática, essa aparece pouco e pontualmente, ou seja, na discussão de algum tema específico como: "calor e ambiente", "trocas e fontes de energia", e "mecânica dos fluídos – pressão atmosférica", ou nas seções "orientações para o professor".

Uma outra questão observada nas coleções analisadas, foi que em muitas situações a temática das mudanças climáticas se apresentou como um exemplo de determinado assunto curricular ou como uma extensão dele, como no caso, ao trabalharem conceitos a respeito do "efeito estufa" os livros apresentaram a

discussão sobre o tema explicitamente, dentro do próprio texto, ou em texto autoexplicativo. Nessa circunstância, algumas vezes o tema se apresentou em seções como: “saiba mais”, “saiu na mídia”, “aprofundando seus conhecimentos”, “pesquise e reflita”, “textos informativos – Compreendendo o Mundo”, ou nas “orientações para o professor” evidenciando que esse é um assunto extracurricular, o qual cabe ao professor a decisão de discuti-lo com a profundidade adequada, procurando materiais específicos, ou não.

Dentro dessa visão geral, com o intuito de analisar se as coleções abordam o tema "Aquecimento Global" ou “Mudança Climática”, calculou-se a frequência com que se identificou essas palavras ou temas correlatos nos livros didáticos. Observou-se que há o predomínio do tema "Aquecimento Global" sobre a temática “Mudança Climática”, indicando que nas obras didáticas analisadas essa temática ainda é tratada subliminarmente sem precisar a profunda relação existente entre as consequências desse fenômeno climático e os impactos ambientais dele decorrente.

Pela análise da frequência, reconheceu-se que a coleção de Química – Q1 foi o livro didático que mais trouxe a temática das mudanças climáticas para a discussão, seja em seções de discussão, seja como tema dentro do próprio conteúdo, seguido dos livros de Geografia – G1 e Biologia – B3.

O Quadro 12 organiza e apresenta este levantamento identificando em quais coleções de livros didáticos esses temas aparecem e os seus respectivos volumes (1, 2 ou 3):

QUADRO 12: FREQUÊNCIA DAS TEMÁTICAS ENCONTRADAS NOS LIVROS DIDÁTICOS

Coleções Livros Didáticos / Volumes / Temas	**Biologia**	**Física**		**Geografia**		**Química**		
	B3	F1	F2	G1	G3	Q1	Q2	TOTAL
Aquecimento Global	33	1	2	9	-	10	3	58
Mudança Climática	6	1	1	9	4	**22**	3	46
Mudança do Clima	1	-	-	-	1	1	-	3
Aquecimento Global Antropogênico	1	-	-	-	-	2	-	3
Mudança Ambiental Global	-	-	1	-	-	-	-	1
Aquecimento do Planeta	1	-	-	-	-	-	-	1

FONTE: A Autora (2018).

Estes dados podem ser visualizados didaticamente, na nuvem de palavras[76] apresentada a seguir:

FIGURA 07: NUVEM DE PALAVRAS



FONTE: A Autora (2018).

Sendo a temática das mudanças climáticas considerada como um tema complexo e controverso discutida principalmente a partir de duas correntes científicas lideradas pelos 'céticos' e pelos 'aquecimentistas' (CRUZ et al., 2014), os livros didáticos deveriam tratar esse tema trazendo essas duas perspectivas de pensamento. Entretanto, isso não se observou nas coleções analisadas.

As coleções de Biologia, Física e Geografia trataram a temática das mudanças climáticas sob a perspectiva 'aquecimentista', fundamentada principalmente nos relatórios do IPCC (2007; 2014), indicando que as atividades humanas são responsáveis pela tendência anômala de crescimento das concentrações de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera, interfere de modo significativo no processo de aquecimento global do Planeta e, consequentemente, nas variações climáticas do Sistema Terra (IPCC, 2014; ARTAXO, 2014a).

[76] Nuvem de palavras: Uma nuvem de palavras (também conhecida como nuvem de tags ou texto) é uma representação visual da frequência e do valor das palavras. Ela é usado para destacar com que frequência um termo ou categoria específica aparece em uma fonte de dados. Quanto mais vezes uma palavra-chave estiver presente em um conjunto de dados, maior e mais forte será a palavra-chave (INFOGRAN. Disponível em: <https://infogram.com/pt/criar/nuvem-de-palavra>. Acesso em: 17 mai. 2019.

A coleção de Química foi a única que procurou expor as duas correntes de pensamento, ao apresentar o que cada uma delas defende, incentivar a discussão e pesquisa entre os estudantes sobre o aquecimento global de modo que cada um possa construir seu conceito e desmistificar falsos conceitos e controvérsias sobre a temática das mudanças climáticas.

Nesse sentido, constatou-se que os livros didáticos analisados apresentaram em sua grande maioria a hipótese antropogênica das mudanças climáticas, ficando para a coleção de Química o desafio em apresentar o cenário de incerteza acerca dessa temática, entretanto, consideram como parâmetro de discussão exclusivamente as alterações provocadas pelas atividades humanas.

Observou-se também, um apelo à autoridade científica, expresso por meio do uso de fontes advindas de revistas científicas ou de organizações renomadas, como a NASA, a Organização Mundial de Meteorologia (OMM), o IPCC, o Greenpeace, entre outras. Percebeu-se também que os livros didáticos, ao exporem as consequências das mudanças climáticas, fazem de modo trágico e catastrófico não mostrando possibilidades de medidas de adaptação ou mitigação e, quando fazem, estas são pontuais e efêmeras, não ressaltando em nenhum momento propostas de ações que venham promover a mobilização de professores e estudantes frente às questões das mudanças climáticas.

Diante dessas considerações, evidenciou-se que por mais que os livros didáticos das coleções analisadas apresentem conteúdos sobre a temática mudança climática, há a ausência de uma discussão mais profunda e interconectada dos fatos, incluindo a apresentação de argumentos que possam considerar a natureza da interferência antropogênica na dinâmica natural do Planeta.

5.2 O Conhecimento Escolar sobre Mudanças Climáticas Abordado nos Livros Didáticos do Ensino Médio – PNLD/2015

5.2.1 Edital n.º 01/2013 – PNLD/2015 e a relação com a Temática das Mudanças Climáticas

A análise preliminar revela que a temática das mudanças climáticas identificada nos livros didáticos está em consonância com os pré-requisitos de

qualificação e avaliação das obras didáticas contidos no Edital n.º 01/2013/PNLD – 2015.

Na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, especificamente, as disciplinas de Biologia, Física e Química, o referido Edital recomenda que os livros didáticos destinados para o Ensino Médio devam oportunizar aos estudantes o aprofundamento de seus conhecimentos sobre assuntos científicos e tecnológicos, priorizando o desenvolvimento e aprimoramento da linguagem científica constitutiva do pensamento científico e próprios de cada disciplina, que servirão de base para a compreensão dos problemas contemporâneos favorecendo, portanto, a possibilidade de uma melhor atuação dos estudantes na realidade social.

O livro didático de Biologia analisado aborda a temática das mudanças climáticas no volume 3 – B3 na unidade de Ecologia, especificamente nos conteúdos que tratam das ações do ser humano no ambiente, ciclos biogeoquímicos, efeito estufa e camada de ozônio, revelando o que já era esperado uma vez que, esse tema tem maior interface com essa ciência. Esse modo de exposição do conteúdo está em conformidade com o referido Edital n.º 01/2013/PNLD – 2015 que recomenda, que o livro didático de Biologia deve propor a discussão dos valores envolvidos na produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico, buscando o envolvimento do estudante nas "questões relativas à valorização e manutenção da vida, à perda da biodiversidade do planeta, à ética nas relações dos seres humanos entre si e com o meio ambiente" (BRASIL, 2013, p. 60).

Essa forma de abordagem pode provocar um distanciamento entre o conteúdo estudado e a realidade vivida, na medida em que o professor não fizer essa aproximação, por não permitir ao estudante perceber o vínculo estreito entre o que é estudado e o seu cotidiano. Essa dicotomia pode impossibilitar ao estudante de estabelecer relações entre a produção do conhecimento científico, o conhecimento escolar e a sua prática social, prejudicando a construção de uma visão complexa da Natureza, bem como a compreensão da vida como manifestação de sistemas organizados e integrados ao ambiente físico-químico.

Essa constatação vai ao encontro das pesquisas de Serantes-Pazos (2015) e Román e Bush (2016), nas quais apresentam que a ausência e a invisibilidade de certos grupos sociais nos livros didáticos, dentre estes:

mulheres, crianças e estudantes, pode conduzir à compreensão de que as mudanças climáticas não são um problema humano, pois esses "agentes" não aparecem explicitamente relacionado com as atividades responsáveis pelo aumento de CO_2, e o fenômeno climático. Portanto, essa falta de conexão entre o "agente produtor" e o produto "mudanças climáticas", faz com que os estudantes não se reconheçam como "causadores" do fenômeno climático, promovendo o não reconhecimento das inter-relações entre ser humano e Natureza, bem como a complexidade que envolve essas discussões.

Nesse sentido, o papel da Biologia escolar centrado em desenvolver no estudante a capacidade de se reconhecer como um organismo e, portanto, sujeito aos mesmos processos e fenômenos que os demais, não acontece a contento, por não conseguir mostrar que as ações humanas que alteram a biodiversidade do Planeta são capazes de modificar ativamente todo o processo evolutivo e, consequentemente, afetar as relações estabelecidas entre humanos e demais organismos.

Ao analisar o livro didático de Física, identificou-se que a discussão acerca da temática das mudanças climáticas está presente no volume 1 – F1 nas unidades de Dinâmica (energia, trabalho de uma força) e Mecânica dos Fluídos (hidrostática – hidrodinâmica); no volume 2 – F2, na unidade de Termologia (transmissão de calor). Os dois volumes trazem para a discussão conceitos, leis, modelos e teorias que podem ser utilizados na compreensão da relação entre os fenômenos físicos e naturais e a relação desses com as atividades humanas no ambiente, vindo ao encontro das recomendações do Edital n.º 01/2013/PNLD – 2015, quando aponta que o ensino de Física deve propor discussões que relacione ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, e promova "a formação de um cidadão capaz de apreciar e de posicionar-se criticamente diante das contribuições e dos impactos da ciência e da tecnologia sobre a vida social e individual" (BRASIL, 2013, p. 66).

No entanto, esses conteúdos por mais que possibilitem abordagem da temática das mudanças climáticas, não se observou de modo efetivo uma articulação interdisciplinar com conhecimentos de diferentes áreas que permita aos estudantes estabelecer relações entre o conteúdo estudado com situações da vida cotidiana. Portanto, não contribuem para uma efetiva formação de um

cidadão capaz de se posicionar criticamente diante dos impactos da ciência e da tecnologia sobre a vida em sociedade.

Concordando com (GASPARIN, 2003; MARTINAND, 2003) há o predomínio no livro didático de Física priorizar a física acadêmico-científica, dificultando o acesso dos estudantes a um saber socialmente relevante, ou seja, a forma como os conteúdos são organizados ignora a construção histórica dos conhecimentos a partir da transformação da sociedade. Logo, o problema está na forma de organização dos conteúdos que desconsidera as práticas sociais de referência.

No livro didático de Química, a temática das mudanças climáticas é abordada no volume 1 – Q1 nas unidades Mudanças Climáticas (grandezas físicas – volume, massa, densidade, temperatura e calor, substâncias e misturas) e Oxigênio e Ozônio (átomos e moléculas); no volume 2 – Q2 nas unidades Meteorologia e as Variáveis do Clima (cálculo estequiométrico), Poluição Térmica (reações exotérmicas e endotérmicas) e Corais (equilíbrio dinâmico e produto iônico da água – pH e produto de solubilidade – Kps).

Esse modo de organização dos conteúdos atende as recomendações do Edital n.º 01/2013/PNLD – 2015, quando indica que a "Química – como disciplina escolar – também deve articular seus saberes com diferentes campos, possibilitando formas de compreensão acerca da natureza e de atividades humanas" (BRASIL, 2013, p. 61).

Na coleção de Química analisada, observou-se a tentativa do estabelecimento de diálogo interdisciplinar ao focar o objeto de estudo disciplinar com o contexto real vivenciado pelos estudantes, os fenômenos naturais, as transformações químicas e as aplicações tecnológicas, trazendo um grande avanço para o contexto escolar ao propiciar ao estudante a compreensão do mundo material, valorizando as relações entre conhecimentos científicos e tecnológicos nas suas diferentes dimensões sociais, políticas, econômicas e ambientais.

Apesar disso, como a temática das mudanças climáticas é trazida para discussão, nessa coleção, apenas nas seções: "saiu na mídia", "questões para discussão" e "compreendendo o mundo", por mais que o autor tenha conduzido a escrita do texto – conteúdo – sob a perspectiva da abordagem interdisciplinar reflexiva, esta proposta se apresenta fragilizada, "tanto pelo modo de condições

de trabalho do professor que envolvem espaços e tempos escolares ainda inadequados [para este tipo de discussão], quanto pela organização predominantemente disciplinar, com visão linear fragmentada dos conhecimentos das próprias disciplinas" (BRASIL, 2006, p. 101).

A área de Ciências Humanas e suas Tecnologias é composta no Ensino Médio pelas disciplinas de Filosofia, Geografia, História e Sociologia, que têm como objeto de estudo "as sociedades humanas em suas múltiplas relações [sejam elas] ... sociais, natureza, trabalho, cultura, território, espaço e tempo [constituindo-se] em elementos estruturadores desses campos" (BRASIL, 2013, p. 50), que integrados às demais áreas e componentes curriculares realça a importância da contribuição que cada um deles pode oferecer para a compreensão dos fenômenos sociais e dos grandes temas emergentes da sociedade.

A disciplina de Geografia deve oportunizar aos estudantes reconhecer as dinâmicas existentes no espaço geográfico fundamentado nos conceitos de "natureza, paisagem, espaço, território, região, rede, lugar e ambiente, incorporando, também, dimensões de análise que contemplam tempo, cultura, sociedade, poder e relações econômicas e sociais" (BRASIL, 2013, p. 51), que possibilite ao estudante a compreensão do mundo articulado com o lugar de vida e o seu cotidiano.

A coleção de Geografia analisada apresenta a temática das mudanças climáticas no volume 1 – G1 na unidade Atmosfera e as Mudanças Climáticas (fatores do clima e tipos climáticos, a poluição do ar e as mudanças climáticas, o efeito estufa e o aquecimento global, fenômenos naturais e novos padrões climáticos); no volume 3 – G3 nas unidades Brasil: espaço geográfico e impactos ambientais (política ambiental no Brasil e degradação dos Biomas, ocupação do espaço brasileiro e impactos ambientais) e Atividades Primárias no Brasil (a geração de energia: fontes não renováveis e combustíveis fósseis).

Tais conteúdos se apresentam em consonância com o Edital n. º 01/2013/ PNLD – 2015, uma vez que propõe que o livro didático desta disciplina contribua para o desenvolvimento da observação atenta do mundo, "propiciando o estudo da dinâmica dos fenômenos que se desenvolvem por meio das relações entre a sociedade e a natureza considerando as dimensões local, regional, nacional e mundial" (BRASIL, 2013, p. 51).

No livro didático de Geografia analisado observou-se que a temática das mudanças climáticas está inclusa nos textos dos conteúdos além de ser abordada nas seções: “pesquise e reflita”, “contexto e aplicação”, “refletindo sobre o conteúdo” e “outra visão”. Essa organização dos conteúdos permite que o estudante aprenda de modo significativo, pois cria condições para que ele adquira a capacidade de analisar sua realidade sob o ponto de vista geográfico a partir de temáticas que corroboram na construção de conhecimentos para a compreensão da complexidade do mundo.

Dessa forma, a Geografia escolar busca superar a visão de uma disciplina descritiva e empírica, ao considerar as relações entre a sociedade e a natureza que constituem o espaço geográfico. Com isso, possibilita a formação de um “cidadão que conheça os diferentes fenômenos geográficos tendo em vista o processo de globalização e suas rupturas” (BRASIL, 2006b, p. 56), considerando as práticas sociais de referência em diferentes momentos históricos.

Na seção seguinte, analisa-se detalhadamente cada categoria estabelecida, a fim analisar em que medida o conhecimento escolar sobre mudanças climáticas, abordado nos livros didáticos do ensino Médio contribuem para que os estudantes construam concepções científico-sociais, econômicas e políticas sobre este fenômeno a partir da análise dos conteúdos textuais, das iconografias e das propostas de atividades.

5.2.2 Análise do Conhecimento Escolar sobre Mudanças Climáticas Abordado nos Livros Didáticos do Ensino Médio – PNLD/2015

Nesta etapa da pesquisa, apresenta-se cada categoria estabelecida *a priori*, a saber: a) definição sobre a temática mudanças climáticas, b) causas das mudanças climáticas, c) consequências das mudanças climáticas e d) medidas de mitigação relacionadas às mudanças climáticas.

Explora-se detalhadamente cada grupamento a fim de analisar como o conhecimento escolar sobre a temática das mudanças climáticas é apresentado pelos autores nos livros didáticos, a partir do estudo minucioso dos conteúdos textuais, das iconografias e das propostas de atividades, evidenciando o que está “por trás” das mensagens dos enunciados dos excertos selecionados.

a) Definição sobre a temática das Mudanças Climáticas

Dentre os 12 livros, apenas o livro didático de Química a UR: Q1. UN.1(d) traz uma definição explícita sobre a temática das mudanças climáticas, como apresentado a seguir:

> Mudanças Climáticas são alterações que vêm sendo observados no clima do planeta, como mudanças no regime de chuvas, enchentes, estiagens, aumento ou diminuição da temperatura média em continentes e/ou oceanos, aumento na frequência de tornados e furacões, derretimento de geleiras, calor excessivo e frio extremo (Q1, 2015, p. 16).

Sabe-se que as alterações climáticas se relacionam tanto às alterações no estado do clima relacionadas aos processos naturais internos e externos do Sistema Climático, quanto às alterações relacionadas às intervenções antropogênicas que direta ou indiretamente podem provocar alterações na composição da atmosfera terrestre e, consequentemente, em todo esse Sistema.

Considerando o conceito apresentado na UR: Q1. UN.1(d), a autora apresenta as atividades geofísicas do Planeta como as responsáveis pelas alterações climáticas, não explicitando se essas referem-se a um processo natural de acomodação do Sistema Climático Terrestre, ou se essas atividades se acentuam direta ou indiretamente por atividade antropogênica.

Nesse caso, o excerto apresentado permite uma articulação entre o conhecimento escolar do livro didático e o conhecimento científico, incumbindo ao professor realizar essa aproximação entre o conteúdo estudado e a realidade vivida. Caso isso não aconteça, essa dicotomia pode impossibilitar ao estudante estabelecer relações entre a produção do conhecimento científico, o conhecimento escolar e à sua realidade, dificultando a construção de uma visão complexa acerca dos fenômenos naturais.

b) Causas das Mudanças Climáticas

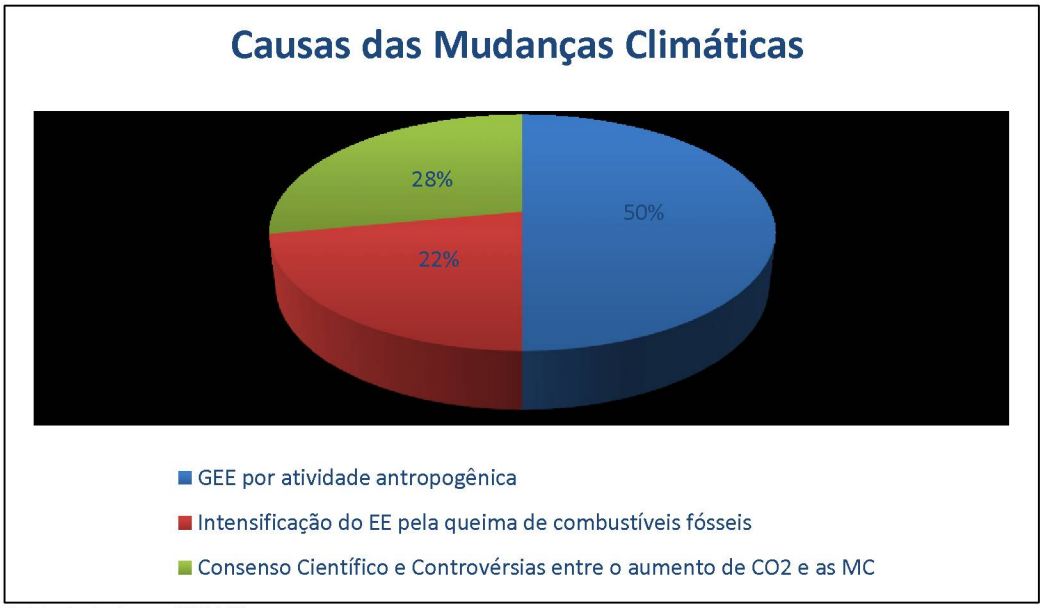
Nesta seção, apresentam-se as considerações sobre a categoria **"Causas das Mudança climáticas"**, destacando as UR e UC, e em quais volumes das coleções analisadas estas mensagens (textuais ou iconográficas) estavam presentes. Evidenciaram-se as situações em que os autores abordam as causas sob a perspectiva de processos naturais do Sistema Climático

Terrestre, os relacionados às ações antropogênicas, bem como as controvérsias científicas sobre a temática.

Dos 12 livros selecionados para estudo, as coleções B3, F1, G1, Q1 e Q2 são as que trazem para a discussão as causas da mudanças climáticas. Destes 5 (cinco) livros analisados organizaram-se as UR e UC em 3 grupamentos relativos às causas das mudanças climáticas os quais são apresentados a seguir:

- Primeiro Grupamento: 50% dos textos da mostra abordam que as emissões dos "**Gases de Efeito Estufa - GEE por atividade antropogênica"** são a principal causa das mudanças climáticas
- Segundo Grupamento: 22% dos textos da mostra, relacionam a **"Intensificação do EE pela queima de combustíveis fósseis".**
- Terceiro Grupamento: 28% dos textos da mostra, apresentam "**Consenso Científico e Controvérsias entre o aumento de Gás Carbônico e as Mudanças Climáticas".**

GRÁFICO 06: CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO PLANETA - PERCENTUAL DOS TEXTOS ANALISADOS



FONTE: A Autora (2018).

No primeiro grupamento, reuniram-se os textos, os quais abordam que as emissões dos *"**Gases de Efeito Estufa - GEE por atividade antropogênica"*** são a principal causa das mudanças climáticas, relacionadas aos processos de: desmatamento, industrialização, atividade pecuária, queimadas e desequilíbrio ambiental.

As UR selecionadas: B3.15.1.A(c), G1.7.1.1.TC(c), Q1.4.2.Q(c), Q1.FUN.2.CM(c), Q2.UNI.3(c), Q1.UN.1(c), Q2.4.SM (c), Q2.UNI.4(c), Q2.12.SM(c), Q2.FUN.4.CM(c) são as que apresentaram o CO_2 como principal responsável por esse fenômeno.

A UR – B3.15.1.A(c) e Q1.4.2.Q(c) a partir da informação que o EE mantém a temperatura média da Terra em torno de 15 °C, pois sem ele o Planeta estaria coberto por gelo a uma temperatura –18 °C, entende-se nesse caso, o EE como um fenômeno natural, ou seja, a radiação térmica recebida do Sol possibilita a manutenção da temperatura do Planeta, como se observa no excerto a seguir:

> **O efeito estufa, mantém a temperatura média da Terra em torno de 15** °C e, sem ele, o planeta estaria permanentemente coberto por uma camada de gelo e sua temperatura média estaria em torno de –18 °C. **Diversos gases na atmosfera colaboram para o efeito estufa, entre eles: o vapor de água, o gás carbônico, o gás metano, o dióxido de nitrogênio e os clorofluorcarbonos (CFCs). O gás carbônico é o principal gás para o efeito estufa, sendo responsável por cerca de 63% do efeito** (B3, 2014, p. 200, grifo nosso).

A UR B3.15.1.A(c) aponta que o EE garante as condições climáticas necessárias para a existência da vida no Planeta, justificada na UC: "*O efeito estufa mantém a temperatura média da Terra em torno de 15 °C*" (B3, 2014, p. 200) evidenciando que esse processo físico é composto por um conjunto de gases atmosféricos destacando o CO_2 como o principal responsável pelo efeito, como evidencia-se pela UC: *"O gás carbônico é o principal gás para o efeito estufa, sendo responsável por cerca de 63% do efeito"* (B3, 2014, p. 200). Para exemplificar esse conceito de EE natural, o autor usou o seguinte registro e esquemas:

B3.15.1.A(c):

> **A luz do Sol passa pelo vidro e é absorvida pelas plantas** e por outros objetos, **que se aquecem e emitem raios infravermelhos.** Essa emissão é também chamada **radiação**, **onda infravermelha** ou, ainda, **radiação térmica**. **De maneira semelhante ao que ocorre na estufa de plantas (Figura 08) as radiações do Sol passam pela atmosfera e esquentam a superfície do planeta, que emite raios infravermelhos**. Desse modo, a atmosfera mantém a temperatura do planeta nos níveis que conhecemos hoje **(Figura09)** (B3, 2014, p. 200).

FIGURA 08: EE COMPARADO COM UMA ESTUFA DE PLANTA

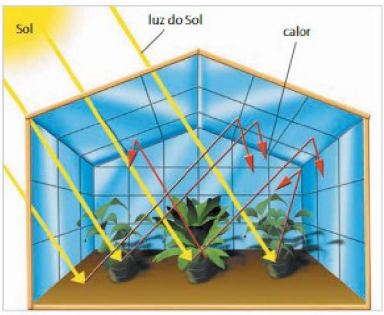


Figura 15.3 A estufa mantém as plantas aquecidas. (Ilustração sem escala. Cores fantasia.)

Esquema de uma Estufa de Plantas. A estufa mantém as plantas aquecidas. (Ilustração sem escala. Cores fantasia) (B3, 2014, p. 200).

FONTE: B3, 2014, p. 200.

FIGURA 09: ESQUEMA EFEITO ESTUFA NATURAL

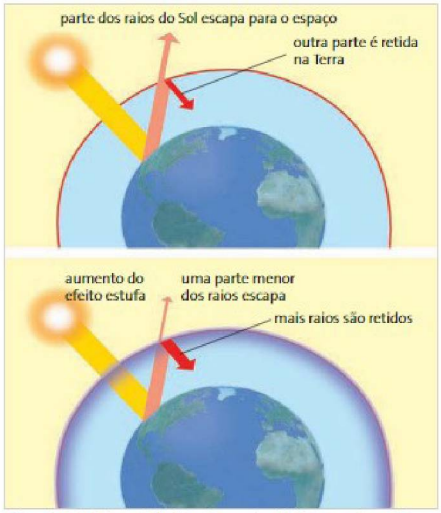


Figura 15.4 Efeito estufa. (Os elementos da figura não estão na mesma escala. Cores fantasia.)

Efeito estufa. (Os elementos da figura não estão na mesma escala. Cores fantasia.) (B3, 2014, p. 200).

FONTE: B3, 2014, p. 200.

A UR B3.15.1. A(c) é acompanhada das Figuras 08 e 09. A autora do livro com o intuito de esclarecer aos estudantes, leitores do livro didático, como ocorre o fenômeno do EE utiliza-se da comparação entre estes dois esquemas. Compara a Figura 09 - Efeito Estufa Natural com a Figura 08 - Estufa de Plantas, uma ilustração análoga ao fenômeno estudado, indicando semelhanças entre o que ocorre no EE natural e na Estufa das Plantas.

Observa-se essa comparação também no excerto analisado, no qual há uma explicação ressaltando que de modo semelhante ao que ocorre na atmosfera, as radiações solares ao atravessarem os vidros da estufa de planta, aquece o ambiente porque mantém os raios refletidos presos no ambiente.

No entanto, Lobato et al. (2009, p. 20) afirma que a estufa de plantas é "uma ilustração que não mostra a relação do EE com a composição química da

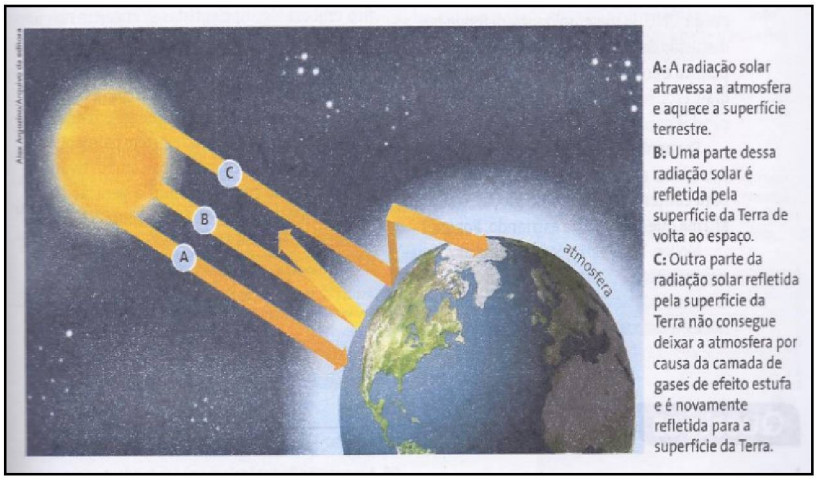
atmosfera e não explica, também como a radiação se transforma em calor dentro da estufa", tratando-se, portanto, de um modelo limitado para o entendimento do fenômeno.

UR, Q1.4.2.Q(c) apresenta também o EE como um fenômeno natural que mantém a temperatura ideal para a manutenção dos seres vivos no Planeta, como constatado a seguir:

> Justamente porque na atmosfera **o vapor de água e gases como o dióxido de carbono, o metano, o monóxido de nitrogênio e o ozônio, que, apesar de estarem presentes em quantidade ínfimas, são capazes de formar uma camada de proteção infravermelha emitida pela Terra (Efeito Estufa), possibilitando a existência das mais variadas espécies de vida.** Além disso, essa camada de gases e de vapor de água reflete parte do calor emitido pelo Sol (Q1, 2014, p. 59, grifo nosso).

Para exemplificar o EE natural, a UR, Q1.4.2.Q(c) traz o esquema do EE representado na Figura 10 a seguir:

FIGURA 10: ESQUEMA DA RADIAÇÃO SOLAR



O esquema retrata a radiação solar e a reflexão dos raios após atravessarem a atmosfera terrestre – considerando o efeito estufa de modo natural (Q1, 2014, p. 59).

FONTE: Q1, 2014, p. 59.

Ao analisar a UR, Q1.4.2.Q(c), observa-se que o excerto traz a afirmação que o EE é formado pelos gases *"vapor de água e gases como o dióxido de carbono, o metano, o monóxido de nitrogênio e o ozônio, capazes de formar uma camada de proteção infravermelha emitida pela Terra (Efeito Estufa), possibilitando a existência das mais variadas espécies de vida"* (Q1, 2014, p. 59).

Entende-se que essa afirmação poderá provocar a compreensão equivocada do fenômeno, uma vez que não explica por que certos gases absorvem a radiação infravermelha que é emitida pela superfície terrestre

produzindo calor, além de usar o termo “camada de proteção” ao relacionar o EE com a “Camada de Ozônio”, acarretando também em um equívoco conceitual.

Essa constatação vem ao encontro dos resultados encontrados na pesquisa de Choi et al. (2010), quando relata que os livros didáticos por não distinguirem os tipos de radiação solar, a recebida e a radiação infravermelha de saída e sua relação com os GEE, contribuem para que os estudantes não compreendam a relação entre esse fenômeno e a sua função na manutenção da temperatura do Planeta, permitindo que os estudantes construam "*misconception*”.

Nesses dois casos analisados nas UR B3.15.1.A(c) e UR, Q1.4.2.Q(c), os autores dos livros didáticos, ao proporem a utilização de analogias e esquemas deveriam se preocupar com as diferenças entre os fenômenos naturais apresentados e seus modelos, com o intuito de se evitar a construção de conceitos equivocados, os quais podem provocar distorções do conhecimento científico. De acordo com Lopes (1997), o didatismo pensado pelos autores considerado necessário para se chegar ao abstrato, a partir de modelos concretos, a fim de tornar os conceitos assimiláveis, quando mal utilizados, reforçam o senso comum, acarretando o afastamento dos estudantes desse conhecimento.

Observa-se ainda que a Figura 10 apresenta as etapas do EE de forma esquematizada, trazendo ao lado da imagem informações detalhadas para explicar o fenômeno do EE. Nesse caso, destaca-se que a figura em questão apesar de explicar que a radiação solar ao atravessar a atmosfera aquece a superfície da Terra, pela reflexão dos raios, apresenta-se também como um modelo de representação limitado conceitualmente.

Segundo Lobato et al. (2009), a figura apresenta apenas um processo “simples de reflexão”. Não há explicação de como a radiação solar ultravioleta, ao ser absorvida pelos materiais do ambiente é convertida e emitida para a atmosfera na forma de radiação infravermelha, e armazenada na forma de calor. E ainda, conforme esses autores, o esquema utilizado no livro de química é um modelo restrito e insuficiente para o entendimento do fenômeno como um todo, sobretudo porque não esclarece as interações que ocorrem na atmosfera entre radiação e matéria.

Salienta-se que a UR – B3.15.1.A(c) cita o Dióxido de Carbono CO_2 como o principal gás do EE: *"O gás carbônico é o principal gás para o efeito estufa, sendo responsável por cerca de 63% do efeito"* (B3, 2014, p. 200), no entanto, segundo Grotzinger e Jordan (2013), dos gases que participam desse fenômeno em ordem de importância e volume temos o vapor de água (H_2O) em primeiro lugar, seguido do Dióxido de Carbono (CO_2) e dos demais gases em menor participação.

Nesse caso, o que deveria ser salientado é que o CO_2 é o principal gás que causa a intensificação do EE, não somente pela sua quantidade aumentada na atmosfera, mas também e sobretudo, devido ao seu potencial de absorção da radiação solar. Trata-se, portanto, de um equívoco conceitual em potencial que poderá provocar a compreensão equivocada – "*misconception*" sobre o fenômeno.

A UR – G1.7.1.1.TC(c) considera os 5 (cinco) maiores emissores de intensificação do EE como sendo: a produção de energia, o setor industrial, o lixo, as mudanças no uso do solo e a agropecuária, como exemplificado no excerto a seguir:

> **Segundo cálculos da FAO, com relação ao setor pecuário, todo o rebanho mundial responde por aproximadamente, 18% de todas as emissões de gases do efeito estufa originadas por intervenção humana.** A estimativa considera os cinco maiores emissores de gases causadores do efeito estufa: **a produção de energia, o setor industrial, o lixo, as mudanças no uso do solo e a agropecuária** (VEIGA FILHO, 2007). Em números absolutos, **o IPCC calculou que a emissão de gases causados pela ação antrópica atinja cerca de 40 bilhões de toneladas, das quais 7,1 bilhões têm como origem a criação de animais, especialmente bovinos, criados em regime extensivo** (VEIGA FILHO, 2007). Conclusões do relatório reforçam que **a emissão de dióxido de carbono** proveniente de mudanças no uso do solo acontece **a partir do desmatamento e da perda de material biológico do solo, com a conversão de florestas em pastagens**, e "são muito mais elevadas do que as emissões do setor energético" (G1, 2015, p.304 -305, grifo nosso)

Para fazer essa afirmação, o autor do texto toma como referência os dados dos relatórios da FAO[77] e do IPCC - AR 4 (2007), nos quais é relatada a

[77] FAO: Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Lidera os esforços internacionais de erradicação da fome e da insegurança alimentar. Criada em 16 de outubro de 1945, atua como um fórum neutro, onde todos os países, desenvolvidos e em desenvolvimento, se reúnem em pé de igualdade para negociar acordos, debater políticas e impulsionar iniciativas estratégicas. É fonte de conhecimento e informação. Ajuda os países a aperfeiçoar e modernizar

preocupação que com o aumento excessivo dos "*gases causados pela ação antrópica chegando ao volume de 40 bilhões de toneladas, das quais 7,1 bilhões têm como origem a criação de animais, especialmente bovinos, criados em regime extensivo"* (G1, 2015, p.304 -305).

Observa-se, portanto, que o autor do livro didático destaca no excerto apresentado que a atividade pecuária chega a ser mais impactante na contribuição do aumento do CO_2, proveniente do desmatamento e da perda de material biológico do solo em decorrência da conversão de florestas em pastagens do que as emissões do setor energético.

Entretanto, apesar do texto apresentar uma mensagem relevante com relação às questões da pecuária como causa do EE, em nenhum momento traz para a discussão sugestões ou recomendações de práticas agrícolas sustentáveis como a manutenção de áreas de Reserva Legal de florestas nativas como preconiza o Código Florestal, Lei n.º 2.351 /12, entre outras medidas mitigatórias.

A análise da coleção de Química, nos volumes Q1 e Q2 as UR – Q1.UN.1(c), Q2.UNI 3(c) e Q2.4.SM (c), apontaram que as atividades como a industrialização, a poluição térmica (*smog)* e o desmatamento como sendo um dos principais agentes da intensificação do EE causados pela ação antropogênica e consequentemente como os causadores das alterações climáticas. Os excertos a seguir exemplificam esse contexto:

Q1.UN.1(c):

> Muitos cientistas afirmam que **essas alterações são provocadas pelas atividades humanas, como a industrialização, a poluição e o desmatamento, para obtenção de terras aráveis ou destinadas â pecuária.** (Q1, 2014, p.16, grifo nosso).

Q2.UNI 3(c):

> **A poluição atmosférica é um fenômeno que pode causar sérios danos ao meio ambiente e ao ser humano**. Por ser ainda pouco discutido pela mídia e pela população, torna-se potencialmente perigoso, pois a maioria das pessoas não percebe o que está acontecendo. **No meio ambiente, a poluição térmica causa desequilíbrio ecológico, aumenta o efeito estufa e as formação do**

---

suas atividades agrícolas, florestais e pesqueiras, para assegurar uma boa nutrição a todos e o desenvolvimento agrícola e rural sustentável. ONU. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/agencia/fao/>. Acesso em: 17 mai. 2019.

> **smog (mistura de fumaça- smoke - e neblina - fog) que torna o ar das grandes cidades 'pesado' e sufocante (**Q2, 2014, p.135).

Q2.4.SM (c):

> **Um dos pontos mais críticos sobre a queima da palha da cana-de - açúcar são as emissões de gases do efeito estufa na atmosfera, principalmente o gás carbônico – CO2**, como também o monóxido carbônico- CO, óxido nitroso N_2O, metano – CH_4, e a formação do ozônio - O3, além da poluição do ar atmosférico pela fumaça e fuligem (Q2, 2014, p. 55, grifo nosso).

A UR – Q2.4.SM (c) é acompanhada de uma imagem, a qual representa o impacto da queima da cana-de-açúcar, conforme Figura 11, a seguir:

FIGURA 11: QUEIMA DE CANA-DE-AÇÚCAR



A queima da cana-de-açúcar causa um impacto ambiental que não pode ser ignorado (Q2, 2014, p. 55).

FONTE: Q2, 2014, p. 55.

Ao analisar a Figura 11, observou-se que essa, além de ilustrar o texto, a imagem possibilita um debate sobre o impacto que essa atividade causa ao ambiente, bem como propicia ao professor relacionar essa atividade com a emissão de CO_2 e consequentemente com o fenômeno EE.

Na coleção de Química, ao final da Unidade 1, a UR– Q1.FUN.2.CM(c) apresenta uma proposta de discussão sobre a possível relação entre a diminuição da camada de ozônio e o aumento da temperatura devido às mudanças climáticas.

Com base nos relatórios da OMM, a autora expôs uma preocupação em explicar cientificamente o que é a Camada de Ozônio, onde se localiza e o seu comportamento em relação às alterações de temperatura na Estratosfera, pela constatação da intensificação do EE, como posto no excerto a seguir:

Q1.FUN.2.CM(c)

> **Segundo a OMM, o aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera contribui para um aumento das temperaturas na troposfera e na superfície do planeta, ao mesmo tempo em que causa uma diminuição de temperatura na estratosfera**. A diminuição das temperaturas observadas nos últimos anos na estratosfera, principalmente no inverno, **facilita as reações químicas que destroem o ozônio.** Mesmo assim, a**lguns cientistas são céticos e questionam se a causa da "formação de buracos" na camada de ozônio ocorre de fato em virtude de atividades humanas, ou se é apenas um processo cíclico relacionado às atividades solares,** como afirma o texto de abertura deste capítulo (Q1, 2014, p. 149, grifo nosso).

E ainda:

> A **Organização Mundial de Meteorologia – OMM aponta para uma possível relação entre a diminuição da camada de ozônio e as mudanças climáticas**. **A península Antártica, região onde há "formação do buraco" (**não ocorre a formação de buracos e sim a rarefação dessa camada, que fica mais fina) **a camada de ozônio é maior e sofreu um aquecimento nos últimos cinquenta anos de até 3ºC contra 0,7ºC da média global em todo o século XX** (Q1, 2014, p. 149, grifo nosso).

A autora do texto, ao utilizar os dados da OMM, mostrou que o aumento da temperatura na Troposfera em decorrência do aumento do EE intensificado tem provocado alterações na temperatura da Estratosfera interferindo na estrutura da "Camada de Ozônio", destacado na *UC: "A diminuição das temperaturas observadas nos últimos anos na estratosfera, precipuamente no inverno, facilita as reações químicas que destroem o ozônio"* (Q1, 2014, p. 149), apresentando como causa desta diminuição os efeitos das mudanças climáticas em decorrência do aumento de temperatura, como traz a UC: *"a camada de ozônio é maior e sofreu um aquecimento nos últimos cinquenta anos de até 3ºC contra 0,7ºC da média global em todo o século XX"* (Q1, 2014, p. 149).

Todavia, essa afirmação de que o EE está causando um aumento de temperatura na Estratosfera sem descrever um modelo que possibilite a construção de uma ideia clara sobre o fenômeno complexo estudado, torna-se um processo de didatização do conhecimento científico sem articular os conceitos com sua historicidade, possibilitando que controvérsias sejam geradas e não discutidas sobre o tema.

Nesse caso, Lopes (1997) defende que o uso de afirmações realizadas de modo inadequado pelos autores dos livros didáticos provoca um hiato entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar, que em decorrência dos

processos de mediação didática para propiciar o entendimento do texto pelo estudante, promovem distorções do conteúdo neste material.

Por último, mas não menos importante, alguns autores relacionam as emissões do GEE por atividade antropogênica com o desequilíbrio ambiental.

A coleção de Química, na qual os volumes se pautaram nos relatórios da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN – sigla em inglês), assinala que as alterações decorrentes da poluição ambiental têm contribuído com o aumento do CO_2 atmosférico e, consequentemente, como esse gás é concentrado também pelos oceanos, sua dissolução em ambientes marinhos aumentou consideravelmente provocando a diminuição do pH das águas superficiais oceânicas e a sua acidificação. As UR selecionadas a seguir trazem essa discussão:

Q2.UNI.4(c):

> **A sobrevivência dos corais depende da manutenção de um equilíbrio delicado entre a temperatura, luminosidade e quantidade de nutrientes orgânicos – que está se tornando rara por causa da poluição e das mudanças climáticas**. Monitorar essas espécies é importante pois, graças a sua sensibilidade, são bons indicadores da qualidade e saúde do ecossistema (Q2, 2015, p.190).

Q2.12.SM(c):

> **O Brasil apresenta os únicos recifes de coral do Atlântico Sul**. Essas comunidades ocorrem desde o Maranhão até a Bahia, estendendo-se por cerca de 3 mil km da costa brasileira. A fauna de corais do Brasil, apesar de pouco diversa, comparada a outras regiões do mundo, apresenta espécies raras. **Apesar de sua riqueza biológica, um quinto dos coloridos recifes de coral já foi destruído devido ao impacto da ação humana,** segundo a União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, na sigla inglesa). **A principal causa da degradação é a alteração no equilíbrio dos ambientes marinhos, como a pesca excessiva, a poluição, a agricultura, a devastação de florestas litorâneas e as mudanças climáticas do planeta** (Q2, 2015, p. 192, grifo nosso).

FIGURA 12: COLÔNIA DE CORAL



Colônia de Coral <u>*Mussismilia*</u> <u>*brasiliensis*</u> endêmica da região de abrolhos, BA, Brasil (Q2, 2015, p. 192).

FONTE: Q2, 2015, p. 192.

Q2.FUN.4.CM(c):

> Segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN sigla em inglês), **a principal causa da degradação dos recifes de corais é a alteração no equilíbrio dos ambientes marinhos em razão da pesca excessiva, da poluição, da agricultura, da devastação de florestas litorâneas e das mudanças climáticas do planeta.** No Brasil, a situação é preocupante. No nordeste brasileiro, por exemplo, praticamente não há mais recifes de corais por causa de um processo paulatino de destruição. **Apesar dos avanços nas pesquisas, a taxa de deposição de carbonato de cálcio nos recifes de coral é de cerca de 10kg/m^2/ano**, o que significa que **os corais crescem em média de 3mm a 8mm por ano, ou seja, a velocidade de recuperação nunca vai atingir a de degradação se não tomarmos alguma providência urgente para frear a poluição que estamos causando** e para preservar os recifes de corais saudáveis que ainda temos como os do sul da Bahia **(**Q2, 2015, 261, grifo nosso).

FIGURA 13: RECIFE DE CORAL ABROLHOS



Recife de coral no entorno do Parque Nacional marinho dos Abrolhos, Bahia, 2008 (Q2, 2015, 261).

FONTE: Q2, 2015, p.261.

Conforme se apresentam as UR – Q2.UNI.4(c), Q2.12.SM(c) e Q2.FUN.4.CM(c) observou-se que existe uma preocupação entre o aumento considerável do CO_2 atmosférico, a acidificação dos oceanos e a sua relação com a manutenção da vida marinha, pois essas questões relacionam-se às discussões que envolvem as mudanças climáticas.

Entende-se que a diminuição do pH oceânico poderá impactar a vida de muitas espécies em diferentes graus, pois a taxa de crescimento dos corais não acompanha a velocidade da taxa de crescimento do pH desses ecossistemas, constatando-se que a alteração do equilíbrio dinâmico do ambiente marinho em decorrência das alterações climáticas, é uma atividade grave, pois interfere na complexidade da vida marinha.

Numa tentativa de aproximação do tema – acidificação oceânica – à vida cotidiana do estudante, a autora citou como exemplo os corais brasileiros apresentando as fotos ilustrativas, Figuras 12 e 13. Entretanto, se o estudante não apresentar conhecimentos biológicos prévios sobre corais, a relação entre

a importância da redução do CO_2 e a manutenção da vida dos oceanos não se concretiza, pois não se possibilita ao estudante construir um conhecimento suficiente que possibilite a ele o rompimento com o senso comum.

No segundo grupamento, 22% da mostra, reuniram-se os textos que relacionam a **"Intensificação do EE pela queima de combustíveis fósseis".** As UR selecionadas, B3.15.1.B(c), F1. 10.1(c), G1.12.1.A(c) e Q1.4.2.Q(c) são as que apresentaram o CO_2 como principal responsável por este fenômeno.

A UR – B3.15.1.B(c) traz a ideia de que se presenciou nas últimas décadas do séc. XX o aumento da temperatura média do Planeta, indicando como a causa da intensificação do Efeito Estufa, a expansão da concentração do CO_2 atmosférico:

B3.15.1.B(c):

> **Nas últimas décadas, a temperatura média da Terra tem aumentado. Os cientistas acreditam que isso ocorra devido à intensificação do efeito estufa**. Há fortes evidências de que **a intensificação do efeito estufa resulta principalmente do aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera**. A produção desse gás pela respiração e pela decomposição deveria ser naturalmente compensada pelo seu consumo na fotossíntese. **No entanto, com o aumento da produção de gás carbônico – por causa da queima de combustíveis fósseis** (em motores, nas indústrias e nas usinas) e, em menor grau, pelas queimadas de florestas, a concentração desse gás vem aumentando gradativamente (B3, 2014, p. 201, grifo nosso).

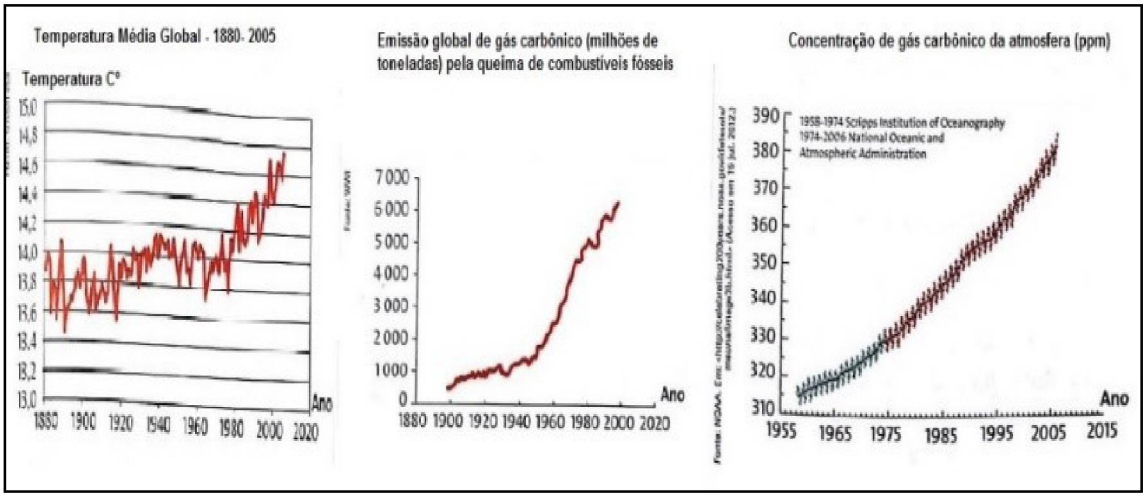
Na mesma UR – B 3.15.1.B(c), mas em outro parágrafo, o autor com o intuito de provocar uma discussão sobre a presença do CO_2 na atmosfera apresentou uma discussão que procura demonstrar a variação da concentração deste gás na atmosfera, observemos:

B3.15.1.B(c):

> **No início da Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra no final do século XVIII, a concentração de gás carbônico era de cerca de 280 partes por milhão (ppm).** Com a substituição do trabalho artesanal pelo trabalho **com o uso de máquinas, a concentração desse gás passou para 315 ppm no final da década de 1950, e em 2011 atingiu cerca de 392 ppm.** Analisando bolhas de ar aprisionadas no gelo da Antártida, a mais de 3 km de profundidade, é possível comparar a **concentração de gás carbônico** na atmosfera de hoje com a do passado. **Essas análises indicam que a concentração de gás carbônico na atmosfera é a maior dos últimos 800 mil anos. As análises indicam que nove dos dez anos mais quentes (desde 1880) ocorreram no século XXI**. Além do aumento da temperatura, também é maior a rapidez com que esse aumento ocorre: **desde 1850, a temperatura vem subindo em velocidade quatro vezes maior do que antes** (B3, 2014, p. 201, grifo nosso).

Para completar essa informação, o autor apresenta o conjunto de 3 (três) gráficos como um meio de ilustrar comparativamente: “O aumento da temperatura global”, com “O aumento da emissão do Gás Carbônico” e o “Aumento de CO_2 concentração na atmosfera”, como mostra a Figura 14, abaixo:

FIGURA 14: GRÁFICO COMPARATIVO ENTRE A EMISSÕES DE CO2 E SUA CONCENTRAÇÃO NA ATMOSFERA



FONTE: B3, 2014, p. 201.

Observe a correlação entre o aumento da temperatura média do planeta, o aumento da emissão de gás Carbônico pela queima de combustíveis fósseis e o aumento da Concentração de gás carbônico na atmosfera. (A variação anual da concentração de gás carbônico deve-se à variação sazonal do crescimento das plantas na primavera, quando a taxa de fotossíntese é maior, e no inverno, quando essa taxa é menor).

O texto exposto na UR – B3.15.1.B(c) tem o intuito de explicar o aumento do CO_2, principalmente a partir do séc. XX, e indica a Revolução Industrial como um marco para o início do aumento da concentração desse gás. No entanto, mesmo ao apresentar os gráficos, Figura 14, como meio de ilustrar o contido no enunciado do texto sobre a relação entre o aumento expressivo do EE pela emissão de CO_2 com a intensificação das atividades industriais, em virtude da falta de aprofundamento histórico dos fatos, esses tornam-se informações isoladas que não propiciam reflexão e discussão da origem e complexidade desse acontecimento.

Segundo Lopes (1997, p. 107), “ensinamos apenas os resultados, isolando-o da história de construção do conceito. Portanto, retiramo-lo do conjunto de problemas e questões que o originaram”. Nesse sentido, não adianta

citar fatos históricos, como a Revolução Industrial e relacioná-lo com o aumento da concentração de CO_2, sem que esses sejam devidamente contextualizados.

Outras informações relativas à intensificação do EE pela queima de combustíveis fósseis apareceram também na coleção de Química – Q1.4.2.Q(c), Física – F1. 10.1(c) e na coleção de Geografia G1.12.1.A(c) quando tratam de explicar a intensificação do EE por atividade humana.

As UR – Q1.4.2.Q(c), UR – F1. 10.1(c) e a UR – G1.12.1.A(c) apresentam a intensificação do EE pela ação antropogênica em consequência da emissão elevada de GEE decorrentes da queima de combustíveis fósseis provenientes das indústrias, veículos automotivos, criação de rebanhos e das queimadas em florestas e áreas agrícolas, as quais têm potencializado o EE tendo como consequência o aumento de furacões, tempestades e enchentes, como observado:

Q1.4.2.Q(c):

> A **questão é que as atividades humanas**, **como a queima de combustíveis fósseis para a obtenção de energia que movimenta as indústrias e os meios de transporte, e a criação de rebanhos bovinos e caprinos para o abate, têm liberado uma enorme quantidade de gases que potencializam o efeito estufa** para a atmosfera (no caso, gás carbônico e gás metano, respectivamente). **Com o efeito estufa potencializado, a temperatura média do planeta tende a aumentar e, com isso, o número de furacões, de tempestades, de enchentes e suas consequências devastadoras tendem a crescer** (Q1, 2014, p. 59).

F1. 10.1(c):

> **Parte do aquecimento global tem sua origem na ação humana sobre a atmosfera terrestre, pela emissão contínua e crescente de gases de efeito estufa, decorrentes da queima de combustíveis fósseis pelas fábricas e pelos automóveis**. Esses gases absorvem a energia solar, o que faz aumentar a temperatura do planeta, causando derretimento de geleiras e alterações atmosféricas severas (F1, 2013, p. 193, grifo nosso).

E a UR: G1.12.1.A(c):

> **O efeito estufa é um fenômeno natural** necessário para manter a temperatura constante na Terra. Permitindo a vida. No entanto, a **queima de combustíveis fósseis** (carvão mineral e petróleo) **por indústrias e veículos automotivos e as queimadas em florestas e áreas agrícolas são os principais responsáveis pelo aumento da quantidade de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera, o que faz intensificar a retenção do calor na superfície terrestre, elevando a temperatura global** (G1, 2015, p. 146, grifo nosso).

Ambos os excertos apresentaram que a emissão elevada de GEE decorrentes da queima de combustíveis fósseis em consequência da ação antropogênica tem provocado alterações climáticas.

Entretanto, não se observa no texto possíveis ações para a redução dessa emissão, nem abordaram sobre os acordos já estabelecidos, como o Protocolo de Kyoto e o Acordo de Paris, que preconizam em seus tratados acordos internacionais como ações alternativas à substituição dos combustíveis fósseis e à redução do seu consumo como medida de contenção das alterações climáticas.

Para exemplificar a relação entre o aumento da emissão de GEE por ação antropogênica a coleção de Física, em seu texto, UR – F1. 10.1(c), traz a seguinte ilustração:

FIGURA 15: REPRESENTAÇÃO DA QUEIMA DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS



A energia que utilizamos diariamente provém da natureza. Tanto a obtenção quanto o uso dela podem provocar sérios riscos ao ambiente (F1, 2013, p. 193).

FONTE: F1, 2013, p. 193.

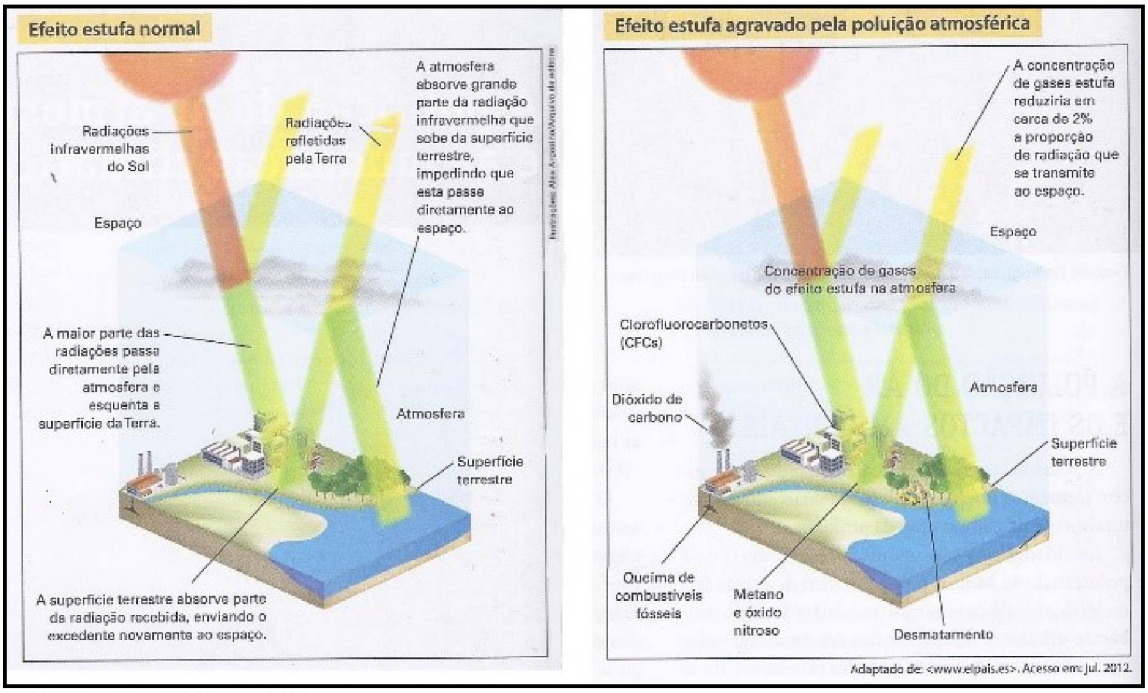
As fotos expostas na figura 15, como aporte ilustrativo utilizado para a UR – F1. 10.1(c), mostram exemplos de emissão de poluentes atmosféricos provenientes da queima de combustíveis fósseis. Todavia, considerando que o objetivo das imagens em geral é o de contribuir com a compreensão do fenômeno, certamente essas encontram-se muito distante do seu propósito. Conforme apontam Gouvêa et al. (2016, p. 142), "a leitura de uma imagem pressupõe, para seu entendimento, que o leitor conheça minimamente algumas determinações culturais referentes à localização e à época de sua criação, capazes de influenciar sua produção de leitura".

Nesse sentido, mesmo reconhecendo que as imagens dos livros didáticos atendem a um público nacional, se faz necessário que as editoras e os autores atentem para o excesso de relativismo e generalidades ao elaborarem os textos didáticos.

Do mesmo modo, a coleção de Geografia, UR - G1.12.1.A(c), representada pela figura 16, traz um esquema comparando o "efeito estufa natural" e o "efeito estufa intensificado", com o intuito de reafirmar que o EE mantém a temperatura adequada para a manutenção da vida no Planeta.

FIGURA 16: COMPARAÇÃO ENTRE O EFEITO ESTUFA NATURAL E EFEITO ESTUFA INTENSIFICADO.

A). Representa o EE Normal **B) EE agravado pela poluição atmosférica**



FONTE: G1, 2015, p. 146.

Com o 'Esquema A', o livro didático demonstrou que parte do calor é retido na atmosfera e parte é irradiado, por isso, a temperatura se torna adequada à vida.

Já no 'Esquema B', são destacadas algumas ações humana como desmatamento e queima de combustíveis fósseis, como fatores que intensificam o aumento nas concentrações de GEE na atmosfera, retendo 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 EE foi intensificado.

Mas, para essa percepção é necessário realizar a leitura da descrição dos itens das imagens, pois os Esquemas A e B apresentaram pouquíssimas diferenças entre seus componentes, o que dificulta sua leitura e interpretação e, consequentemente, a compreensão do fenômeno.

No terceiro grupamento, 28% da mostra, reuniram-se os textos que apresentam o **"Consenso Científico e Controvérsias sobre o aumento de Gás Carbônico e as Mudanças Climáticas".** Como apresentado anteriormente, a temática das mudanças climáticas é considerada complexa e controversa por causar no meio científico dissensos sobre a legitimidade do CO_2 contribuir efetivamente na intensificação do EE. Esse movimento permitiu a organização de correntes científicas lideradas pelos 'céticos' e 'aquecimentistas', cujo pensamento precisa ser apresentado nos livros didáticos, na medida em que, deve-se apontar a provisoriedade dos fatos científicos.

As UR selecionadas, B3.10.15.2(c), Q1.1.SM(c). Q1.UN.1(c), Q1.4.2.CR(c), Q1.FUN.1.CM(c) e Q1.7.SM(c) são as que trouxeram para o texto do livro didático os consensos e controvérsias científicas sobre a temática das mudanças climáticas.

A autora da coleção de Biologia fundamentou-se nas pesquisas endossadas pelas Academias de Ciências de vários países, bem como pelos relatórios emitidos por organizações mundiais, principalmente o IPCC – AR4 (2007), a fim de trazer para a discussão a ideia de que as emissões dos GEE, por ação antropogênica, têm causado o aumento da temperatura média do Planeta, como demonstrado na UR – B3.10.15.2(c) a seguir:

> A **grande maioria dos estudiosos do clima, chamados climatologistas, afirmam que há evidências suficientes para afirmar que, muito provavelmente, a temperatura média do planeta está aumentando e que esse aumento é antropogênico, isto é, derivados de atividades humanas (anthropos = ser humano; genos = origem**). Uma pesquisa feita em 2010 com 1 372 cientistas que realizam pesquisas sobre mudanças climáticas mostrou que 97% a 98% deles estão de acordo com a tese de que o aquecimento global é antropogênico. **Uma pesquisa realizada em 2012 indicou que apenas 24 entre 13 950 artigos publicados em revistas científicas (0,17% ou 1 em 581) ou rejeitam o aquecimento ou acham que outras causas, além do gás carbônico**, estão presentes. **A conclusão de um aquecimento antropogênico não é defendida apenas pelo IPCC, mas endossada pelas Academias de Ciências**

> **de vários países** (Brasil, Canadá, França, Alemanha, Índia, Itália, Japão, Rússia, Estados Unidos, Inglaterra, entre outras) **e por várias organizações que estudam o clima** (NASA's Goddard Institute of Space Studies, Potsdam Institute for Climate Impact Research, National, Oceanic and Atmospheric Administration, Environmental Protection Agency, entre outras (B3, 2014, p. 375 e 376, grifo nosso).

Haja vista as fortes evidências de que a ação humana tem grande responsabilidade sobre as mudanças climáticas devido ao aumento do CO_2, é também defendida na coleção de Química na UR – Q1.1.SM(c) quando traz em seu texto que:

> Um grupo de mais de 1500 cientistas, membros do (IPCC), órgão vinculado à ONU, **considera haver "fortes evidências" de que a ação humana tem grande responsabilidade sobre as mudanças no clima. Desde que os ingleses ergueram a primeira chaminé da Revolução Industrial, no século XVIII, o nível de dióxido de carbono na atmosfera aumentou em 30%. O de metano, 150%.** (Q1, 2014, p. 18, grifo nosso).

Ao mesmo tempo em que a UR e Q1.UN.1(c) relatam que existem controvérsias científicas sobre os dados dos relatórios científicos, considerando que as alterações climáticas pertencentes aos ciclos de alterações naturais do Planeta:

> **Mas há os que discordam e dizem que todos esses fenômenos fazem parte de um ciclo natural do planeta, que se repete há milhões de anos**, e está mais **relacionado às explosões solares** do que à nossa capacidade de modificar o ecossistema (Q1, 2014, p.16, grifo nosso).

Nessa mesma coleção, a autora apresenta nas UR – Q1.4.2.CR(c) e Q1.7.SM(c) o trabalho de Molion (2009), por ser o cientista brasileiro que representa o grupo dos céticos e por ser este que fala em nome dos países da América do Sul na Comissão de Climatologia da Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Relembra-se, nesse momento, que os céticos não acreditam na veracidade dos fatos científicos dos relatórios do IPCC – AR4 (2007) e demais entidades científicas, contrapondo-se ao fato de que 98% dos cientistas estão de acordo com a tese de que o aquecimento global é antropogênico. Observa-se essa abordagem nos trechos a seguir:

Q1.4.2.CR(c):

> Representante dos países da América do Sul na **Organização de Meteorologia Mundial –OMM, Luiz Carlos Molion** assegura que **o homem e suas emissões na atmosfera são incapazes de causar**

> **um aquecimento global.** Ele também diz que há manipulação dos dados da temperatura terrestre e garante: a Terra vai esfriar nos próximos 22 anos. Essas variações não são cíclicas, mas são repetitivas. O certo e que quem **comanda o clima global não é o gás carbônico. Pelo contrário**! Ele é uma resposta. Isso já foi mostrado por vários experimentos. **Se não é o gás carbônico o que controla o clima? O Sol, que é a fonte principal de energia para todo o sistema climático. E há um período de noventa anos, aproximadamente, em que ele passa de atividade máxima para mínima**. Registros de atividades solar, da época de Galileu, mostram que, por exemplo, o Sol esteve em baixa atividade em 1820, no final do século XIX e no início do séc. XX. Agora o sol deve repetir esse pico, passando os próximos 22, 24 anos em baixa atividade. (Q1, 2014, p. 60, grifo nosso).

Q1.7.SM(c):

> O **Aquecimento Global Antropogênico - AGA é uma hipótese sem base científica sólida** [..], afirma Luiz Carlos Molion. Seu pilar **básico é uma intensificação do efeito estufa pelas ações humanas emissoras de dióxido de carbono e metano, por meio da queima de combustíveis fósseis e de florestas tropicais, das atividades agrícolas e da pecuária ruminante. As temperaturas já estiveram mais altas com concentrações de gás carbônico inferiores as atuais. Por exemplo, entre 1925 e 1946, o Ártico, em particular, registrou aumento e 4ºC com concentração de gás carbônico inferior a 300ppmv (partes por milhão em volume).** Hoje, a concentração é de 390ppmv. Ou seja, **é obvio que o gás carbônico não controla o clima global.** Reduzir as emissões, a um custo enorme para a sociedade, não terá impacto no clima. **Como mais de 80% da matriz energética global depende de combustíveis fósseis, reduzir emissões significa reduzir geração de energia e condenar países subdesenvolvidos à pobreza eterna, aumentando as desigualdades sociais no planeta.** Essa foi, em essência a mensagem central da carta aberta entregue a presidenta Dilma Rousseff antes da Rio+20 - assinada por 18 cientistas brasileiros, eu inclusive (Q1, 2014, p. 97, grifo nosso).

Analisando as UR – Q1.4.2.CR(c) e Q1.7.SM(c), Molion (2009) afirma-se que não há bases científicas sólidas para o aquecimento global antropogênico e destaca-se como causa natural desse fenômeno os ciclos solares, alegando que não existe aquecimento, o que existe é uma estratégia política para alteração da matriz energética dos países em desenvolvimento.

Entretanto, salienta-se que esse argumento não condiz com estratégias de sustentabilidade e produção energética. Segundo Valois-Coelho e Cartaxo (2004, p. 03), "a ideia de sustentabilidade envolve atividades econômicas [...]. Nesse caso, tanto a produção quanto o consumo energético precisam ser planejados para que o crescimento intenso não venha provocar impactos ambientais futuros".

Entende-se, portanto, que autora do livro didático toma como referência os trabalhos do IPCC – AR4 (2007) e as argumentações de Molion (2009) para propiciar aos estudantes um debate sobre se o aquecimento global é ou não provocado pelas ações antropogênicas, principalmente pela queima de combustíveis fósseis.

Nesse sentido, autores como Reis; Silva e Figueiredo (2015) recomendam que ao se apresentar abordagens controversas sobre o fenômeno das mudanças climáticas, não se deve criar responsáveis tais mudanças, ou discutir a veracidade das previsões científicas, ou simplesmente mostrar que há grupos 'contra ou a favor', o verdadeiro propósito está em reconhecer a complexidade que envolve a temática, possibilitando um olhar para além do científico, mas também para o seu lado político e ideológico.

A UR – Q1. FUN.1.CM(c) traz um resumo das discussões apresentadas pela autora na coleção de Química, com o intuito de evidenciar que as questões que envolvem as mudanças climáticas são controversas apresentando as posições discordantes sobre a existência de um aquecimento global antropogênico, observemos:

> O tema central desta Unidade I foi mudanças climáticas. Vimos que **as atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis** para movimentar veículos, máquinas industriais e usinas termelétricas, assim como a **criação de grandes rebanhos** bovinos e caprinos para a exploração comercial e o abate, **estão liberando uma quantidade imensa de gases na atmosfera, entre eles o gás carbônico, o metano e o monóxido de dinitriogênio, que possuem a propriedade de reter na atmosfera terrestre parte do calor emitido pelo Sol, atuando como o vidro de uma estufa**, daí serem chamados de gases de efeito estufa (o certo seria dizer: "gases responsáveis pelo efeito estufa"). **De acordo com a teoria, do Prof. Molion, as emissões de gases decorrentes das atividades humanas não têm impacto sobre o clima da Terra, e os países desenvolvidos têm interesses políticos em propagar a ideia de que as atividades humanas estão causando as mudanças climáticas para desacelerar o desenvolvimento dos países de terceiro mundo**. Se você pesquisar mais a respeito verá que essas afirmações tem o respaldo de muitos outros cientistas do mundo inteiro. A esse respeito estudamos a teoria dos **cientistas do IPCC de que as atividades humanas estão liberando para a atmosfera uma grande quantidade de gases de efeito estufa, e esse fenômeno seria responsável por uma série de alterações no clima da Terra**. Com o aumento da temperatura média do planeta, o derretimento das calotas polares, o aumento do nível dos oceanos, do número de furacões, tufões e ciclones, o surgimento de áreas de deserto e de ondas de calor ou de frio intensos fora de época (Q1, 2014, p. 79, grifo nosso).

Esse excerto é um bom indicativo de que temas emergentes e contemporâneos estão ganhando relevância nos livros didáticos, mesmo com

abordagens restritas nas seções “saiba mais”, ou “saiu na mídia”, observa-se que a temática das mudanças climáticas vem ganhando espaço neste material de ensino.

Nesse contexto, a partir da análise dos excertos, constatou-se que a maioria dos livros didáticos analisados evidenciam o aumento das emissões dos GEE como consequência da atividade antropogênica, principalmente pela queima dos combustíveis fósseis ocasionando alterações na constituição da atmosfera terrestre e interferindo substancialmente no Sistema Climático Terrestre.

No entanto, notou-se que os livros analisados apresentam um olhar disciplinado e compartimentado sobre a temática das mudanças climáticas. Há ausência de uma discussão mais profunda e interconectada dos fatos, incluindo a apresentação de argumentos que possam conduzir os estudantes a refletirem sobre a natureza das ações antropogênicas. Conforme defende Serantes-Pazos (2015, p. 257), “essa abordagem simplifica e prejudica a importância do problema e esconde a necessidade urgente de reduzir as emissões de CO_2 na atmosfera para reduzir o impacto das mudanças climáticas”.

Frente ao exposto, destaca-se que essa análise é reconhecida como apenas um fragmento dos muitos problemas socioambientais relacionados às causas das mudanças climáticas. Nesse sentido, para dar continuidade à análise proposta, na próxima seção apresentam-se os enunciados que os livros didáticos veiculam a respeito das consequências sobre as mudanças climáticas.

c) Consequências da Mudanças Climáticas

Nesta seção, procurou-se apresentar as considerações sobre a categoria **“Consequências das Mudanças Climáticas”,** destacando as unidades de registro e contexto, e em quais volumes das coleções analisadas esses enunciados estão presentes.

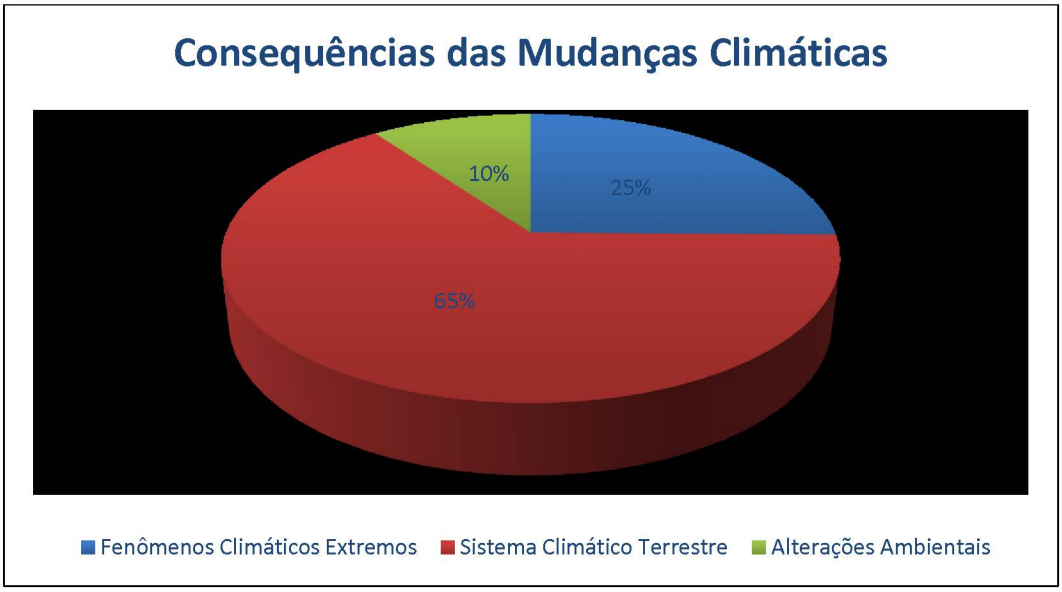
Evidenciou-se também se os autores abordam as consequências sob a perspectiva de alterações no Sistema Climático Terrestre, como desastres naturais, aumento da temperatura média do Planeta e as relacionadas às Alterações Ambientais, como perda da biodiversidade e extinção de espécies.

Dos 12 livros selecionados para a investigação, as coleções B3, G1, G3, Q1 e Q2 são as que trazem para a discussão as consequências das mudanças

climáticas, destacando que não se encontrou na coleção de Física conteúdos que abordaram essa questão. Desses 5 (cinco) livros analisados, organizaram-se as UR e UC em 3 grupamentos relativos às consequências das mudanças climáticas, os quais são apresentados a seguir:

- Primeiro Grupamento: 25% dos textos da mostra abordam o aumento da ocorrência de **"Fenômenos Climáticos Extremos"** como consequência das mudanças climáticas.
- Segundo Grupamento: 65% dos textos da mostra, relacionam as alterações no **"Sistema Climático Terrestre"** aos processos de aumento de temperatura, elevação da concentração de CO_2 e os efeitos dessas mudanças nos ecossistemas.
- Terceiro Grupamento: 10% dos textos da mostra abordam o aumento da ocorrência de **"Alterações Ambientais"** relacionadas aos processos de enchentes, extinção de espécies, aumento de vetores de doenças e perda da biodiversidade.

GRÁFICO 07: CONSEQUÊNCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO PLANETA - PERCENTUAL DOS TEXTOS ANALISADOS



FONTE: A Autora (2018).

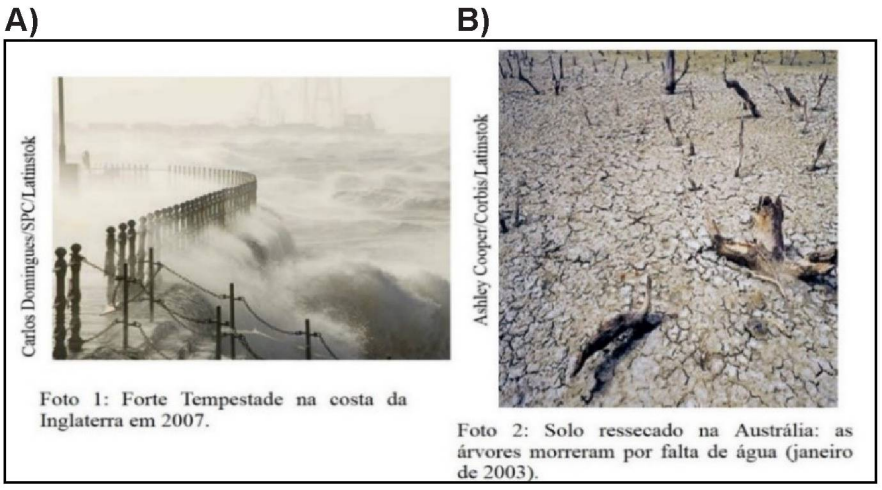
No primeiro grupamento, reuniram-se os textos dos livros didáticos que abordam o aumento da ocorrência de **"Fenômenos Climáticos Extremos"** relacionados às mudanças climáticas como: enchentes, furacões, tempestades, tufões e secas. As UR selecionadas: B3.15.1C(cs), G1.12.2(cs), G1.12.2A(cs), G1.12.2B(cs) e Q1.2.SM são as que trouxeram essas questões para o texto do livro didático.

O autor da coleção B3, na UR – B3.15.1C(cs) refere-se ao aumento dos fenômenos climáticos extremos como consequência da relação entre a elevação da temperatura decorrente da emissão dos GEE antropogênicas e as mudanças no Efeito Estufa natural. Mostra que, se confirmadas as hipóteses atualmente aceitas, com o aumento da temperatura do Planeta poderá haver entre outros fatores, a redução da produção agrícola, e consequentemente, muitas pessoas sejam atingidas pela fome e desnutrição:

> **O aquecimento global se deve ao aumento das emissões de gás carbônico provocadas pelo ser humano. Um aumento de mais de 2 °C já seria suficiente para provocar mudanças climáticas importantes, como um aumento de fenômenos climáticos extremos: ondas de forte calor, secas e inundações mais frequentes, ciclones tropicais e furacões mais intensos, aumento de chuvas torrenciais nas latitudes mais extremas e menos chuvas nas áreas subtropicais. Houve aumento expressivo de extremos climáticos na última década e que há uma conexão entre esse aumento e o aquecimento global**. O aquecimento do planeta também poderá interferir nos caminhos das correntes de ar e de água e alterar o regime de chuvas, afetando mais profundamente o clima de várias regiões. **Todas essas mudanças climáticas poderão prejudicar a agricultura. A seca, a falta de água e os problemas na agricultura poderão fazer com que 600 milhões de pessoas sejam atingidas pela fome e pela desnutrição até o fim deste século**. (B3, 2014, p. 202, grifo nosso).

Como meio de sensibilização e, ao mesmo tempo, para mostrar que os fenômenos climáticos estão acontecendo, o livro didático apresenta por meio de fotos duas situações extremas: foto A) uma tempestade na costa da Inglaterra no ano de 2007 e foto B) uma situação de seca extrema na Austrália em janeiro de 2003, como se observa na Figura 17 a seguir:

FIGURA 17: FENÔMENOS CLIMÁTICOS EXTREMOS EM PONTOS OPOSTOS DO PLANETA



FONTE: B3, 2014, p. 202.

Sabe-se que toda imagem tem o propósito de facilitar o entendimento do texto. Segundo Gouvêa et al. (2016, p XX), "uma das funções da imagem é ser fonte de conhecimento em práticas educativas contribuindo para o aprendizado [...] possuindo o objetivo de difundir conhecimento", exigindo do leitor certos conhecimentos para que essas imagens façam sentido, deixando de ser apenas uma identificação visual dos seus componentes.

No caso estudado, as duas fotos contidas na figura 17 apresentam situações de fenômenos climáticos extremos na tentativa de ilustrar as consequências que a população da região sofrerá, caso venha acometê-las.

No entanto, as situações são externas ao contexto brasileiro e considerando que "a imagem é a representação de uma coisa, sua materialização" (GOUVÊA; OLIVEIRA, 2010, p. 71). As imagens apresentadas não atendem seu objetivo, pois transmite a ideia aos estudantes de que são fatos isolados e distantes, e que não se deve preocupar com suas ocorrências. Tal situação, em certa medida, prejudica a interpretação e construção do conhecimento escolar sobre a temática das mudanças climáticas.

A UR – G1.12.2(cs) também apresenta fenômenos climáticos extremos relacionados às mudanças climáticas. Evidencia-se que esses acontecimentos ocorrem de forma diferente e em diversos lugares do Planeta, ou seja, enquanto há lugares que enfrentam chuvas fortes e enchentes, outros enfrentam estiagens e ondas de calor, destacando os prejuízos gerados à população, como observado no excerto:

> Desde a formação da Terra, a atmosfera do planeta tem sofrido mudanças. Menos radicais do que em tempos remotos**, temos hoje alguns fenômenos que são responsáveis por alterações no comportamento das chuvas, dos ventos e da temperatura do ar em várias regiões. Há alguns anos, certos lugares sofrem enchentes devastadoras, enquanto outros enfrentam fortes estiagens, ondas de calor abrasadoras fazem contraste com temperaturas muito baixas e tempestades de neve violentas** (G1, 2015, p. 151, grifo nosso).

Já a UR – Q1.2.SM(cs) retrata a ocorrência de chuvas extremas e suas consequências para a população de Petrópolis – Rio de Janeiro, inclusive o registro de mortos e desabrigados.

Q1.2.SM(cs):

> A defesa Civil de Petrópolis, registrou na região serrana fluminense uma **precipitação de 40mm, que provocou avarias em alguns imóveis, como quebra de telhas. A cidade registrou 71 mortes em**

> **razão das chuvas de janeiro. O forte temporal que atingiu a região serrana do estado do Rio de Janeiro no dia 11 de janeiro deixou centenas de mortos e milhares de desabrigados e desalojados**. O número de mortos passa de 800 e também há mais de 400 desaparecidos. Quase 30 mil estão fora de suas casas (Q1, 2014, p. 31, grifo nosso).

Também, acompanhando esse texto, há a foto que representa a situação de risco vivenciada por essa população frente ao desmoronamento e aos danos causados pela enxurrada. Diferente da UR – B3.15.1C(cs), exibe uma imagem que retrata a realidade brasileira trazendo a figura de pessoas como vítimas do desastre.

FIGURA 18: CHUVA EM PETRÓPOLIS, RJ, 2011.



Danos causados pelas fortes chuvas. Petrópolis, RJ, 2011.

Danos causados pelas fortes chuvas principalmente para as pessoas que moram nos morros sofreram com o deslizamento de terra. Petrópolis, RJ, 2011 (Q1, 2014, p. 31).

FONTE: (Q1, 2014, p. 31).

Destaca-se que as UR: B3.15.1C(cs), G1.12.2(cs) reforçam em seus enunciados as consequências e prejuízos que os fenômenos climáticos extremos podem causar aos grupos sociais de baixa renda, cuja atividade econômica, poderá vir a ser severamente afetada, além da possível proliferação de doenças pelo aumento de seus vetores, conforme exposto nos excertos a seguir:

G1.12.2(cs):

> **Todos esses eventos** naturais causam prejuízos à população das áreas atingidas, **arrasando plantações, danificando casas e estradas, matando animais e, muitas vezes, um grande número de pessoas** (G1, 2015, p.151, grifo nosso).

B3.15.1C(cs):

> Outro fator negativo **seria a proliferação de insetos** (que se reproduzem melhor em climas mais quentes) que atacam plantações

> ou que transmitem microrganismos patogênicos. **A região tropical, onde estão muitos países em desenvolvimento** e onde a população tem menos condições de enfrentar os problemas causados pelas mudanças climáticas, **será mais afetada** (B3, 2014, p. 202, grifo nosso).

Entretanto, mesmo diante desses fenômenos climáticos extremos, os excertos selecionados não relacionam as consequências sofridas pela poluição com as possíveis causas provenientes de uma organização social resultante da desigualdade social e econômica do país. Nesse caso, Serantes-Pazos (2015) enfatiza que a falta de proximidade à realidade do estudante não apresentando efetivamente fatos que façam referência sobre como essas atividades que afetam o seu cotidiano perdem a capacidade de atingi-los e sensibilizá-los para a gravidade do problema.

Destaca-se também as UR – G1.12.2(cs), G1.12.2.A(cs), G1.12.2.B(cs) que identificam o *El Niño* e a *La Niña* como fenômenos climáticos importantes por alterarem os padrões de vento a nível mundial, e consequentemente, os regimes de chuva (seca) em regiões tropicais e de latitude mediana devido ao aquecimento anômalo das águas superficiais do Oceano Pacífico.

A UC da UR – G1.12.2(cs) evidencia esta situação:

> Entre as causas dessas mudanças climáticas, destacam-se dois fenômenos: **El Niño e a La Niña, que têm em comum o fato de se originarem no Oceano Pacífico e trazerem consequências para o clima de todo o mundo, embora de formas diferentes** (G1, 2015, p. 151, grifo nosso).

Essa afirmação complementa-se pelo enunciado presente na UR – G1.12.2.A(cs), que traz uma explicação comparativa entre a situação do Oceano Pacífico Ocidental, em sua normalidade – sem o *El Niño*:

> Os ventos alísios sopram sobre o Pacífico Ocidental, empurrando as águas mais quentes da superfície em direção à Austrália. Desse modo, na costa do Peru as águas frias da corrente de Humbolivro didáticot vêm à superfície (G1, 2015, p. 152- 153).

E sob o feito, sem os ventos fortes, ocorre o aquecimento das águas do Oceano Pacífico e em consequência o fenômeno *El Niño*:

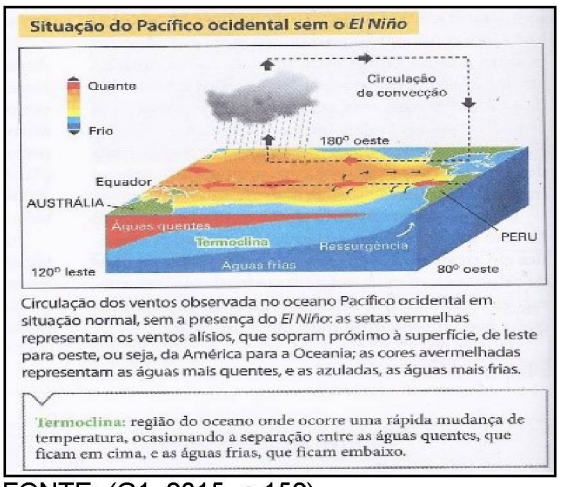
> **Sem os ventos fortes, todo o oceano Pacífico equatorial começa a aquecer. Com a evaporação, forma-se nuvens que dão origem a intensas chuvas no Pacífico equatorial ocidental. Essa mudança no local de formação das nuvens acarreta modificações no padrão de circulação do ar e da umidade atmosférica, alterando o clima no mundo. O fenômeno dura em média, de 12 a 18 meses. Em decorrência do fenômeno El Niño, a temperatura da superfície do**

> **mar chega a ficar 4,5 ºC acima da média.** Suas maiores ocorrências foram em 1982-1983 e em 1997-1998. Durante sua ocorrência, **o fenômeno do El Niño provoca alterações climáticas que mudam radicalmente o comportamento esperado das chuvas e das tempestades em todo o mundo. O aumento de temperatura das águas oceânicas faz aumentar a evaporação, ocasionando a formação de nuvens e alterando o sistema global de circulação de ar** (G1, 2015, p. 152- 153, grifo nosso).

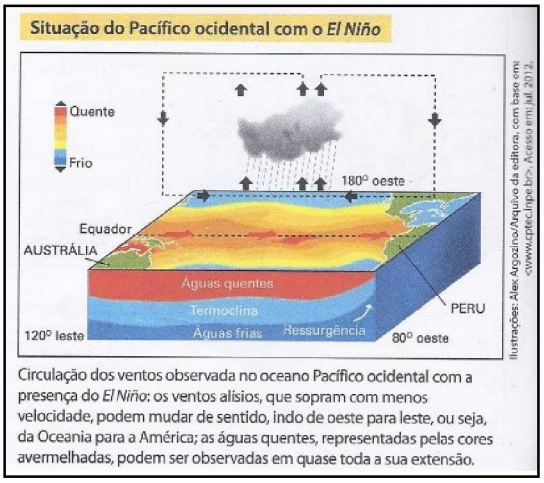
Na coleção de Geografia, a UR – G1.12.2.A(cs) é acompanhada por um esquema comparativo entre a situação do Oceano Pacífico "sem o *El Niño* (A)" e "com o *El Niño* (B)", com o intuito de mostrar a interferência no aumento da temperatura no Oceano Pacífico e suas consequências, conforme mostra a figura 19 a seguir:

FIGURA 19: SITUAÇÃO DO OCEANO PACÍFICO OCIDENTAL SEM O EL NIÑO (A) E COM O EL NIÑO (B)

A)



B)



FONTE: (G1, 2015, p.152).

O 'Esquema A' enfatiza como é o comportamento da temperatura da água do Oceano Pacífico na presença dos ventos fortes (alísios), que seguem em direção à Austrália empurrando as águas mais quentes, de leste para oeste.

Já no 'Esquema B', destaca a redução dos ventos fortes (alísios) e todo o Oceano Pacífico começa a aquecer formando nuvens que dão origem a chuvas intensas, que consequentemente provoca *"modificações no padrão de circulação do ar e da umidade atmosférica, [...] e alterações climáticas que mudam radicalmente o comportamento esperado das chuvas e das tempestades em todo o mundo"* (G1, 2015, p. 152). Ou seja, ocorrem chuvas mais do que o

esperado para um determinado período em alguns lugares e estiagem prolongadas em outros, abrangendo diferentes regiões do Planeta:

> Suas maiores ocorrências foram em 1982-1983 e em 1997-1998. Durante sua ocorrência, **o fenômeno do El Niño provoca alterações climáticas que mudam radicalmente o comportamento esperado das chuvas e das tempestades em todo o mundo. A influência do El Niño não restringe ao Brasil, Peru, Chile, Estados Unidos, Austrália, Sul e Sudeste da Ásia** (Índia Filipinas, Tailândia e Indonésia).**Também são atingidos por este fenômeno, sofrendo excesso de chuvas ou secas rigorosas** (G1, 2015, p. 153, grifo nosso).

Como exemplo de influência mundial do *El Niño*, os autores apresentam a Figura 20, que mostra as consequências do atraso da chegada da estação das chuvas, na Indonésia, provocando uma situação de estiagem extrema:

FIGURA 20: EFEITO DO FENÔMENO EL NIÑO NA INDONÉSIA



Indonésia, setembro de 2012. Atraso na estação das chuvas – por influência do *El Niño* – provoca graves prejuízos na agricultura. Na imagem, homem tenta extrair água de um lago que secou (G1, 2015, p. 153).

FONTE: (G1, 2015, p. 153).

A Influência do *El Niño* também atinge ao Brasil. Os autores da coleção de Geografia expõem que diante do aquecimento das águas do Pacífico, este fenômeno causa enchentes na região sul do Brasil e secas no Nordeste, além de outros acontecimentos graves, como exposto na UR – G1.12.2.A(cs) a seguir:

> **Por exemplo, uma massa de ar quente causada pelo El Niño, na altura do sudeste do Brasil, vai impedir a passagem de uma frente fria** que se concentra no sul do país antes de desviar-se para o mar, **com isso, ocorrem fortes chuvas causadoras de enchentes no sul e seca prolongada no Nordeste, pois as chuvas que deveriam cair na costa leste do Brasil ficam restritas à região Sul. As regiões Norte e Centro-Oeste e Sudeste** do país sentem menos os efeitos do El Niño. **Em São Paulo, por causa dessa barreira, as frentes frias deixam de atuar, causando o aumento da temperatura. Por isso,**

> **faz muito calor no verão com o El Ninõ. El Niño, ao alterar o regime de ventos e chuvas, também traz implicações sociais para as regiões atingidas. Em consequência das secas e enchentes causadas pelas mudanças climáticas, pode ocorrer aumento do preço de produtos agrícolas que tiveram sua safra comprometida, além de desemprego e êxodo rural** (G1, 2015, p. 152-153 grifo nosso).

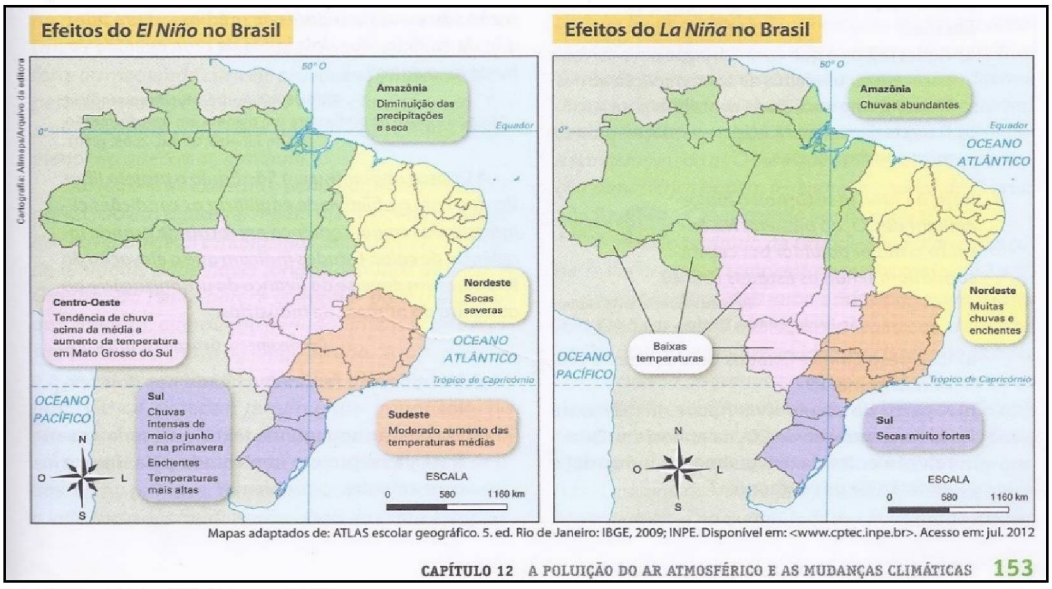
A presença do La *Niña*, que representa o resfriamento do Pacífico, essa também provoca fenômenos semelhantes ao *El Niño*, mas inverso, ou seja, nas regiões onde havia estiagem, como no Nordeste brasileiro, com o *La Niña* ocorrem chuvas mais frequentes do que o normal e na Região Sul secas e temperaturas baixas com a probabilidade de nevascas, ao invés de enchentes, como exposto na UR – G1.12.2.B(cs) a seguir:

> **La Niña faz cair a temperatura no Brasil, pois não há barreira de ar quente que bloqueie a passagem das massas de ar frio vindas da Antártida. O inverno se torna mais frio e seco no Acre, em Rondônia, no Centro-Oeste e no Sudeste. No Sul, ocorrem secas de modo geral; em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, há queda de neve. No Nordeste, as chuvas são mais frequentes do que o normal.** Sob a Influência do **La Niña, na América do Norte tem ocorrido mais chuvas, tempestades de neve e invernos muito mais rigorosos no Canadá**. No Golfo do México, há maior incidência de furacões. Ásia e Austrália costumam passar por períodos de secas rigorosas; Chile e Peru, por inundações (G1, 2015, p. 153, grifo nosso).

Para ilustrar esses dois fenômenos, os autores apresentam o Mapa do Brasil – Figura 21, que compara o "*El Niño* (A)" com o "*La Niña* (B)", e a interferência desses fenômenos nas diferentes regiões brasileiras:

FIGURA 21: ESQUEMA DOS EFEITOS DO EL NIÑO (A) E DA LA NIÑA (B) NO BRASIL

A) **B)**



FONTE: (G1, 2015, p. 153).

Em vista disso, conforme apresentado no texto da coleção de Geografia – G1, as consequências do *El Niño* e do *La Niña* são muitas e comprometem a vida da população, pois interferem diretamente na atividade econômica (agricultura, pecuária) e social (desemprego, êxodo rural), não somente aqui do Brasil, mas no mundo todo.

Nessa coleção, observou-se que os autores expõem informações de que se confirmadas as hipóteses aceitas sobre as questões que envolvem as mudanças climáticas, os fenômenos dela decorrentes provocarão inúmeras alterações climáticas graves.

Contudo, salienta-se ainda que, apesar da tentativa de abordar a gravidade das mudanças climáticas, mais uma vez não se estabelece no texto a relação da presença desse fenômeno climático com as atividades que os desencadeia, como: a intensificação do GEE e ao aumento de CO2. Somente é apresentada a relação entre o aumento da temperatura da água do Oceano Pacífico com as alterações no regime de ventos e suas consequências.

No segundo grupamento da mostra, reuniram-se os textos que abordam as consequências das alterações no **"Sistema Climático Terrestre"** relacionados aos processos de aumento de temperatura, elevação da concentração de CO_2 e os efeitos dessas mudanças nos ecossistemas, dentre os quais destacam-se as alterações oceânicas, por serem muito abordadas nas coleções.

Neste grupamento, as UR que apresentam essa discussão foram: B3.10.15.1(cs); G1.12.1.A(cs), G1.7.1.1.TC(cs), G3.19.2.OV(cs), G3.7.4.2.TC(cs), Q2.9.SM(cs), as quais expõem a relação entre o aumento de emissão de CO_2 proveniente de diferentes fontes energéticas (petróleo, carvão) e a intensificação do EE.

Além dessas, identificaram-se as UR que tratam especificamente das consequências das mudanças climáticas sobre os oceanos, B3.15.1.C(cs), G1.11.2.PR(cs), G1.12.1.CP(cs), Q1.1.SM(cs), Q1.1.3Q(cs), Q2.15.SM e Q2.15.4.Q(cs).

A seguir, apresentam-se as UR retiradas dos livros didáticos que exemplificam este grupamento.

B3.10.15.1(cs):

> Portanto, temos mais um argumento para a implementação de tecnologias que contribuam para diminuir a **emissão de gás carbônico.** É importante o aluno entender que **para se avaliar melhor se está havendo ou não um aquecimento global, as variações de temperaturas devem ser observadas por um longo período de tempo, uma vez que vários fenômenos climáticos provocam há bastante tempo oscilações de temperatura**. Por exemplo: o ano de 1998 foi excepcionalmente quente devido ao fenômeno El Niño (aquecimento anômalo das águas superficiais do oceano Pacífico, que influencia o clima de todo o planeta), enquanto o ano de 2008 foi mais frio. **Então, se analisarmos apenas o início e o fim desse período, poderíamos concluir que a Terra está esfriando. Mas, se observarmos ao longo de um período bem maior, a conclusão é o oposto a essa ideia.** Para essas e outras previsões, os cientistas se valem, além das medidas recolhidas, de modelos matemáticos e simulações em computador. **Como qualquer modelo, essas previsões têm uma margem de erro. Nem todos os cientistas aceitam a tese do aquecimento global antropogênico** (B3, 2014, p. 375, grifo nosso).

A UR analisada traz a informação de que para se perceber as alterações climáticas, não basta olhar pontualmente para o problema, mas sim observar um período de acontecimentos. Toma-se como exemplo a interferência no aquecimento das águas do Oceano Pacífico, o fenômeno do *El Niño* e chama a atenção que, para se perceber as alterações climáticas, não basta olhar pontualmente para o problema, mas sim observar um período de acontecimentos.

Nesse caso, os autores apresentaram as mudanças climáticas como um tema controverso, sem verdades absolutas, como destacado na UC: *"Como qualquer modelo, essas previsões têm uma margem de erro. Nem todos os cientistas aceitam a tese do aquecimento global antropogênico" (B3, 2014, p.375).*

Entende-se que abordar as mudanças climáticas como um tema de controvérsia científica torna-se importante para que os estudantes compreendam as discussões que a temática promove no meio científico, constatando que somente pela apropriação de conhecimento científico idôneos é que eles conseguirão formar seu próprio conceito sobre esse fenômeno.

Dessa forma, a abordagem propicia o entendimento ao estudante de que, devido à complexidade do fenômeno, existe uma dificuldade de se chegar a um consenso. No entanto, convém lembrar que para os autores Junges e Massoni (2018) as últimas duas décadas do séc. XX foram decisivas para a consolidação

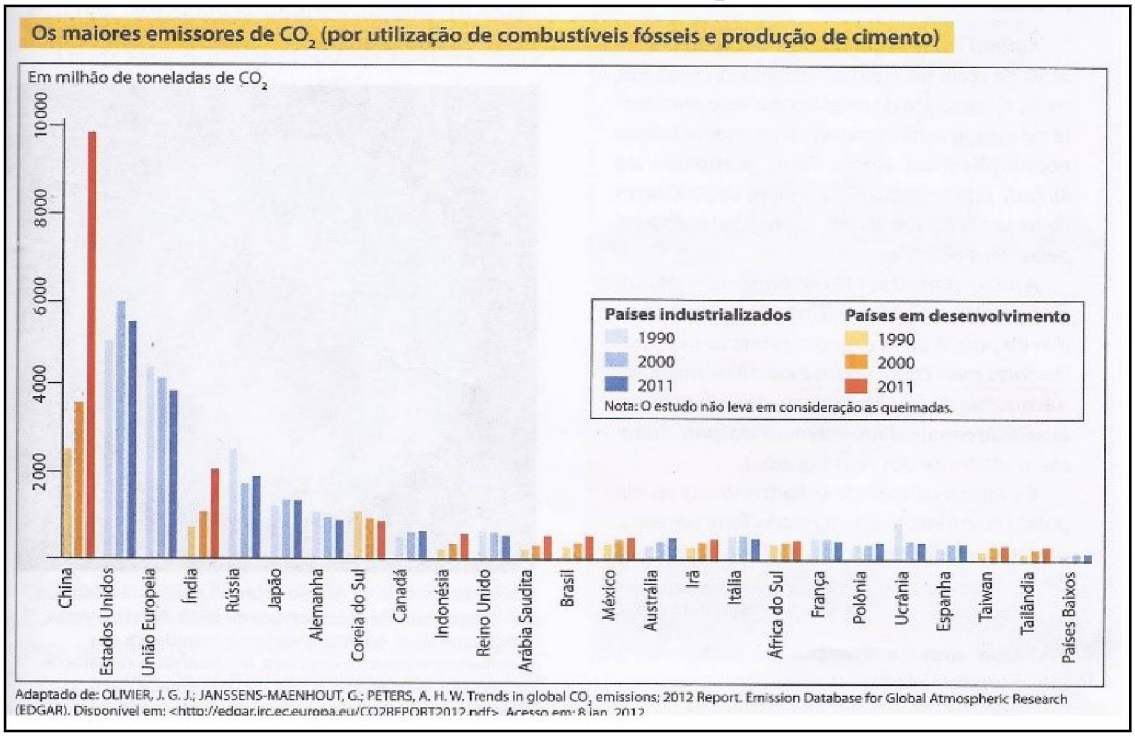
de um amplo consenso científico legítimo acerca do aquecimento global antropogênico.

A UR – G1.12.1.A(cs) relaciona a intensificação do EE com a crescente emissão de poluentes, principalmente o CO_2, como consequência da produção de carvão e do acelerado crescimento econômico:

> **É a intensificação desse efeito estufa que preocupa**. **Seis gases são considerados os principais responsáveis pelo agravamento do efeito estufa: Dióxido de Carbono (CO_2), o principal deles:** Hidrocarboneto perfluoclorados (PFCs); Hidrofluocarboretos (HFCs); Metano (CH_4); Óxido Nitroso (N_2O) e Hexafluoreto de Enxofre (SF_6). **Os maiores emissores de (CO_2) são, historicamente, os países desenvolvidos**. Cresce, contudo, a emissão de poluentes em países emergentes está aumentando. **Em razão do acelerado crescimento econômico da China passou** a consumir maior quantidade **de fontes de energia, principalmente carvão**, do qual é o maior produtor e maior importador mundial. **Como consequência, suas emissões de (CO_2) aumentaram e ultrapassaram as dos Estados Unidos. Em termos percentuais, em 2011, a China contribuiu com 29% do total mundial das emissões de (CO_2), seguida por, Estados Unidos (16%), União europeia (11%), Índia (6%), Rússia (5%) e Japão (4%)** (G1, 2015, p. 147 Grifo nosso).

Apresenta-se no excerto as variáveis envolvidas na intensificação do EE citando além do CO_2 como o principal gás do seu agravamento os demais GEE, como: Hidrocarboneto Perfluoclorados (PFCs); Hidrofluocarboretos (HFCs); Metano (CH_4); Óxido Nitroso (N_2O) e Hexafluoreto de Enxofre (SF_6). Salienta-se que a intensificação desses gases é decorrente do aumento da queima de combustível fóssil e da utilização de carvão como fontes de energia, citando a China como país mais poluidor em razão do seu acelerado crescimento econômico. Traz no texto um gráfico comparativo entre os países que mais emitem CO_2, apresentado na figura 22, a seguir:

FIGURA 22: GRÁFICO OS MAIORES EMISSORES DE CO_2



FONTE: (G1, 2015, p.147).

E ainda, nessa mesma UR – G1.12.1.A(cs) aborda-se uma série de consequências acerca da intensificação do EE proveniente da variação de temperatura do Planeta e responsável pelo aquecimento global, quantificando este aumento e prevendo que as consequências desse aquecimento para o sistema climático poderão ser catastróficas, observemos:

> **Desde 1860, o aumento da temperatura na superfície da Terra tem sido de 0,3ºC a 0,6ºC e, segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC**, sigla do inglês *Intergovernment Panelon Climate Change*), ligado à ONU, até o ano de 2100 poderá variar de 1ºC a 3,5ºC, se a emissão de gases não estiver controlada. **No ano de 2011, mesmo tendo ficado abaixo do ano de 2010, foi um dos mais quentes da história**, com temperatura média 0,4 graus acima da média do período 1961-1990. **Temos experimentado verões bem mais quentes nas últimas décadas, o que é preocupante. Teme-se que as consequências do efeito estufam, responsável pelo aquecimento global, possam ser catastróficas**. Essas projeções têm motivado várias reuniões e conferências com o objetivo de conscientizar os países poluidores da necessidade de reduzirem a emissão de (CO_2) (G1, 2015, p. 147-148)

Nesse caso, salienta-se a ausência de discussão sobre as incertezas e controvérsias científicas envolvidas nesse processo, e o quanto isso pode afetar as previsões e as medidas necessárias para minimizar esse efeito, fato que pode caracterizar para os estudantes (e professores) a existência de um consenso na

comunidade científica sobre o assunto, mesmo que já haja um consenso científico sobre essa temática.

A UR – G1.7.1.1.TC(cs) também expõe a relação entre o aumento de emissão de CO_2 e a intensificação do EE, inerentes às consequências dos impactos que a atividade pecuária causa no ambiente:

> Odo Primavesi (cientista brasileiro que participou da pesquisa do IPCC), aponta que "**quando se considera o papel do rebanho brasileiro nas mudanças no uso do solo, a contribuição do setor de emissões totais dos gases do efeito estufa no Brasil pode ser estimada em 60% mais elevada do que a média mundial que é de 18% e acrescentou** que a adoção de boas práticas de manejo mantém as emissões dentro de um padrão normal, comparável ao volume europeu (G1, 2015, p. 304-305).

Em conformidade com relatórios do IPCC – AR4 (2007), os autores do texto informam que a agropecuária é uma atividade extremamente impactante devido, entre outros fatores, ao desmatamento e mau uso do solo. Como consequência dessas alterações, tem-se o aumento da emissão dos GEE estimada em 60% maior do que a média mundial que é de 18%.

Já as UR – G3.19.2.OV(cs) e G3.7.4.2.TC(cs) estabelecem uma discussão que relaciona a consequência da exploração dos combustíveis fósseis e a emissão dos GEE.

A UR – G3.19.2.OV(cs) traz no enunciado do texto a exploração do pré-sal e sua relação com o aumento de emissão de CO_2 na atmosfera colocando em discussão a verdadeira necessidade do seu uso:

> Quem são os vilões mundiais do clima? Aqueles projetos que, **apesar do alerta da comunidade científica global, pretendem levar adiante a exploração de combustíveis fósseis como petróleo, carvão e gás - maiores responsáveis pelas emissões de gases do efeito estufa. Conforme Relatório lançado hoje pelo Greenpeace** Internacional dá nome aos suspeitos. Chamado "Caminho sem Volta", **o Brasil aparece na nona colocação com a exploração do pré- sal, óleo descoberto nas camadas profundas do oceano que irá contribuir com a emissão de 330 milhões de toneladas de CO_2 por ano até 2020. De acordo com os estudos, esses novos projetos irão acrescentar um total de 300 bilhões de toneladas de novas emissões de CO_2 equivalente para a atmosfera até 2050, a partir da extração, produção e queima de 49 bilhões de toneladas de carvão, 29 trilhões de metros cúbicos de gás natural e 260 bilhões de barris de petróleo. No Brasil, o setor de transporte é o maior emissor de CO_2 fóssil. Mesmo assim, o país ainda não possui padrões de eficiência energética, ao contrário dos Estados Unidos, china e União Europeia** (G3, 2015, p. 215).

Apresentam-se dados do relatório do Greenpeace, que indicam a exploração de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás) como os maiores

emissores de GEE, colocando o Brasil na nona colocação com a exploração do pré-sal que contribuirá com a *"emissão de 330 milhões de toneladas de CO_2 por ano até 2020 [..] acrescentando um total de 300 bilhões de toneladas de CO_2 na atmosfera até 2050" (G3, 2015, p. 215).* E ainda mostra que o Brasil apesar de contribuir em grande parte com as emissões de CO_2, no setor de transporte, não possui padrões de eficiência energética.

Aponta-se, nesse caso, que os livros didáticos ao utilizarem em seus textos resultados recentes de pesquisas científicas sobre mudanças climáticas, é um bom indicativo da qualidade das informações veiculadas nesse material de ensino.

A UR – G3.7.4.2.TC(cs) aborda a questão do grande problema ambiental advindo da extração do Carvão Mineral brasileiro, que além de ser de baixa qualidade sua utilização pelas termelétricas(queima) libera 4,5 toneladas de CO_2 na atmosfera, ressaltando como consequência dessa atividade que não existe forma de geração de energia que emita mais carbono do que esta.

> Extrair carvão por aqui não vale tanto a pena assim. No Brasil, a proporção de material extraído do solo e depois descartado chega a 75% em algumas áreas. E, **desde que a extração de carvão começou a ser feita- mais intensamente a partir da Primeira Guerra Mundial - o rejeito é depositado em grandes áreas a céu aberto, gerando enorme passivo ambiental. O prejuízo para o ambiente continua nas usinas termelétricas**, para onde quase todo o carvão brasileiro é destinado. **Para cada tonelada queimada para aquecer a água e movimentar turbinas dessas geradoras de energia elétrica, 4,5 toneladas de CO2 são liberadas na atmosfera - não existe forma de geração que emita mais carbono.** (G3, 2015, p. 297-298 grifo nosso).

Em relação ao aumento da concentração de CO_2 em virtude da atividade industrial (fumaça das chaminés) e pelos veículos (queima de combustível fóssil), tem-se as UR – Q2.9.SM (cs) e Q2.15.4.Q(cs).

Nas UR analisadas, esse tema é a abordado sob perspectiva da poluição ambiental: térmica e atmosférica, a partir da discussão dos efeitos que os rejeitos industriais (líquidos ou gasosos) e os automóveis podem contribuir com a elevação da temperatura, intensificação do EE e consequentemente provocar alterações no sistema climático, como podemos observar a seguir:

UR – Q2.9.SM (cs):

> Embora a poluição térmica tenha um considerável impacto ecológico, é uma das formas de poluição menos conhecidas por não ser diretamente visível ou audível. **Este tipo de poluição resulta de uma**

> **elevação da temperatura de um determinado ecossistema (por exemplo, um rio) em consequência da ação humana, c**omo o despejo de efluentes industriais a temperaturas elevadas, ou despejo de águas de resfriamento provenientes de centrais elétricas e nucleares. **A poluição térmica também pode ser aérea, atingindo zonas urbanas e industrializadas em virtude da liberação de fumaças aquecidas pelas chaminés industriais e escapamentos de veículos resultantes da queima de combustíveis fósseis. Esses gases aquecidos contribuem também para o incremento do efeito estufa e do smog** (Q2, 2014, p. 136).

E na UR – Q2.15.4.Q(cs):

> **As atividades industriais e os veículos de transporte têm liberado nos últimos anos uma quantidade colossal de $CO_2(g)$ na atmosfera, gerando grande preocupação com um possível aquecimento global (efeito estufa)** Verificou-se, porém que **quando a pressão parcial do gás carbônico na atmosfera aumenta, cresce paralelamente a solubilidade do $CO_2(g)$ nas águas dos oceanos** (Q2, 2014, p. 257)

Identificaram-se, a partir das UR analisadas, algumas das consequências da intensificação do EE resultante de ações antropogênicas no ambiente, embora apesar das evidências científicas, não há como prever com absoluta certeza os efeitos desse fenômeno.

Para ilustrar o aumento de CO_2 na atmosfera em virtude da liberação de fumaças aquecidas pelas chaminés industriais, como exposto nas UR analisadas, a autora traz de modo ilustrativo a foto da Plataforma de Petróleo – Figura 22, como se observa a seguir:

FIGURA 23: PLATAFORMA DE PETRÓLEO



A queima de combustíveis fósseis libera enormes quantidades de $CO_2(g)$ na atmosfera (Q2, 2014, p. 257).

FONTE: (Q2, 2014, p. 257).

Conforme comentado anteriormente, como as imagens são a representação do imaginário humano, a materialização de algo ou alguma coisa que já conhecemos, Gouvêa e Oliveira (2010) aconselham a não utilização de imagens nos livros didáticos sem a devida contextualização, uma vez que esta poderá não contribuir para a compreensão da existência do fenômeno climático deixando a impressão que os fatos são distantes, isolados e externos à realidade dos estudantes.

Mencionam-se que os dados apresentados nas UR analisadas evidenciam dados relevantes sobre o aquecimento global que trazem as variáveis envolvidas nesse processo, indicando como necessidade ações de prevenção com relação à diminuição da emissão de CO_2.

No entanto, como os textos não envolvem as responsabilidades sociais inerentes às atividades humanas nesse processo não tratando dos riscos intrínsecos à forma de organização da sociedade e sua relação com a sua interferência no ambiente, nesse caso específico, no Sistema Climático Terrestre, prevalece nos textos dos livros didáticos a apresentação linear dos fatos sem a devida contextualização histórica.

A análise realizada neste grupamento permitiu observar que a uma grade maioria dos livros didáticos apresentam uma preocupação entre a emissão do CO_2 na atmosfera e suas consequências sobre os oceanos. As UR: B3.15.1.C(cs), G1.12.1.A(cs), G1.11.2.PR(cs), G1.12.1.CP(cs), Q1.1.SM(cs), Q1.1.3Q(cs), Q2.15.SM e Q2.15.4.Q(cs), apresentadas a seguir trazem essa discussão.

Os autores das coleções dos livros didáticos de Biologia – B3, de Geografia – G1 e de Química – Q1 e Q2 defendem a ideia de que a elevação da temperatura do Planeta tem ocasionado o derretimento das geleiras, e relacionam esse derretimento à consequência das mudanças climáticas.

As UR – B3.15.1C(cs), G1.12.1.A(cs) e G1.12.1.CP(cs) tratam da questão da subida do nível do mar em decorrência do aumento da temperatura, apresentando como resultado dessa expansão térmica a inundação de grandes áreas litorâneas, a contaminação de reservatórios de água doce, bem como o desaparecimento de ilhas que ficarão submersas, além de obrigar a população local inteira a deixar suas casas – migrantes ambientais:

B3.15.1C(cs),

> **Segundo dados do IPCC, o aumento da temperatura pode provocar a subida do nível dos mares por causa da expansão térmica da água (a água quente ocupa mais volume que a fria) e também do degelo de parte das calotas polares. No século passado, o nível do mar subiu de 10 cm a 20 cm. Se esse aumento continuar, grandes áreas do litoral serão inundadas**, **muitas ilhas ficarão submersas e milhões de pessoas ficarão desabrigadas**. Além disso, o avanço das águas salgadas pode contaminar os reservatórios de água doce mais próximos das regiões costeiras. **Todas essas previsões dependem das emissões de carbono no futuro** e de quanto será, de fato, o aumento da temperatura média do planeta. As consequências serão mais graves, por exemplo, se ocorrer um aumento de temperatura que ultrapassar os 2 °C até 2100, mas menos graves se esse aumento se mantiver em, no máximo, 2 °C (B3, 2014, p. 202, grifo nosso).

G1.12.1.A(cs)

> **Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC),** a preocupação com o aquecimento global é perfeitamente compreensível. **Se as geleiras continuarem a derreter por causa do aumento do calor, o nível do mar poderá subir. A projeção é de que no ano 2100 a elevação será em média de 60 centímetros, com uma variação de 15 a 19 centímetros**. **Se o nível do mar subir 1 metro, 17,5% do território de Blangladesh ficará submerso**. **Alguns países insulares poderão desaparecer. As Ilhas Malivro didáticoivas, Tuvalu e Kiribati, no Oceano Pacífico, também estão situados a poucos metros acima do nível do mar**. Por isso, esses países estão ameaçados (G1, 2015, p. 148, grifo nosso).

E a G1.12.1.CP(cs)

> Kiribati é um pequeno país formado por 32 atóis de coral no meio do oceano Pacífico. **Por conta da elevação do nível dos mares, o presidente do país já estuda maneiras de mover toda a população local**. **Anote Tong, presidente do Kiribati, está negociando a compra de 5000 acres de terra em Fiji (outro país da região) para hospedar seus cidadãos.** A maior parte dos 113.000 habitantes do país está apinhada em Tarawa, o centro administrativo do país. A ideia é mudar primeiro os trabalhadores mais capacitados e com isso, melhorar a economia de Fuji. O presidente de Kiribati busca auxílio da comunidade internacional para financiar a mudança dos seus cidadãos. **É a última cartada de Kiribati antes de ser engolida pelo mar: no ano passado Tong sugeriu a construção de plataformas artificiais no oceano** (G1, 2015, p. 148, grifo nosso).

As UR apontam cenários futuros com bases nos dados do relatório IPCC–AR4 (2007) que indica como consequência das mudanças climáticas alterações significativas à vida de milhões de pessoas em todo o mundo, independentemente do país que habitam, da classe social a que pertencem ou do grau de contribuição que tenham dado ao aquecimento global.

Entretanto, expõem apenas uma única visão sobre o fenômeno climático, omitindo da discussão outros fatores, além dos antropogênicos como

causadores dessas modificações que ocorrem no Sistema Climático Terrestre. Mais uma vez, como já apontado, os livros didáticos não fazem uma conexão relevante entre as situações de vida e o modo de organização da sociedade.

As UR – G1.11.2.PR(cs), Q1.1.SM(cs) e Q1.1.3.Q(cs) referem-se ao derretimento das geleiras em decorrência do aquecimento da atmosfera – podendo provocar mudanças na salinidade da água alterando a sua densidade e consequentemente a circulação das correntes marinhas.

A UR – G1.11.2.PR(cs) apresenta essa discussão por meio dos resultados das pesquisas da University College of London e do National Oceonography Centre. Os estudos desses centros de pesquisa evidenciam os dados de que *"o volume de água doce aumentou pelo menos em 8000 quilômetros cúbicos, ou cerca de 10 % de toda a água doce do Oceano Ártico provocando uma alteração na corrente oceânica chamada de Beaufort Gyre"* (G1, 2015, p. 143-144). Entre diversas alterações que poderão ocorrer, o volume de água doce no oceano poderá provocar mudanças no clima da Europa deixando-a mais fria, como exposto a seguir:

> **Uma enorme piscina de água doce no oceano Ártico está se expandindo e pode baixar a temperatura da Europa**, ao diminuir a velocidade da corrente oceânica, disseram cientistas britânicos no domingo. Usando satélites para medir a altura da superfície do mar de 1995 a 2010, cientistas da University College of London e do National Oceonography Centre, descobriram **que a superfície oeste do Ártico subiu cerca de 15 centímetros desde 2002. O volume de água doce aumentou pelo menos em 8000 quilômetros cúbicos, ou cerca de 10 por cento de toda a água doce do Oceano Ártico**. O aumento pode ser devido aos fortes ventos do Ártico que fizeram com que uma **corrente chamada Beaufort Gyre** aumente, fazendo o nível do mar se elevar. **Alguns cientistas acreditam que os ritmos naturais do Giro Beaufort, uma das correntes oceânicas pode ser afetada pelo aquecimento global e isso pode trazer graves complicações para a circulação do Oceano e no aumento dos níveis do mar. De acordo com a pesquisa, se o vento mudar de direção, o que aconteceu entre** meados da década de 1980 e meados da seguinte, **a piscina de água doce poderá vazar para o resto do Oceano Ártico e até mesmo para o norte do Atlântico. Isso poderá esfriar a Europa ao diminuir uma corrente oceânica vinda do golfo, que mantém o clima da Europa relativamente moderado, comparando a países com latitudes semelhantes** (G1, 2015, p. 143-144, grifo nosso).

Como exemplo do derretimento do gelo do Oceano Ártico os autores apresentam a foto – Figura 24, que mostra as consequências do degelo formando "piscina de água doce" em pleno verão.

FIGURA 24: OCEANO ÁRTICO – VERÃO 2009



FONTE: (G1, 2015, p. 143).

Entretanto, apesar da foto exteriorizar uma situação de risco eminente e grave, como não apresenta seres vivos "observáveis", sejam ursos polares, focas ou seres humanos, que associado ao distanciamento geográfico, esta poderá não provocar interesse dos estudantes pelo fenômeno estudado.

Dessa maneira, Serantes-Pazos (2015, p. 257) alerta que a não existência "[...] de nenhuma imagem de jovens que poderia fazer com que os estudantes se reconhecessem ou que causassem uma empatia para o problema", passa a impressão de que os fatos são isolados e distantes, e que o estudante não deve se preocupar com eles.

Quanto às UR – Q1.1.SM(cs) e Q1.1.3.Q(cs), a autora da coleção defende a ideia de que, a elevação da temperatura do Planeta, o derretimento das calotas polares e a falta de chuva têm como decorrência o aumento no nível dos oceanos, na redução de sua salinidade e na alteração das correntes oceânicas e relaciona esse derretimento à consequência das mudanças climáticas, tais como:

A UR – Q1.1.SM(cs):

> O problema é que, com essa camada (de GEE) cada vez mais concentrada, aumenta a retenção de calor. Uma das consequências dessa situação **é o derretimento de áreas das calotas polares e dos picos mais altos, com o consequente aumento do nível dos oceanos**. [...]. Essa **água despejada nos oceanos está reduzindo o grau de salinidade do mar. Isso muda seu 'peso' (densidade) e acaba alterando a formação das correntes marítimas. Essas modificações nas correntes marinhas, por sua vez, modificam o regime de ventos e chuvas. Em alguns pontos do Pacífico, segundo cientistas [...] a falta de chuva está deixando o mar mais**

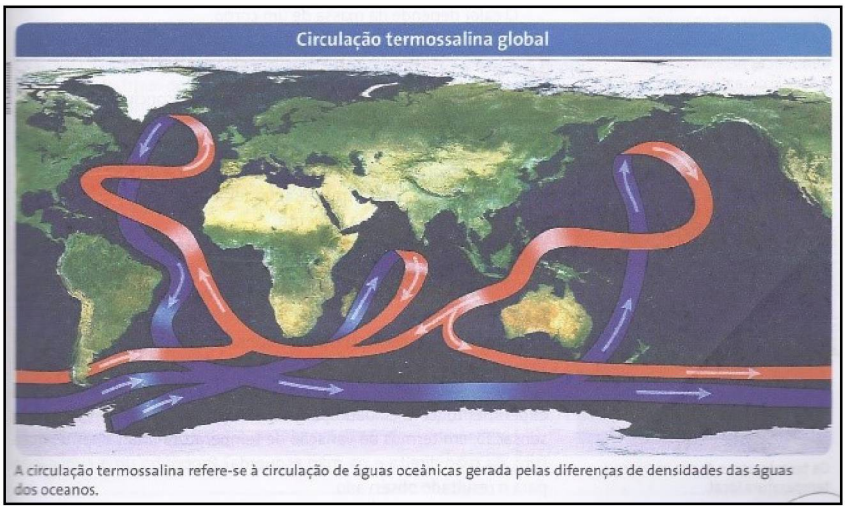
> **salgado, o que também muda seu peso e, consequentemente, a direção de deslocamento**" (Q1, 2014, p. 18, grifo nosso).

E a UR – Q 1.1.3.Q(cs):

> Na região do equador as águas superficiais do mar são aquecidas por causa da alta incidência de radiações solares (a temperatura da água dos oceanos regula sua circulação). No entanto, **o derretimento das geleiras e a falta de chuvas causam uma variação no grau de salinidade** da água do mar, e essa variação **modifica a densidade das águas** superficiais do oceano. **Quanto maior a falta de chuvas, maior o grau de salinidad**e da água e maior a densidade. Ao contrário, em regiões oceânicas com **excesso de chuvas ou onde ocorre o derretimento de geleiras, o grau de salinidade diminui**, reduzindo também a densidade das águas superficiais. Ambos os eventos modificam a densidade das águas superficiais e, como observamos, **é justamente essa variação de densidade que modifica o fluxo e a direção das correntes marítimas** (Q1, 2014, p. 25, grifo nosso).

Da mesma forma como anteriormente apresentado, a autora desta coleção mostra a Figura 25 como exemplo do derretimento do gelo e sua influência na circulação das correntes oceânicas.

FIGURA 25: CIRCULAÇÃO DA CORRENTE TERMOSSALINA



A imagem mostra a circulação termossalina (regular) refere-se à circulação de águas geradas pelas diferenças de densidades das águas dos oceanos. Que pode ser afetado pela falta de chuvas ou derretimento de gelo polar (Q1, 2014, p. 25).

FONTE: (Q1, 2014, p. 25)

Observou-se também na análise que os autores dos livros didáticos relacionam o aumento da concentração do CO_2 nos oceanos, devido ao seu aumento em quantidade elevada na atmosfera – intensificação do EE. Verificou-se nessa relação que quanto maior for a concentração de CO_2 na atmosfera, cresce paralelamente e no mesmo grau a sua solubilidade nas águas dos oceanos, causando consequentemente a sua acidificação. Tal fato é apresentado nas UR a seguir:

UR – Q2.15.SM(cs):

> A afirmação: "**Adeus corais e ouriços-do-mar. Olá algas verdes e espécies invasoras**. Esse pode ser o retrato dos oceanos do planeta num futuro próximo, quando o excesso de gás carbônico tiver tornado o mar mais ácido". **A afirmação é de um grupo de oceanógrafos europeus. Eles estudaram uma comunidade na costa da ilha de Ischa, no Mar Mediterrâneo. Ali, chaminés vulcânicas submarinas cospem CO_2, e outros gases o tempo todo, tornando o pH mais abaixo, ou seja, deixando a água ácida. A acidificação dos oceanos é um dos efeitos mais temidos do aquecimento global. Os oceanos são a principal "esponja" do CO_2 em excesso emitido por atividades humanas como a queima de combustíveis fósseis.** (Q2, 2015, p. 239, grifo nosso).

E a UR – Q2.15.4.Q(cs):

> Verificou-se, porém que **quando a pressão parcial do gás carbônico na atmosfera aumenta, cresce paralelamente a solubilidade do $CO_2(g)$ nas águas dos oceanos. Estima-se que o mar tenha absorvido até 60% do aumento de $CO_2(g)$ ocorrido nos últimos tempos originado da poluição. A absorção de $CO_2(g)$ nas águas dos oceanos dá origem ao íon bicarbonato**, o que eleva a concentração de íons hidrônio, H_3O (aq) no mar (**deixando a água ácida). Esse fenômeno** pode ser controlado **pela mistura natural que ocorre entre as águas superficiais dos oceanos, contendo $CO_2(g)$ dissolvido, com as águas profundas, que contém $CaCO_3(ppt)$ em excesso**. O problema, nesse caso, é que **a mistura completa das águas oceânicas ocorre a cada 1000 anos aproximadamente, ou seja, tudo indica que estamos emitindo CO_2 na natureza numa velocidade bem maior do que ela é capaz de absorver** (Q2, 2014, p. 257, grifo nosso).

A UR – Q2.15.4.Q(cs) traz a foto – Figura 26 como ilustração desse fenômeno de acidificação. No entanto, como esse fenômeno é químico e ocorre a nível molecular, pela imagem não se consegue visualizá-lo, tornando-se nesse caso apenas uma figura ilustrativa e irrelevante.

FIGURA 26: SEQUESTRO DE CO_2 PELOS OCEANOS



FONTE: (Q2, 2014, p. 257).

O sequestro de carbono é um processo de remoção de gás carbônico da atmosfera terrestre. Tal processo ocorre principalmente em oceanos (Q2, 2014, p. 257).

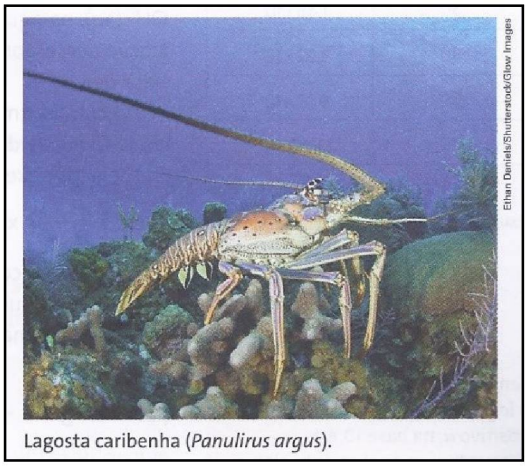
Há ainda as UR que apresentam em seus textos que as alterações climáticas vêm provocando consequências à vida do Planeta sejam estas mudanças mais brandas, ou mais intensas. Nesse caso, apresentam a acidificação dos oceanos associada ao risco de sobrevivência de diversas espécies e populações de seres marinhos, como a destruição de habitat e transformações irreversíveis nos ecossistemas, como exposto, por exemplo, na UR a seguir:

UR – Q2.15.SM(cs):

> **A acidificação dos oceanos é um dos efeitos mais temidos do aquecimento global.** Ela não tem a ver diretamente com a elevação da temperatura, mas mesmo assim estima-se que possa causar um impacto enorme na vida marinha. **Os oceanos são a principal "esponja" do CO_2 em excesso emitido por atividades humanas como a queima de combustíveis fósseis.** Na água, o gás carbônico forma o ácido carbônico. Este, por sua vez, dissolve o carbonato de cálcio, matéria –prima dos esqueletos dos corais, das conchas dos moluscos e das carapaças dos microrganismos do fito-plâncton. **Além de ameaçar a vida de milhares de espécies, a acidificação tem um outro aspecto negativo: as carapaças calcárias dos organismos marinhos são um mecanismo vital de "sequestro" de carbono, já que se depositam no fundo do mar quando essas criaturas morrem formando rocha calcária. Sem esse "sequestro" a capacidade do mar de absorver CO_2 fica comprometida e o mundo pode ficar ainda mais quente** (Q2, 2014, p. 239, grifo nosso).

Para ilustrar a acidificação, a autora do livro didático apresenta a foto de uma lagosta (Figura 27) como uma forma de exemplificar este fenômeno. No entanto, entende-se que a mesma poderia optar em apresentar no texto alguma relação entre o enunciado e a imagem, ou apresentar uma legenda explicativa, como não faz, a relação entre texto e imagem se perde em meio ao contexto.

FIGURA 27: LAGOSTA CARIBENHA (*PANULIRUS ARGUS*)



FONTE: (Q2, 2014, p. 239).

Observou-se nestas UR analisadas que os autores dos livros didáticos procuraram se utilizar de imagens que retratem as consequências das mudanças climáticas nos oceanos, numa tentativa de relacioná-las às alterações de densidade e acidificação. No entanto, como não houve a devida contextualização e relação entre imagem e texto, evidencia-se novamente que esta poderá não contribui para a compreensão da existência do fenômeno climático conforme o esperado.

No terceiro grupamento, reuniram-se os textos que abordam o aumento da ocorrência de **"Alterações Ambientais"** relacionados aos processos de enchentes, extinção de espécies, aumento de vetores de doenças e perda da biodiversidade.

As UR selecionadas, B3.15.1C(cs), B3.10.15.11(cs), G3.8.2.1(cs), Q2.15.SM(sc) são as que abordaram no texto dos livros didáticos alguns exemplos de alterações ambientais que a população pode sofrer em decorrência das mudanças climáticas. Ressalta-se que duas das UR selecionadas, também aparecem em outro grupamento, e isso se deve justamente porque os temas quando abordados no texto dos livros didáticos aparecem junto, mas para fins de análise, optou-se por analisá-los separadamente.

Os autores das coleções de Biologia – B3 e de Geografia – G3 consideram a elevação da temperatura devido às emissões de CO_2 resultantes da interferência humana na organização e funcionamento do Sistema Climático Terrestre. Por sua vez, essas poderão interferir no dinamismo da atmosfera e por consequência na manutenção da biodiversidade do Planeta o que trará a extinção de espécies nas regiões tropicais e o aumento de insetos como vetores de doenças. Essas alterações podem ser observadas na UR selecionada abaixo:

UR – B3.15.1C(cs):

> **O aquecimento global se deve ao aumento das emissões de gás carbônico provocadas pelo ser humano. A região tropical, onde estão muitos países em desenvolvimento** e onde a população tem menos condições de enfrentar os problemas causados pelas mudanças climáticas, **será mais afetada. Há ainda riscos de perda de biodiversidade. O IPCC calcula que entre 20% e 30% das espécies do planeta podem ser extintas caso as temperaturas globais aumentem até 2,5 °C**. Em relação à Amazônia, estudos realizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) **indicam que o aumento de temperatura, aliado ao desmatamento, transformaria parte da floresta em savana, o que, entre outros efeitos, levaria a uma considerável perda de biodiversidade. Particularmente atingidos serão os recifes de corais: o aumento**

> da **concentração de gás carbônico já está provocando elevação da acidez da água, o que, juntamente com o aumento da temperatura da água, pode provocar a morte das algas associadas aos corais, resultando na morte desses animais.** Não podemos esquecer que os recifes de corais abrigam enorme biodiversidade e deles dependem muitas espécies de peixes e o sustento de pescadores em várias partes do mundo (B3, 2014, p. 202, grifo nosso).

A UR – B3.10.15.1(cs) apresenta os possíveis desequilíbrios ambientais por meio de um estudo publicado na Revista *Nature.* Essa pesquisa traz os dados de que 35% das espécies de animais e plantas do Brasil, África do Sul, Europa, Austrália, México e Costa Rica estariam a caminho da extinção caso haja elevação da temperatura do Planeta acima de 2°C até o ano de 2050.

> No caso do ciclo do carbono, é importante mostrar aos alunos **a diferença entre o efeito estufa e o aquecimento global, que vem a ser a intensificação do efeito estufa pelo ser humano, com o consequente aumento da temperatura do planeta.** O capítulo discute os **possíveis desequilíbrios provocados pelo aquecimento global, como a subida no nível dos mares e a consequente inundação das áreas litorâneas, mudança no regime de chuvas e no clima, o que prejudica a agricultura e aumenta a proliferação de insetos transmissores de doenças.** Além desses problemas, um estudo de 2004 (C. D. Thomas e outros, Extinction risk from climate change, *Nature*, n. 427, p. 145-8, 8/1/2004) fez uma estimativa acerca da **porcentagem de espécies que podem entrar em extinção em função do aquecimento global. Os cientistas analisaram o efeito do aquecimento em 1 103 espécies de plantas e animais do Brasil, da África do Sul, da Europa, da Austrália, do México e da Costa Rica, cobrindo cerca de 20% da superfície terrestre** (os oceanos não foram analisados). **Com elevação acima de 2 °C até 2050, cerca de 35% do total de espécies estaria a caminho da extinção.** Com elevação entre 1,8 °C e 2 °C, a porcentagem média seria de 24%. Com aumento entre 0,8 °C e 1,7 °C, o índice médio de extinção seria de 18% (B3, 2014, p. 375, grifo nosso).

Como discutido em outro momento, observa-se uma preocupação dos autores dos livros didáticos em apresentar resultados de pesquisas científicas recentes em seus textos sobre as mudanças climáticas, como uma das formas de se ampliar a discussão sobre a temática das mudanças climáticas, no entanto, ressalta-se sobre a importância dessa abordagem vir acompanhada de sua complexidade, para que não incorram no reducionismo e simplificação da temática pelo excesso de sua didatização (SERANTES-PAZOS, 2016; LOPES 1997).

A UR – G3.8.2.1(cs) apresenta discussão sobre a perda da biodiversidade relacionada ao desmatamento, as queimadas, a extração da madeira, ao garimpo, aos incêndios florestais, que dentre outras atividades alteram as concentrações de CO_2 na atmosfera e, consequentemente, intensificam o EE

vindo afetar diretamente o clima e o ecossistema da região, como se observa a seguir:

> Atualmente, **o desmatamento** é o principal responsável pela avançada destruição desse bioma, **onde as queimadas preparam os terrenos para grandes projetos agropecuários.** Os impactos ambientais neste bioma acorreram e ainda ocorrem devido às formas desordenadas de ocupação da Amazônia, cujas principais atividades desenvolvidas são: extração da madeira, garimpos, extrativismo mineral, construção de rodovias e ferrovias e a construção de hidrelétricas. **As consequências dessa agressão são bastante preocupantes,** pois provocam **erosão, exaustão dos nutrientes, compactação do solo, esgotamento de recursos extrativos, escoamento rápido das chuvas** nas áreas desmatadas. **As chuvas levam consigo nutrientes e interrompem os padrões regulares das cheias dos rios**. Além disso, **há também como consequência da degradação da floresta amazônica emissões de gás carbônico, provenientes dos incêndios florestais, que contribuem para o aumento da temperatura do planeta e afetam diretamente o clima e o ecossistema da região** (G3, 2015, p. 79-80, grifo nosso).

O texto, ao apresentar a discussão sobre as consequências da perda da biodiversidade, traz a foto da Construção da Hidrelétrica do Rio Madeira – Figura 28, para exemplificar o tamanho do impacto ambiental que uma construção desse porte causa ao ambiente.

FIGURA 28: CONSTRUÇÃO DA HIDRELÉTRICA DO RIO MADEIRA, PORTO VELHO, RO, 2010.



FONTE: (G3, 2015, p. 80).

A perda da floresta afeta o habitat original de muitas espécies e diminui a biodiversidade. Apesar de ter sido criado, na ECO-92, o Programa Piloto para Proteção das Floretas Tropicais, estas não foram objeto específico de nenhuma convenção, como a Biodiversidade, as Mudanças Climáticas, etc. Calcula-se que desde esse evento, mais de 100 milhões de hectares florestais foram perdidos ou degradados (G3, 2015, p. 80).

Observa-se na imagem destacada (Figura 28) o impacto causado pela construção de uma hidrelétrica no Rio Madeira, Rondônia, mas somente pela observação o estudante não necessariamente relacionará as alterações climáticas com "os milhões de hectares florestais" que foram devastados, mesmo que a autora do livro didático considere essa questão em nota, ao lado da imagem. Essa situação revela, mais uma vez, como já dito anteriormente, que a utilização de imagens nos livros didáticos sem a devida contextualização poderá não contribuir para a compreensão da existência do fenômeno climático (GOUVÊA; OLIVEIRA, 2010).

Na próxima seção, apresenta-se a última categoria de análise, as medidas mitigatórias relacionadas à temática das mudanças climáticas abordada nos livros didáticos analisados.

d) Medidas de Mitigação Relacionadas às Mudanças Climáticas

Nesta seção, apresentam-se as considerações sobre a última categoria **"Medidas de Mitigação Relacionadas às Mudanças Climáticas"**, apresentando as UR e UC das coleções analisadas que esses enunciados estavam presentes.

Dos 12 livros selecionados para análise, as coleções B3, F1, G1, G3 e Q1 são as que trazem para a discussão medidas mitigatórias relacionadas às mudanças climáticas.

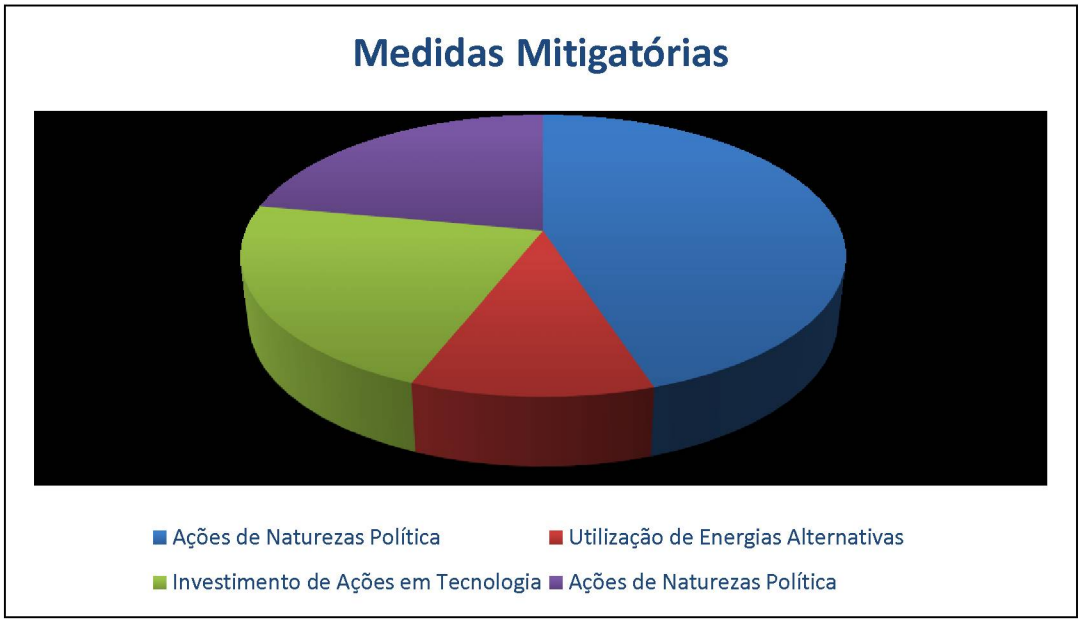
Destes 5 (cinco) livros, organizou-se as UR e as UC em 4 grupamentos relativos às medidas mitigatórias das mudanças climáticas, os quais são apresentados a seguir:

- Primeiro Grupamento: 45% dos textos da mostra que apresentam medida de combate às mudanças climáticas relacionadas às **"Ações de Natureza Política"** as quais envolve a aplicação de legislações vigentes, protocolos e decretos.
- Segundo Grupamento: 11% dos textos da mostra, que apresentam como medida de combate às mudanças climáticas as relacionadas à **"Utilização de Energias Alternativas"** com a ideia de substituição de energias não renováveis, para energias renováveis.
- Terceiro Grupamento: 22% dos textos da mostra, que apresentam estratégias de combate às mudanças climáticas relacionadas ao

"Investimento de Ações em Tecnologia" o qual envolve a criação ou aperfeiçoamento de tecnologias capazes de diminuir, reter ou reverter as emissões de GEE.

- Quarto Grupamento: 22% dos textos que apresentam estratégias de combate às mudanças climáticas relacionadas a **"Ações de Natureza Individual ou Coletiva",** que envolve a promoção de ações (individuais ou coletivas), que viabiliza a mudança de hábitos das pessoas vindo a contribuir no controle da emissão GEE proveniente das ações antropogênicas.

GRÁFICO 08: MEDIDAS MITIGATÓRIAS RELACIONADAS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO PLANETA - PERCENTUAL DOS TEXTOS ANALISADOS



FONTE: A Autora (2018).

No primeiro grupamento, reuniram-se os textos que apresentam medidas de combate às mudanças climáticas relacionadas às **"Ações de Natureza Política",** as quais envolve a aplicação de legislações vigentes, protocolos, decretos que venham contribuir na retenção do quadro das mudanças climáticas. As UR que apresentaram essa discussão são: B3.15.1.D(mt), G3.8.1.1(mt), Q1.4.SM(mt) e Q2.4.SM (mt).

Nas UR – B3.15.1.D(mt) e UR – G3.8.1(mt) destacam-se os acordos internacionais tomados como medidas de mitigação, adotados por diversos países como uma das principais providências a serem tomadas com relação à redução dos GEE.

Para discutir a questão de responsabilidade política, a UR – B3.15.1.D(mt) apresenta o Protocolo de Kyoto cujo objetivo principal foi propor a redução da emissão dos GEE e consequentemente, o aquecimento global. Comenta que esse protocolo foi prorrogado até 2020 para que os países signatários possam cumprir com o tratado. Essa UR também traz a Lei n. º 12.187/2009, que instituiu a Política Nacional sobre Mudança Climática (PNMC), formalizando o compromisso, agora nacional, perante a redução da emissão de CO_2 até 2020, para tanto, sugere-se investimento em energias limpas, como explicitado a seguir:

UR – B3.15.1.D(mt)

> **Em 2005,** entrou em vigor o **Protocolo de Kyoto em que cerca de 190 países apoiaram a redução da emissão** de gás carbônico de 5,2%, em média, em comparação com os níveis de 1990. A maioria dos países desenvolvidos se comprometeu a atingir essa meta entre 2008 e 2012, primeiro período de cumprimento do protocolo. Em 2012, o Protocolo de Kyoto foi prorrogado até 2020. **No Brasil, a Lei n.º 12 187 instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima**, **que formaliza o compromisso do país de reduzir entre 36,1% e 38,9% a emissão de gás carbônico até 2020. P**ara atingir as metas estabelecidas, é possível, por exemplo, **reduzir o consumo de combustíveis fósseis pela utilização de equipamentos mais eficientes,** que queimem menos combustível. Outra **saída é investir no aproveitamento de fontes alternativas de energia, que não emitem gás carbônico** (B3, 2014, p. 203, grifo nosso).

A UR – G3.8.1(mt) descreve como se desenvolveram politicamente as ações ambientais no Brasil, citando fatos importantes de avanços que o país teve, especificamente com relação à temática das mudanças climáticas, sua importância e inserção como política pública, sendo estabelecida gradativamente pela criação do MMA e a realização ECO – 92 como medida de combate e controle dos problemas socioambientais. A mesma UR menciona a criação da PNMC como oficialização do compromisso assumido na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima UNFCCC, como explicitado abaixo:

A UR – G3.8.1(mt)

> A discussão sobre um desenvolvimento social e economicamente sustentável ganhou força em nível mundial na década de 1990. **No Brasil, em 1992, foi criado o Ministério do Meio ambiente e foi realizada a II Conferência das nações Unidas sobe o Meio Ambiente e Desenvolvimento: a ECO 92** . O principal **documento da ECO-92** foi a ***Carta da Terra ou Declaração do Rio_(Agenda 21Global)*** **que previu um desenvolvimento sustentável para o século XXI. Aos países ricos foi atribuída maior responsabilidade pela conservação do meio ambient**e e foram e**stabelecidas metas**

> **para a preservação da biodiversidade e para a diminuição da emissão de gases na atmosfera.** A Conferência também divulgou as convenções: Convenção da Biodiversidade, Convenção da Desertificação e Convenção das Mudanças Climáticas. Quanto à Convenção das Mudanças climáticas, no ano de 2009 foi instituída a Política Nacional sobre Mudança Climática (PNMC), **que oficializa o compromisso voluntário do Brasil junto à Convenção - Quadro da ONU sobre Mudanças do Clima de redução de emissões de gases do efeito estufa entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020.** Rio- 92 foi muito importante para a política ambiental, pois chamou a atenção das empresas para a necessidade de investimentos em tecnologia para a preservação do meio ambiente (G3, 2015, p. 75-76, grifo nosso)

Como parte dessa UR, os autores do texto apresentam a foto histórica que marcou a ECO – 92, representada na Figura 29 a seguir:

FIGURA 29: CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO



FONTE: (G3, 2015, p. 76).

Enfatiza-se como importante, que discussões como essas sejam apresentadas nos livros didáticos, como meio de mostrar aos estudantes que muitas ações já foram implementadas, no entanto, necessita-se que políticas públicas continuem sendo aplicadas e que novas outras sejam criadas, para atender a demanda da sociedade do séc. XXI.

As UR – Q1.4.SM(mt) e Q2.4.SM(mt) apontam a criação de medidas de mitigação dependentes de políticas ambientais Estaduais determinadas pela criação de normativas e legislações que atendam às necessidades locais.

A UR – Q1.4.SM(mt) trata de ações de redução na emissão de GEE na cidade do Rio de Janeiro, a partir da aplicação do projeto “Plano Baixo Carbono” em parceria com o Banco Mundial. A meta posta, em 2005, era reduzir a taxa de

CO_2 em 20% até 2020, destacando como importante essa redução devido ao aumento da população nas cidades, como explicitado a seguir:

UR – Q1.4.SM(mt)

> O prefeito do Rio, Eduardo Paes, anunciou hoje (18/jun/2012) que até 2020, **a capital fluminense vai reduzir em 2,3 milhões de toneladas as emissões de gases do efeito estufa, o equivalente a 20% das emissões do município em 2005. A meta faz parte do Plano Baixo Carbono do Rio de Janeiro, em uma parceria com o Banco Mundial. Nossa meta é reduzir os gases do efeito estufa em 20% até 2020**. Ainda temos uma redução de 12% a cumprir e é importante que essas iniciativas locais comecem a acontecer. Não podemos usar sempre a desculpa de que os chefes de Estado não chegaram a um consenso para não fazer nada. **O programa prevê os monitoramentos do programa de reflorestamento de 1300 hectares de áreas degradadas até 2016 e a expansão de ciclovias e dos programas de aluguel de bicicletas como forma alternativa de meio de transporte.** O vice-presidente do Banco Mundial para a América Latina e o Caribe, Hasan Tuluy, informou que pretende expandir o programa para outras cidades da América Latina, pois: **"A urbanização e as mudanças climáticas são as maiores urgências no mundo hoje. Em 2030, mais de 5 bilhões de pessoas vão viver em cidades"**. O momento de agir é agora e temos, com esse programa, uma grande chance de tornar as cidades mais limpas, mais eficientes e inclusivas socialmente. (Q1,2014, p. 54 grifos nosso).

O texto ao apresentar a importância da efetiva implementação deste projeto, apresenta a Figura 30, mostrando a emissão de poluentes da atmosfera em virtude da liberação de fumaças aquecidas pelas chaminés industriais, para exemplificar o impacto ambiental dessa atividade ao ambiente.

FIGURA 30: POLUIÇÃO INDUSTRIAL



Chaminés industriais são uma grande fonte de emissão de gases (Q1, 2014, p. 54).

FONTE: (Q1, 2014, p.54).

Já a UR – Q2.4.SM(mt) trata de ações de redução na emissão de GEE na cidade de São Paulo, a partir da aplicação da Lei n.º 11241/2002, que controla a queima da cana-de-açúcar. A meta a ser alcançada visa à mecanização da

lavoura, como medida de redução de CO_2, até o ano de 2017, como exposto a seguir:

> **No estado de São Paulo, a Lei nº 11241/2002 controla a queima de cana-de-açúcar para despalha e instalou um cronograma para que todos os canaviais deixem de ser queimados.** O prazo máximo seria 2021 para áreas mecanizáveis e 2031 para áreas não mecanizáveis. **No Protocolo Ambiental assinado entre o Governador do Estado e a Única (União da Indústria de cana-de-açúcar) em 2007, plantações que estiverem em áreas com declividade de até 12% não poderão mais ser queimadas, existindo somente a colheita mecanizada da cana-de-açúcar crua. Nas demais áreas, o prazo é de até o ano de 2017.** (Q2, 2014, p. 55 grifos nosso).

Ressalta-se também como importante, que discussões como essas estejam presentes nos livros didáticos, pois somente com a criação de medidas de mitigação com relação às mudanças climáticas, que envolvam esferas políticas, econômicas e sociais é que se pode criar metas possíveis de serem atingidas.

Porém, para que isso ocorra, tem-se que superar o modelo econômico de produção e consumo consolidado, e buscar apoio de políticas públicas advindas de ações multicêntricas, que possibilitem o rompimento com esse modelo e que possam contribuir para a melhoria da qualidade de vida dos seres humanos, de todas as espécies e sistemas naturais com os quais compartilhou o Planeta ao longo dos tempos.

No segundo grupamento, apresenta-se os enunciados que trazem como medida mitigatória às mudanças climáticas as relacionadas com a **"Utilização de Energias Alternativas"** com a ideia de substituição de energias provenientes dos combustíveis fósseis – não renováveis, para energias renováveis como: energias eólica e solar. As UR que apresenta esse grupamento é:

UR – F1.10.1(mt)

> A resposta encontrada está associada a uma característica muito importante da energia. Ela pode ser continuamente transformada de uma modalidade para outra. Portanto, **se conseguirmos fazer com que as transformações causem o menor impacto possível no meio ambiente, estaremos contribuindo para que o planeta seja minimamente afetado pela ação humana**. **Por isso, é fundamental obter energia de fontes capazes de se renovar e se reciclar, ou de fontes que causem o menor impacto possível na natureza. Felizmente elas existem sendo as fontes de energia: Renováveis e Não-Renováveis**. O fato é que todas essas energias dependem direta ou indiretamente do Sol. Se a transformação ocorrida na natureza for de curta duração, trata-se de uma energia do tipo

> renovável. São exemplos desse tipo de energia provenientes da biomassa, do Sol, dos ventos, a geotérmica, a marítima, etc. (F1, 2013, p. 193 grifos nosso).

Essa UR realça a utilização de fontes renováveis de energia e defende a ideia de que o uso de "tecnologias limpas" será responsável por uma grande reversão do quadro de degradação ambiental, na qual o mundo se encontra.

Entretanto, apesar dessas energias serem aconselháveis, os autores do livro didático por sua vez não discutem os impactos da implantação, seja da energia solar (impacto financeiro) ou da energia eólica (impactos ambientais como a morte dos pássaros). Dessa forma, propõem uma visão de ciência desprovida de críticas e da complexidade que envolve esta atividade.

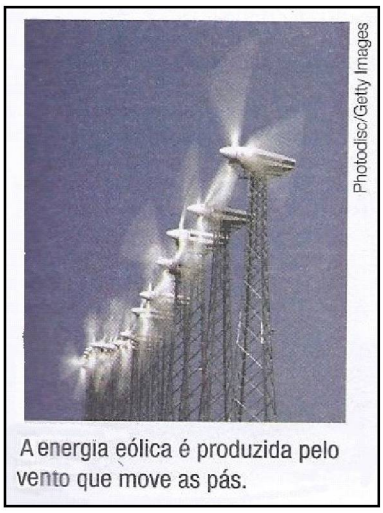
Como complemento ao texto, os autores trazem duas fotos – Figura 31 com o intuito mostrar pela ilustração do funcionamento (instalação) e a importância da utilização de energia renováveis.

FIGURA 31: ENERGIAS RENOVÁVEIS



A energia solar é captada pelas placas.

FONTE:(F1, 2013, p.193).



A energia eólica é produzida pelo vento que move as pás

FONTE:(F1, 2013, p. 193).

No terceiro grupamento, reuniram-se os enunciados que apresentam medida de combate às mudanças climáticas relacionadas ao **"Investimento de**

Ações em Tecnologia" o qual envolve a criação ou aperfeiçoamento de tecnologias capazes de diminuir, reter ou reverter as emissões de GEE em decorrência das ações antropogênicas e que vem alterando o clima do Planeta. As UR que apresentam essa discussão são: B3.15.1.D(mt), G1.7.1.1.TC(mt e G3.7.4.2.TC(mt):

As três UR, a seguir, indicam especificamente para cada atividade, seja industrial ou pecuária medidas de redução das emissões de CO_2 de modo a diminuir os impactos desse gás no clima do Planeta.

As UR – B3.15.1.D(mt) e G3.7.4.2.TC(mt) apresentam pesquisas sobre novas tecnologias com o objetivo de remover o CO_2 atmosférico. Na UR – B3.15.1.D(mt) pretende remover o CO_2 proveniente das indústrias e armazená-lo no subsolo marinho.

Já a UR – G3.7.4.2.TC(mt) por meio do programa desenvolvido pelo Centro Tecnológico do Carvão Limpo (CTCL), que pretende realizar a gaseificação do carvão mineral *in situ*, permitindo obter combustível de depósitos profundos de carvão na forma de gás, sem a necessidade de extrair o mineral. Como essa técnica tem alto custo, tal solução não foi testada em campo. Estuda-se também a possibilidade de estocagem do CO_2 em geleiras subterrâneas, para uso em termelétricas. Tais medidas são apresentadas nos excertos a seguir:

UR – B3.15.1.D(mt):

> **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**. O gás carbônico pode ser separado da fumaça das chaminés das indústrias e usinas, comprimido em tanques e, então, ser injetado no subsolo, a 2 km de profundidade, ou depositado em poços de petróleo já esgotados, por exemplo. No entanto, essas tecnologias ainda são caras e, no caso do mar, implicam riscos ambientais (B3, 2014, p. 203, grifo nosso).

UR – G3.7.4.2.TC(mt):

> **Oficialmente, o Brasil tem adotado uma posição contrária à expansão da indústria carbonífera**. Desde 2009, usinas termelétricas movidas a carvão estão de fora dos leilões de energia, nos quais o Ministério de Minas e energia licita e compra de energia elétrica. A **justificativa é que as usinas movidas a carvão tem baixa eficiência, ao mesmo tempo que emitem muito mais gases de efeito estufa que outras fontes**. **Em 2009, o Brasil firmou o compromisso de reduzir as emissões de CO2 entre 36% a 39% até 2020.**Pesquisadores **de todo o mundo buscam formas de tornar a extração de carvão menos prejudicial ao ambiente**. No Brasil,

> esforço nesse sentido é feito pelo **Centro Tecnológico do Carvão Limpo (CTCL),** idealizado em 2002 em Criciúma por empresas mineradoras da região. A bem verdade**, o CTCL foi criado na esteira da ação civil pública, que determinou a reversão do quadro de passivo ambiental gerado pela indústria carbonífera** Outra iniciativa promissora em estudo no CTCL **é a gaseificação de carvão in situ, que permite obter combustível de depósitos profundos de carvão na forma de gás, sem necessidade de extrair o mineral**. Por causa do alto custo, a solução ainda não foi testada em campo. **Estuda-se ainda a técnica de captura e estocagem de CO2 em geleiras subterrâneas, que poderia ser usada em termelétricas.** (G3, 2015, p. 297 grifo nosso).

Já a UR – G1.7.1.1.TC(mt) traz para a discussão as considerações realizadas pelo cientista brasileiro, Odo Primavesi, que recomenda o uso de tecnologias a fim de mitigar as mudanças que vem ocorrendo no clima do Planeta, especificamente às relacionadas com os impactos causados no solo pela prática da criação de gado, como observa-se no conteúdo a seguir:

> Odo Primavesi (cientista brasileiro que participou da pesquisa do IPCC), indica **que uma nutrição balanceada do gado, além de práticas de manejo, como pastejo rotacionado, são recomendadas para a manutenção de emissões dos GEE dentro de um padrão aceitável**. Ele sugere, ainda, **manter áreas de reserva legal e a conservação das matas ciliares, além do cultivo de árvores e plantas arbustivas**, para ampliar a área de sombreamento e que possam também servir de alimentação para o gado. **São ações simples que aumentam o conforto animal, preservam a temperatura e o nível de umidade do solo, além de ajudar a sequestrar o gás carbônico**. Quando preservada, a vida bacteriana do solo contribui para neutralizar o metano produzido (G1, 2015, p. 304 -305, grifo nosso)

No quarto grupamento, organizou-se os enunciados que apresentam como medida de combate às mudanças climáticas relacionadas à **"Ações de Natureza Individual ou Coletiva",** a qual envolve a promoção de ações (individuais ou coletivas) que viabilizem a mudança de hábitos das pessoas vindo a contribuir no controle da emissão GEE proveniente das ações antropogênicas. As UR que apresentam essa discussão são: UR – B3.15.1.D(mt), Q1. FUN.1.CM(mt) e Q2.9.SM (mt).

As UR – B3.15.1.D(mt), Q1. FUN.1.CM(mt) apontam para atitudes individuais, como a redução de consumo de água e de energia, sugerindo que cada pessoa ao realizar pequenas ações colabore com a minimização do problema, pois como nos diz Molion: *"O importante é não ficarmos passivos*

diante de fenômenos e fatos que atingem a nossa vida" (Q1, 2014, p. 79). Considera-se os seguintes excertos:

UR – B3.15.1.D(mt)

> Além das medidas tomadas por governos e empresas, **cada um de nós pode colaborar para a solução do problema: diminuindo o consumo de energia (apagando a luz de cômodos vazios, desligando aparelhos que não estejam em uso, optando por lâmpadas e aparelhos mais eficientes) utilizando, sempre que possível, transporte coletivo; usando carro a álcool; mantendo motores bem regulados; reduzindo o volume de lixo, reciclando e reaproveitando materiais** (B3, 2014, p. 203 grifo nosso).

UR – Q1. FUN.1.CM (mt)

> Diante das controvérsias entre o Prof. Molion e o IPCC constatamos que na verdade não existe uma verdade única. A poluição e a degradação ambiental são reais, mas interesses políticos sempre vão existir. **O importante é não ficarmos passivos diante de fenômenos e fatos que atingem a nossa vida.** Mas para mudar qualquer coisa precisamos nos armar de conhecimentos, como os apresentados nessa unidade, **que nos permitem entender e conhecer um pouco melhor o mundo em que vivemos, e assim tomar uma posição em relação aos assuntos que nos atingem, defendendo nossos interesses com base em conhecimentos reais e específicos**. (Q1, 2014, p. 79, grifo nosso).

Já a UR – Q2.9.SM (mt) fomenta a possibilidade de diminuir consideravelmente a poluição térmica, desde que haja a redução da liberação de fumaça aquecida das chaminés industriais e escapamentos de veículos, resultantes da queima de combustíveis fósseis. Nesse caso, contribui-se para a redução da intensificação do EE e da não formação do *smog,* como exposto a seguir:

> **As principais formas de erradicação da poluição térmica passam pela redução da liberação de fumaça aquecida, o que implica diminuição da queima de derivados do petróleo, bem como pelo pré-resfriamento dos efluentes liberados nos rios e águas superficiais**. A energia térmica desses efluentes pode ser utilizada, por exemplo, no aquecimento urbano, o que não só reduz a poluição como também permite uma economia de energia (Q2, 2014, p. 136, grifo nosso).

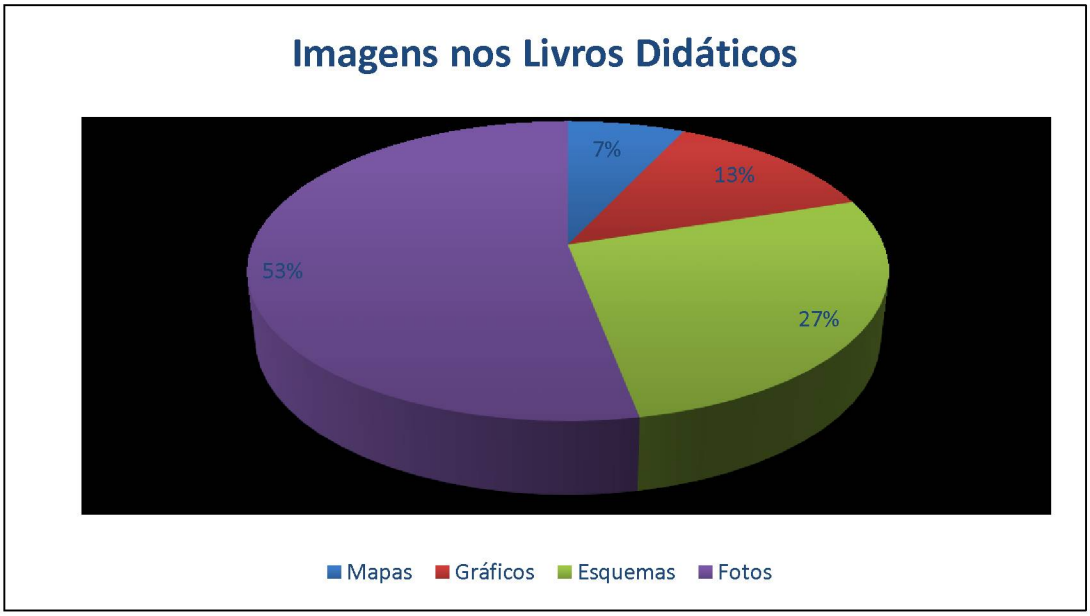
Contudo, em todas as UR analisadas desse grupamento, observa-se que os textos salientam muito mais as dimensões biofísica do fenômeno climático do que a dimensão social. Enfatiza-se a importância de aquisição de conhecimentos

como uma proposta de prevenção às mudanças climáticas, no entanto ao invés de propor que estas sejam coletivas, ressaltam-se ações individuais.

Desse modo, retira-se a responsabilidade dos estudantes em se comprometerem com ações coletivas que contribuam para a redução da emissão de CO_2 na atmosfera, ou seja, "obstrui-se a hipótese da responsabilidade coletiva impedindo a percepção social dos sérios riscos que suas consequências reais e potenciais acarretam" (SERANTES–PAZOS, 2016, p.163), propiciando um descompromisso social com relação ao estabelecimento de estratégias de prevenção às mudanças climáticas.

Ao final do diagnóstico das categorias, obteve-se como resultado da análise os seguintes dados iconográficos: 7% são mapas, 13% são gráficos, 27% são esquemas e 53% são fotografias que, em conjunto, procuraram facilitar e ilustrar a temática das mudanças climáticas tendo por objetivo auxiliar a formação do conhecimento escolar sobre este fenômeno, conforme observado no gráfico 09.

GRÁFICO 09: IMAGENS PRESENTES NOS LIVROS DIDÁTICOS - PERCENTUAL NOS TEXTOS ANALISADOS



FONTE: A Autora (2018).

Esse gráfico apresenta o percentual e representa que os autores dos livros didáticos se utilizam das iconografias como um subsídio à compreensão do conteúdo, reafirmando a posição de Gouvêa et al. (2016, p. 137), quando diz

que “uma das funções da imagem é ser fonte de conhecimento em práticas educativas contribuindo para o aprendizado”.

Na seção seguinte, analisam-se as propostas de atividades, a fim de compreender se o modo de sua organização oportuniza ao estudante, a leitura, a pesquisa e o debate acerca das mudanças climáticas, com a finalidade de se analisar em que medida o conhecimento escolar sobre mudanças climáticas abordado nas tarefas contribuem para que os estudantes construam concepções científico-sociais, econômicas e políticas sobre este fenômeno.

5.2.3 Análise das atividades relacionadas às Mudanças Climáticas

Tendo em vista que as atividades são formalmente estruturadas para atender ao processo ensino-aprendizagem nos ambientes escolares, essas podem ser consideradas como um bom recurso de análise. Nessa perspectiva, as atividades têm o objetivo de elevar a possibilidade de que os estudantes tenham contato com experiências que os permitam apreender novos conhecimentos atingindo aos propósitos educacionais.

Nesse sentido, a atividade é considerada orientadora do ensino porque, segundo Pozebon e Lopes (2019, p. 224) constitui-se em uma atividade organizada “intencionalmente, capaz de desencadear no estudante um conjunto de ações que visam à solução coletiva de uma situação problema cujo objetivo é levar o sujeito à aprendizagem de um novo conceito”, podendo ser pensada dentro desse contexto, como um elemento de formação do estudante e do professor.

É sob essa perspectiva de atividade, como o elemento fundamental do processo de ensino-aprendizagem capaz de desencadear no estudante a apropriação de um novo conceito, é que as atividades propostas nos livros didáticos foram analisadas.

Como descrito na metodologia (Capítulo 4), organizou-se as atividades para análise, considerando o seu caráter descritivo e interpretativo ou se apresentavam propostas de debate, investigação e pesquisa. Assim, as atividades foram ordenadas nas seguintes categorias:

a) Atividades de reprodução de conteúdo.
b) Atividades com propostas de interpretação de dados e/ou investigação.

c) Atividades com proposta de pesquisa, discussão e debate.

Dentro dessas 3 (três) categorias, evidenciou-se que das atividades analisadas atividades analisadas, 56% são tarefas com propostas de reprodução ou cópia de textos já estudados, 11% se caracterizam por atividades de interpretação de dados que necessitam o estabelecimento de relações entre diferentes conhecimentos em busca da resposta disponíveis no texto base disponível para estudo. Os 33 % restantes são tarefas com propostas de pesquisa envolvendo discussão e debate, demonstrado no Gráfico 09 a seguir:

GRÁFICO 10: ATIVIDADES PRESENTES NOS LIVROS DIDÁTICOS - PERCENTUAL NOS TEXTOS ANALISADOS



FONTE: A Autora (2018).

a) Atividades de Reprodução de Conteúdo

Nesta seção, apresentam-se as considerações sobre a categoria "**Atividades de Reprodução de Conteúdo**", destacando-se as UR e UC e os volumes das coleções analisadas em que esses enunciados estavam presentes, evidenciando como essas atividades abordam à temática mudanças climáticas, e se auxiliam na formação do conhecimento escolar.

Com esta primeira categoria, tem-se as tarefas com propostas de reprodução de conteúdo já estudado. Dos 12 livros selecionados para análise,

as coleções B3 e G1 são as que trazem atividades sob esta perspectiva. As UR que apresentam essa discussão são: UR – B3.10.15.1(sa) e G1.11.2.PRA(sa).

A UR–B3. 10.15.1(sa) oportuniza 10(dez) atividades com a característica de "reprodução de conteúdo". Como todas as 10(dez) são questões de vestibular e por serem muito semelhantes, foram selecionadas 5(cinco) atividades como exemplo desta categoria, apresentadas a seguir:

a) UR–B3. 10.15.1(sa): A questão apresenta os problemas causados pelo excesso de gás carbônico (CO_2) e metano (CH_4) na atmosfera e sua relação com o aquecimento global, ao mesmo tempo em que, enaltece a importância desses gases para o equilíbrio ecológico.

> **4.** (Enem) O aquecimento global, ocasionado pelo aumento do efeito estufa, tem como uma de suas causas a **disponibilização acelerada de átomos de carbono para a atmosfera**. Essa disponibilização acontece, por exemplo, na queima de combustíveis fósseis, como a gasolina, os óleos e o carvão, que libera o gás carbônico (CO2) para a atmosfera. Por outro lado, a produção de metano (CH4), outro gás causador do efeito estufa, está associada à pecuária e à degradação de matéria orgânica em aterros sanitários. Apesar dos problemas causados pela disponibilização acelerada dos gases citados, eles são imprescindíveis à vida na Terra e importantes para a manutenção do equilíbrio ecológico, porque, por exemplo, o:
>
> a) metano é fonte de carbono para os organismos fotossintetizantes.
> b) metano é fonte de hidrogênio para os organismos fotossintetizantes.
> c) gás carbônico é fonte de energia para os organismos fotossintetizantes.
> d) gás carbônico é fonte de carbono inorgânico para os organismos fotossintetizantes.
> e) gás carbônico é fonte de oxigênio molecular para os organismos heterotróficos aeróbios (B3, 2014, p. 209, grifo nosso).

Ao analisar a atividade, entendeu-se que a mesma, apesar de expor uma explicação sobre a procedência do gás CO_2 e CH_4, enfatiza que são gases que *"causam"* o EE. Logo, à primeira vista, os estudantes podem realizar a seguinte conexão: se esses gases, *"causam"* o EE, eles são um *"problema"* e como tal deveriam ser *"eliminados"* da atmosfera. No entanto, ao final da questão, há a frase: *"Apesar dos problemas causados pela disponibilização acelerada dos gases citados, eles são imprescindíveis à vida na Terra e importantes para a manutenção do equilíbrio ecológico"* (B3, 2014, p. 209) indicando que esses mesmos gases são importantes. Contudo, essa afirmação estabelece uma contradição, pois em nenhum momento a questão explica porque "esses gases" são importantes para a manutenção do EE.

Tal fato não contribui efetivamente para que o estudante compreenda o papel desses gases no EE e, consequentemente, para o equilíbrio ecológico. Em razão disso, a questão não favorece na compreensão da complexidade do fenômeno das mudanças climáticas.

b) UR–B3. 10.15.1(sa): A questão apenas indaga o estudante sobre a nomenclatura das reações químicas citadas e qual delas contribui para o agravamento do EE atmosférico.

> **7.** (Fuvest-SP) O agravamento do efeito estufa pode estar sendo provocado pelo aumento da concentração de certos gases na atmosfera, principalmente do gás carbônico. Dentre as seguintes reações químicas:
> I. queima de combustíveis fósseis;
> II. fotossíntese;
> III. fermentação alcoólica;
> IV. saponificação de gorduras,
> - produzem gás carbônico, contribuindo para o agravamento do efeito estufa:
> a) I e II b) I e III c) I e IV d) II e III e) II e IV
> (B3, 2014, p. 210)

Para responder esta questão, o estudante necessita de conhecimento sobre as reações químicas citadas, e caso haja dúvida, esse poderá consultar o texto do livro para respondê-la. Essa questão não apresenta aprofundamento teórico que relacione esses processos com o aquecimento global – EE e consequentemente às mudanças climáticas não favorecendo também a sua compreensão.

c) UR–B3. 10.15.1(sa): A questão apresenta uma situação problema: descongelamento do polo norte. Diante desse fato, menciona que alguns países industrializados escrevem uma “carta de intenções” em que se comprometem a plantar mais árvores com o intuito de reduzir o EE e conter o aquecimento global.

> **10.** (Fuvest-SP) A recente descoberta de uma vasta região de mar descongelado no polo norte é um exemplo dos efeitos do aquecimento global pelo qual passa o planeta. Alarmados com a situação, alguns países industrializados elaboraram uma carta de intenções em que se comprometem a promover amplos reflorestamentos, como uma estratégia para reduzir o efeito estufa e conter o aquecimento global. Tal estratégia se baseia na hipótese de que o aumento das áreas de floresta promoverá maior:
>
> a) liberação de gás oxigênio, com aumento da camada de ozônio e redução da radiação ultravioleta.
> b) retenção do carbono na matéria orgânica das árvores, com diminuição do gás carbônico atmosférico responsável pelo efeito estufa.

> c) disponibilidade de combustíveis renováveis e, consequentemente, menor queima de combustíveis fósseis, que liberam CFC (clorofluorcarbono).
> d) absorção de CFC, gás responsável pela destruição da camada de ozônio.
> e) sombreamento do solo, com resfriamento da superfície terrestre.
> (B3, 2014, p. 210).

Novamente, outra questão que estabelece relação superficial, no caso entre a correspondência do plantio de árvores com a redução do EE. Como em nenhum momento propicia a reflexão sobre qual seria a contribuição do reflorestamento para a diminuição dos efeitos do aquecimento global, esta atividade também não colabora para que o estudante estabeleça a interdependência entre os fatos apresentados e a mitigação do fenômeno das mudanças climáticas.

d) UR–B3. 10.15.1(sa): A questão apresenta afirmações e as relaciona com o compromisso estabelecido pelos países no Protocolo de Kyoto.

> **13.** (PUC-RS) Considerando as informações acerca das alterações ambientais, foco do Protocolo de Kyoto:
>
> I. A elevação da concentração de dióxido do carbono na atmosfera é uma das unidades de medida utilizadas na previsão da dimensão do efeito estufa no planeta.
> II. O gás carbônico é considerado um dos principais poluentes responsáveis pelo aquecimento global, e sua concentração na atmosfera é cada vez mais elevada.
> III. O aumento progressivo de CO_2 irá elevar a temperatura do planeta, preservando apenas as regiões polares.
> IV. Com o crescimento das taxas de emissão de CO_2, haverá elevação da temperatura do planeta e, consequentemente, redução do nível do mar, causada pela evaporação.
> Estão corretas apenas as afirmativas:
> a) I e II. b) I e III. c) II e III. d) II e IV. e) III e IV (B3, 2014, p. 211)

A questão apresenta afirmações de compromisso assumido pelos países no Protocolo de Kyoto, porém, não traz nenhuma informação sobre: o que é o Protocolo; quais são suas ações; este Protocolo está sendo cumprido? A resposta da questão apenas exige que o estudante saiba que o CO_2 é considerado um dos principais gases que intensificam o EE e, consequentemente, contribui para o aquecimento global.

e) UR–B3. 10.15.1(sa): A questão apenas apresenta uma das consequências do fenômeno EE, que é o aquecimento dos oceanos solicitando a análise das proposições que explica o motivo dessa alteração.

> **17.** (Fuvest-SP) Uma das consequências do “efeito estufa” é o aquecimento dos oceanos. Esse aumento de temperatura provoca:

a) menor dissolução de CO2 nas águas oceânicas, o que leva ao consumo de menor quantidade desse gás pelo fitoplâncton, contribuindo, assim, para o aumento do efeito estufa global.
b) menor dissolução de O2 nas águas oceânicas, o que leva ao consumo de maior quantidade de CO2 pelo fitoplâncton, contribuindo, assim, para a redução do efeito estufa global.

c) menor dissolução de CO2 e O2 nas águas oceânicas, o que leva ao consumo de maior quantidade de O2 pelo fitoplâncton, contribuindo, assim, para a redução do efeito estufa global.

d) maior dissolução de CO2 nas águas oceânicas, o que leva ao consumo de maior quantidade desse gás pelo fitoplâncton, contribuindo, assim, para a redução do efeito estufa global.

e) maior dissolução de O2 nas águas oceânicas, o que leva à liberação de maior quantidade de CO2 pelo fitoplâncton, contribuindo, assim, para o aumento do efeito estufa global.
(B3, 2014, p. 212)

Após análise, constatou-se que a questão apresenta afirmações sobre a consequência do aquecimento da água dos oceanos causada pelo EE, mas não estimula que o estudante relacione esse fenômeno com suas causas, apenas quer saber sobre uma das possíveis consequências do aumento da temperatura. Nesta questão, como o aquecimento das águas está sendo relacionado apenas com o EE, isso poderá contribuir para que o estudante forme conceitos 'equivocados' sobre a relação existente entre: aquecimento global, EE e mudanças climáticas

UR – G1.11.2.PRA(sa): Esta atividade pertence ao texto complementar "Grande piscina de água doce se expande no Ártico".

Pesquise e Reflita: Grande piscina de água doce se expande no Ártico, diz pesquisa

FIGURA 32: OCEANO ÁRTICO – VERÃO 2009


Vista do oceano Ártico durante o verão. Foto de 2009.

Pesquise, reflita e responda as questões de acordo com o texto lido:
1. Como a corrente do golfo ameniza o clima da Europa?
2. Onde se origina a corrente do Golfo?
3. O texto aborda três fatores que modificam o clima. Quais são eles?
(G1, 2015, p. 143-144).

A atividade traz a imagem ilustrativa do fenômeno do degelo do Ártico. As questões propostas não encaminham o estudante à investigação, apenas requer sua leitura e interpretação do texto lido. Nesse caso também, como as demais analisadas, a atividade exige apenas que o estudante repita os dados já estudados, sem reflexão e crítica sobre o tema mudanças climáticas, EE e aquecimento global.

Na próxima seção, trata-se da segunda categoria de análise das atividades.

b) Atividades com propostas de interpretação de dados e/ou investigação.

Nesta seção, apresentam-se as considerações sobre a categoria **"Atividades com proposta de interpretação de dados e/ou investigação",** destacando as UR e UC, e em quais volumes das coleções analisadas esses enunciados estavam presentes, evidenciando como essas atividades abordam à temática das mudanças climáticas, e se auxiliam ou não na aprendizagem do conteúdo.

Dos 12 livros selecionados para investigação e análise, as coleções B3, G1 e Q1 apresentam atividades sob essa perspectiva, as quais foram apresentadas a seguir:

UR – B3.10.15.1(sa): Pergunta sobre como o processo de aquecimento global está provocando o derretimento do gelo na Antártica.

> **2.** A foto abaixo mostra uma foca leopardo (*Hydrurga leptonyx*; 2,4 m a 3,6m de comprimento) na Antártida. Ela ilustra um efeito de um processo estudado neste capítulo. Qual é esse processo e que efeito está indicado pela foto? (B3, 2014, p. 209)

FIGURA 33: FOCA LEOPARDO (*Hydrurga leptonyx*)



FONTE: (B3, 2014, p. 209)

A questão proposta nessa atividade requer que o estudante reflita sobre as causas e consequências do fenômeno, pesquise no texto ou em outras fontes para então responder. Além de analisar a imagem da foca leopardo (*Hydrurga leptonyx*) em cima de um pedaço de gelo. Se o estudante for bem orientado, a

sua pesquisa poderá complementar o conteúdo apresentado no texto sobre a relação entre o aquecimento global e as mudanças climáticas.

G1.12.2.RC (sa): A questão apresenta um fato já abordado no texto do LIVRO DIDÁTICO, que a China é o país com maior emissão de CO_2 do Planeta e os EUA é o maior poluidor *per capita*, e propõe duas questões sobre este assunto.

> **Refletindo sobre o Conteúdo – Atividades**
> **Atividade 3.**
> Hoje, a China já se tornou o maior emissor de CO_2 do planeta. No entanto, o maior poluidor per capita continuam sendo os Estados Unidos. (Revista Aquecimento Global. São Paulo: **Editora On-line**, ano 1, n.º 2, p.47).
> a) Que peso a China e Estados Unidos têm na economia mundial?
> **b) A partir do sec. XVIII houve um aumento da concentração de CO_2 na atmosfera. Qual a relação entre o desenvolvimento industrial e emissão de gás carbônico?**
> (G1, 2015, p. 154)

Ao analisar essa proposta de atividade, que exige do estudante o retorno ao texto estudado, também proporciona que esse realize uma pesquisa no próprio livro, caso contrário a resposta da 'questão b', não será respondida. Observou-se, portanto, que essa atividade propicia intencionalmente a pesquisa e, consequentemente, a reflexão sobre o tema estudado, encaminhando para um aprendizado mais aprofundado sobre a temática do aquecimento global e às mudanças climáticas.

Q1.2.Q(sa): A questão apresenta o aumento da temperatura como uma problemática do Séc. XXI e relaciona algumas possíveis consequências desse aquecimento destacando as que acometerão os oceanos.

> **Questão 7.** (Enem) Com base em projeções realizadas por especialistas, prevê-se, para o fim do século XXI, aumento de temperatura média, no planeta, entre 1,4ºC e 5,8ºC. Como consequência desse aquecimento, possivelmente o clima será mais quente e mais úmido, bem como ocorrerão mais enchentes em algumas áreas e secas crônicas em outras. O aquecimento também provocará o desaparecimento de algumas geleiras, o que acarretará o aumento do nível dos oceanos e a inundação de certas áreas litorâneas. As mudanças climáticas previstas para o fim do séc. XXI:
>
> a) provocarão a redução de taxas de evaporação e de condensação do ciclo da água.
> **b) poderão interferir nos processos do ciclo da água que envolve mudança de estado físico.**
> c) promoverão o aumento da disponibilidade de alimento das espécies marinhas.
> d) induzirão o aumento dos mananciais, o que solucionará os problemas de falta de água no planeta.

> e) causarão o aumento do volume de todos os cursos de água, o que minimizará os efeitos da poluição aquática. (Q1, 2014, p. 38, grifo nosso).

De acordo com o enunciado, para responder essa questão o estudante deverá relacionar os efeitos das mudanças climáticas aos estados físicos que envolvem o ciclo da água e a consequência desta alteração na temperatura média do Planeta. A análise propiciou o entendimento de que essa questão exige que o estudante não apenas decore o ciclo da água, como também, relacione suas fases com as alterações climáticas, exigindo, portanto, uma postura de investigação e interpretação dos dados, não apenas repetição de conteúdo.

Na próxima seção, trata-se da terceira categoria de análise das atividades.

c) Atividades com propostas de pesquisa, discussão e debate.

Nesta seção, apresentam-se as considerações sobre a categoria **"Atividades com propostas de pesquisa, discussão e debate",** destacando as UR e UC, e em quais volumes das coleções analisadas estes enunciados encontram-se presentes, evidenciando como essas atividades abordam à temática mudanças climáticas, e se auxiliam na aprendizagem do conteúdo.

Dos 12 livros selecionados para estudo, as coleções B3, F1, F2, G1, Q1 e Q2 são as que apresentam atividades sob esta perspectiva, ressaltando que todas essas são encontradas no manual do professor, as quais serão apresentadas a seguir:

B3.10.15(sa): A atividade sugere que o professor proponha aos estudantes uma pesquisa aprofundada sobre o aquecimento global envolvendo o apoio de professores de outras disciplinas, recomenda Física, além da sugestão de assistirem a um vídeo. Após a pesquisa e o vídeo, os grupos de estudantes deverão apresentar seus resultados e realizar um debate sobre o tema.

> **A) Em grupos** (pesquisa e debate sobre o tema: aquecimento global) que deve contar com o apoio dos professores de Física. Ele deve apresentar os resultados da pesquisa para a classe e para a comunidade escolar, pois esse é um problema importante e de muito interesse para todas as pessoas, do Brasil e do mundo.
> **B) Vídeo: *Uma verdade inconveniente*** (Paramount, 2006), baseado no livro de mesmo nome. Após a exibição do filme, pode ser aberto um debate sobre a questão do aquecimento global, se possível, com a presença de especialistas no assunto (B3, 2014, p. 377)

F1.10.ED(sa): Esta atividade propõe que os estudantes assistam a um vídeo como introdução dos estudos relacionados com energia renovável e não renovável, e mostra a geração de energia proveniente do lixo (relação com Química e Meio ambiente). Posteriormente, sugere que o professor proponha um debate no qual os estudantes deverão apresentar argumentos para discutir como a exploração das fontes de energia podem prejudicar o meio ambiente causando alterações climáticas.

> **Sugestão de Vídeo**
> Entrevista com Roberto Schaeffer - 4ª Semana do Meio Ambiente. Sugerimos esse vídeo como introdução ao capítulo. O tema é energia, um recurso para o qual ainda se buscam soluções sustentáveis. Um projeto feito pelas crianças (interdisciplinaridade na escola), o vídeo mostra a geração de energia proveniente do lixo (reciclagem, relação com a Química e Meio ambiente). Há também uma entrevista com o Professor Roberto Schaffer, que explica as várias fontes de energia, enfatizando as renováveis.
>
> **Sugestão de Atividade**
>
> • Após assistir ao vídeo, peça aos estudantes que formem grupos de 4 integrantes para:
> - identificar pelo menos três assuntos tratados no vídeo;
> - sugerir fontes de energia renovável;
> - apresentar sugestões do que os alunos podem fazer em casa ou na escola para colaborar com a conservação do seu meio ambiente;
> - apresentar ideias para a conservação do meio ambiente no seu bairro e na sua cidade;
> Promova em seguida uma discussão em sala sobre como a exploração das fontes de energia pode prejudicar o meio ambiente por meio do desmatamento, da poluição dos mares, dos rios e do ar, da extinção das espécies de animais e vegetais, **das alterações climáticas**. Peça aos estudantes que apontem ideias para uma exploração responsável do meio ambiente. Nesse momento entram **os conceitos de energia renovável e não renovável,** que são muito importantes e estão na mídia impressa e eletrônica (F1, 2013, p. 55, grifo nosso).

F1.13.ED(sa): Esta atividade propõe ao professor trabalhar com os estudantes o vídeo sobre "Mudanças Ambientais Globais", destacando as questões de movimento e pressão atmosférica, conteúdo deste capítulo. Há a possibilidade de ser realizado um experimento em sala, como sugere o vídeo.

> **Estratégia Didática:** Pressão Atmosférica - **Atividade:** Vídeo "Mudanças Ambientais Globais"
> Vivemos no fundo de um oceano de ar, que tem peso. A camada de ar exerce uma pressão sobre a superfície terrestre, denominada de pressão atmosférica. Essa pressão exerce uma força e, todas as direções simultaneamente. Quanto maior a altitude de uma região, menor a pressão atmosférica sobre a superfície, pois há menos ar acima dela. **Assista ao vídeo**: **Mudanças Ambientais Globais –** Coordenação geral: Ivette Maria soares Rodrigues

> **a) Movimentos na atmosfera:** aqui é possível simular as condições climáticas e observar as mudanças de pressão e temperatura. Atente ainda para os gráficos.
> **b)Medindo a pressão atmosférica:** aqui há um experimento proposto. Pode ser observado pelos alunos ou realizado em sala. Cabe a você, de acordo com seu plano de aula, definir a melhor maneira de explorá-los. (F1, 2013, p. 67, grifo nosso)

F2.4.ED(sa): Nesta atividade, a sugestão de assistir dois vídeos cuja temática é "Aquecimento Global", para que possa ser discutido em sala a questão associada às mudanças climáticas. Propõem que haja um trabalho interdisciplinar entre a Física (Ciências Exatas) com Sociologia, Ciência Política, História e Geografia (Ciências Humanas), com o intuito de aproximar essa temática com as questões sociais e do cotidiano do estudante. Percebeu-se também nessa atividade a proposta de sugestão de atividade em grupo, no qual cada um realizará uma pesquisa orientada, que após a coleta de dados apresentarão ao grande grupo em forma de debate.

> **Estratégia Didática:**
> **Atividade:** Transmissão por irradiação - Vídeo: Aquecimento Global. Professor, você poderá iniciar a abordagem do capítulo com a discussão de assuntos relacionados com o **aquecimento global e as mudanças climáticas** que aparecem frequentemente nos noticiários. Essa é uma estratégia que pode aproximar as Ciências Exatas e o cotidiano, observando os aspectos políticos, econômicos e social que permeiam qualquer ação humana – daí a relevância, neste caso, da participação das Ciências Humanas, notadamente da Sociologia, da Ciência Política, da Geografia e da História. Na impossibilidade de levantar uma pesquisa sobre esse tema recomendamos o vídeo:
> **Sugestão de Vídeo**
>
> **1- Aquecimento global (Globo Ecologia, parte 1)**
>
> Para um aprofundamento do tema sugerimos aos alunos o filme
> **2- Uma verdade Inconveniente: Al Gore (1h)**
> Trata-se de um documentário no qual o ex-candidato à presidência norte-americano Al Gore apresenta uma alarmante e preocupante perspectiva sobre o futuro do nosso planeta. Esse filme pode servir de introdução a um projeto que envolve o professor de Física, o de Geografia e o de História Geral.
>
> **3- Sugestão de Atividade em Grupo**
> Sugerimos uma atividade de pesquisa e também um debate, que simule o que ocorre na Organização das Nações Unidas (ONU).
> A sala pode ser dividida em grupos de 4(quatro) estudantes, e cada grupo pode representar um país. Professor, você pode ser o responsável por fazer a relação dos países participantes que, depois, serão sorteados ente os grupos. É importante que a escolha dos países seja heterogênea, isto é, que não sejam escolhidos apenas como EUA, Alemanha, França e China, mas também Cazaquistão, Índia, África do Sul, Chile, etc. Cada grupo é uma comissão que representa a

> determinado país. Para isso, os integrantes terão de pesquisar os seguintes itens, referentes ao seu pais:
>
> - Localização número de habitantes, língua oficial, moeda e bandeira;
> - Potencialidade energética, isto é, os recursos energéticos de que o país dispõe e as responsabilidades e vantagens político-econômicas decorrentes disso:
> - IDH e PIB;
>
> Cada um dos grupos deve apresentar e defender uma proposta com alternativas para diminuir a emissão de gases poluentes na atmosfera. Antes de iniciar o debate, cada um dos grupos entrega a você um relatório de no máximo três páginas com as informações do que foi pesquisado e com a proposta. No debate, cada grupo apresenta as matrizes energéticas do país representando e expões a proposta elaborada. Os grupos espectadores podem discordar dela e apresentar seus argumentos com base nos mais diversos motivos, que podem ser políticos, econômicos, sociais e culturais. Dá-se início ao debate com cada país defendendo seus interesses e apresentando suas justificativas. Professor, você será o mediador e o responsável por determinar o tempo em que cada grupo vais se manifestar e também o tempo de réplica e tréplica dos outros grupos. Ao final do debate, você poderá eleger um relator ou até mesmo exercer esse papel. Propomos que seja feito um relatório no qual constarão as metas de melhoria na emissão de gases poluentes da atmosfera e uma lista de medidas cujo objetivo é a preservação do planeta de modo geral, com assinatura dos líderes de cada um dos países, eleitos pelos próprios grupos. Desse modo, a atividade faz dos alunos produtores de conhecimento, e não apenas receptores, incentivando a interação não apenas entre os integrantes de cada grupo, mas também entre os integrantes de todos os grupos e o contexto em que ele atuam – o planeta -, já que estão representando diferentes países. Os alunos terão de praticar diversas competências, a elaboração de alternativas e a argumentação, ao terem de trabalhar com diferentes pontos de vista. Se você considerar importante, o relatório final pode ser publicado na internet, um blog, ou no site da instituição escolar. Também se você achar pertinente, de modo que os alunos possam aproveitar a atividade ao máximo, considere a possibilidade de trabalhar a atividade com mais de uma turma ao mesmo tempo, e pondere se o debate poderia ocorrer fora de sala de aula, num local da escola que você julga mais interessante ou mais adequado (F1, 2013, p. 31 – 32 grifo nosso).

Q1.1.11(sa): Como nesta unidade a temática é mudanças climáticas, há a sugestão de assistir ao vídeo: “Uma Verdade Inconveniente – Al Gore” e o documentário “Mudanças Climáticas – Molion”, para que o estudante conheça as controvérsias e complexidade que envolvem essa temática e possa, após estudo e reflexão, tomar seus próprios posicionamentos sobre o tema.

> O tema central desta primeira unidade é Mudança climática. Foram **selecionadas algumas notícias sobre eventos climáticos, como índice pluviométrico e aquecimento global.** A partir disso, foram levantadas algumas questões em relação às informações fornecidas nos textos da seção Saiu na Mídia que são respondidas ao longo de cada unidade. **Atividade:** Caso haja possibilidade, convide os alunos a assistir ao filme: **Uma Verdade Inconveniente –** apresentado pelo

> ex-vice-presidente te dos EUA - **Al Gore, sobre o aquecimento global e as consequências climáticas que estão ocorrendo ao redor do mundo,** por expor de maneira simples e didática a questão do aquecimento global. Com o documentário tem aproximadamente 96 minutos de duração, seria necessário reservar um horário à parte para passar o filme. **Logo após o filme ou na aula seguinte, pergunte aos alunos sobre a impressão que tiveram em relação ao documentário**, fale sobre a posição dos céticos em relação ao assunto ou peça que assistam ao **documentário do Dr. Luiz Carlos Molion – "Mudanças Climáticas".** No livro há um pequeno texto sobre esse ponto de vista na pa. 60. É importante que o aluno aprenda a refletir sobre pontos de vista diferentes antes de tomar uma posição. Se não for possível exibir o filme, sugerimos que inicie a aula lendo os textos da seção Saiu na Mídia com os alunos, pausadamente, estacando causas e consequências, motivando-os a comentar sobre os fatos recentes relacionados ao fenômeno que estão ocorrendo não só no Brasil, mas em todo o mundo. Em ambos os caso, explique aos alunos que, antes de nos posicionarmos definitivamente sobre esse tema, há uma série de conceitos que precisamos aprender e, então, comece a matéria (Q1,2014, p.336, grifo nosso).

Q2.11.1(sa): Esta atividade propõe que o professor utilize os textos selecionados nesta unidade e as use como ponto de partida para um debate com os estudantes, como uma introdução à temática: Meteorologia e Variáveis do Clima" afirmando que após esta discussão os estudantes estarão mais preparados para compreender o fenômeno das mudanças climáticas.

> O tema central dessa primeira Unidade é "Meteorologia e as Variáveis do Clima". Para abertura de cada capítulo dessa unidade foram selecionadas notícias que mostram a importância da meteorologia e os diversos fatores que os meteorologistas precisam considerar para fazer uma previsão do tempo. Também são abordadas as alterações das variáveis do clima e os problemas que podem gerar para a saúde humana e para o meio ambiente, como por exemplo, em situações de umidade relativa do ar muito baixa ou muito alta. A discussão desse tema é bastante oportuna, pois está diretamente relacionada ao estudo dos gases e do meio ambiente. **Atividade:** Antes de iniciar o estudo dessa unidade, **faça um debate com a classe** para discuta sobre o que os estudantes têm observado nas notícias de jornais e na mídia em geral sobre **as alterações climáticas no planeta**, **como chuvas, variação de temperatura, secas e mesmo sobre as doenças desencadeadas pelas mudanças bruscas de temperatura**. Pergunte ainda se eles sabem como é feita a previsão do tempo e quais fatores devem ser levados em conta para se chegar a um resultado confortável. A partir desse debate, quando for realizada a leitura dos textos, o conhecimento do aluno estará enriquecido de informações, o que irá favorecer seu processo de aprendizagem (Q2, 2014, p.333).

Q2.11.3(sa):

> O tema central dessa primeira Unidade é Poluição Térmica. Trata-se de um tipo de poluição pouco discutida, que ocorre sem alarde, praticamente invisível, e que por isso tende a ser relegada como se fosse um problema menor. A poluição térmica pode afetar sensivelmente o meio ambiente causando uma série de mudanças e

> desequilíbrios no ecossistema. **Atividade:** Antes de iniciar o estudo dessa unidade sugerimos que os alunos assistam ao vídeo: **"SOS Meio Ambiente"** – Duração: 4min57s. Ele apresenta o meio ambiente em duas versões: águas limpas, florestas intactas que contrastam com queimadas, peixes mortos, chaminés das indústrias lançando poluentes. No decorrer do vídeo aparecem algumas frases para reflexões relacionadas a consumismo, um problema atual da maior gravidade (Q2, 2014, p.373, grifo nosso).

Como nesta categoria todas as atividades sugerem propostas de atividades em grupo, debates e pesquisas, tomou-se a liberdade de tecer um comentário único que envolve todas as UR.

As UR: B3.10.15(sa), F1.10.ED(sa), F2.4.ED(sa), Q1.1.11(sa), Q2.11.1(sa) são as que sugerem atividades de formação de grupos e organização de debates, a partir de pesquisas realizadas pelos estudantes. Essas, se bem aplicadas, promoverão debates interessantes para que os estudantes aprendam conceitos novos e aprofundem os que já tinham sido apropriados, além de contribuir para uma compreensão melhor acerca da complexidade e efeitos das mudanças climáticas, que atinge todos os seres vivos do Planeta.

Em relação às atividades que propõem "assistir a vídeos", tem-se 6(seis) atividades investigativas com essa sugestão, entretanto, apesar de serem vídeos, apresentam propósitos diferenciados.

As atividades Q2.11.3(sa), F1.10.ED(sa) sugerem que os vídeos indicados sejam utilizados como introdução ao conteúdo a ser estudado. No caso da UR – Q2.11.3(sa), para iniciar os trabalhos sobre o tema "Poluição Térmica" assistindo ao vídeo "SOS meio ambiente". Já vídeo da UR – F1.10.ED(sa), entrevista com o Prof. Roberto Schaeffer, para os estudos relacionados com energia renovável e não renovável.

As UR–B3.10.15(sa), F1.13.ED(sa), F2.4.ED(sa), Q1.1.11(sa) sugerem que os vídeos indicados sejam utilizados como complementação e aprofundamento do conteúdo estudado.

A UR–B3.10.15(sa) sugere que se assista ao vídeo "Al Gore" para aprofundamento sobre o aquecimento global e posterior debate. A UR – F1.13.ED(sa) sugere o vídeo "Mudanças Ambientais Globais" para um estudo mais detalhado acerca do conteúdo pressão atmosférica e a realização de um experimento sugerido no vídeo. A UR – F2.4.ED(sa) traz como sugestão dois

vídeos, um sobre a temática "Aquecimento Global" (Globo Ecologia) e um segundo vídeo "Al Gore", também para aprofundamento acerca da temática mudanças climáticas.

A UR – Q1.1.11(sa) traz como proposta de complementação de conteúdo o vídeo: "Uma Verdade Inconveniente – Al Gore" e o documentário "Mudanças Climáticas – "Molion", com o intuito de apresentar aos estudantes as controvérsias científicas inerentes às mudanças climáticas bem como a complexidade que envolve esta temática.

Ainda com relação às atividades com proposta de vídeo, ressalta-se que das 6(seis), 3(três) sugerem o mesmo filme: "Uma Verdade Inconveniente – Al Gore", como um meio de propiciar a discussão sobre a temática mudanças climáticas.

5.2.3.1 Considerações sobre as atividades analisadas

Diante das questões trazidas para a análise, conclui-se que há uma diversidade de atividades e cada uma atende a um propósito diferenciado.

Em relação às atividades analisadas na categoria "Reprodução de Conteúdo", verificou-se que apesar de apresentarem o fenômeno de EE relacionado com o aquecimento global e mudanças climáticas, essas enfatizam apenas descrições, em vez de explicações sobre o fenômeno, promovendo memorização ao invés de pensamento crítico, não contribuindo efetivamente para a construção de "conhecimento científico" significativo sobre a temática das mudanças climáticas.

Já as categorias com propostas de "Interpretação dos dados, Investigação" e "Organização de grupos de pesquisa e debate", apesar de estarem em menor número, procuraram trazer à luz questões imprescindíveis ao entendimento sobre a complexidade que envolve o fenômeno das mudanças climáticas bem como, as controvérsias científicas. Intencionalmente requererem do estudante ações de pesquisa, debate e discussão, além do simples retorno ao conteúdo estudado, essas constituem-se em exemplos de atividades orientadoras do ensino, conduzindo o estudante à aprendizagem de um novo conteúdo e à formação de cidadãos críticos e protagonistas por proporem ações que poderão ser efetivadas em relação à prevenção dos efeitos das mudanças climáticas. No entanto, como esse é um grupo específico de atividade, as demais

que são a grande maioria não contribuem efetivamente para a construção de um conhecimento científico sobre a temática das mudanças climáticas.

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em uma reflexão sobre o percurso desta pesquisa, percebeu-se que um trabalho investigativo com essa natureza temática não chega a um ponto final, fechando-se a questões conclusivas, pois se compreende a incompletude do processo discursivo.

Considera-se este momento do processo como o que mais se precisa ter consciência da provisoriedade dos fatos, dos sujeitos e dos sentidos, uma vez que não declara encerrada a pesquisa, porém, traz para a reflexão as intenções de sua produção e os objetivos alcançados, pois concluir, nesse contexto, significa apenas o desfecho temporário de um ciclo de conhecimento produzido.

Analisar em que medida o conhecimento escolar sobre Mudanças Climáticas, abordado nos Livros Didáticos de Biologia, Física, Química e Geografia – PNLD 2015, recebidos por escolas do município de Curitiba/PR, ascendeu a necessidade de se atribuir a este material a devida importância pedagógica em sala de aula, como um dos representantes que materializa o conhecimento científico na escola.

Tal pesquisa se justifica frente aos direcionamentos contidos nas diretrizes que orientam a Educação Básica e o reconhecimento que as ações antrópicas e as consequências das mudanças climáticas são um dos maiores desafios que a humanidade enfrenta na contemporaneidade, sobretudo por retratar o caráter complexo do clima e firmada a importância do livro didático como instrumento de transformação social.

Inicialmente, com vistas a compreender como o conhecimento escolar sobre as mudanças climáticas é abordado pelos autores nesses livros didáticos e, em seguida, analisar em que medida esse conhecimento pode contribuir para que os estudantes construam concepções científico-sociais, econômicos e políticos, apresentou-se os fundamentos epistemológicos e históricos sobre o fenômeno. Dessa forma, expôs-se a diferença entre mudanças climáticas naturais e antropogênicas e, concomitantemente, evidenciou-se a complexidade, controvérsias científicas e incertezas históricas que envolvem esta temática.

Ao longo da construção desta Tese, balizou-se as relações estabelecidas entre o modo que a sociedade historicamente vem interagindo com a Natureza e os efeitos que essas atividades antropogênicas provocaram ao longo do tempo

no Sistema Climático Terrestre. Especificamente, esboçou-se sobre as alterações no clima relacionadas ao aquecimento global e, consequentemente, às mudanças climáticas que se intercruzam e se manifestam também como temática nos livros didáticos.

Entende-se que a abordagem de questões dessa natureza, sobretudo por retratar o caráter complexo do Sistema Climático Terrestre, propicia o questionamento acerca do aparente consenso apresentado em muitos enunciados identificados nos livros didáticos, além de abrir espaços para a construção de conhecimentos que envolvam diferentes áreas e componentes curriculares.

A abordagem do fenômeno das mudanças climáticas sobre a perspectiva de um fenômeno complexo contribuiu para a compreensão de que o Planeta é um sistema integrado e que entre seus componentes existem diferentes níveis de organização e interações.

Percebeu-se, também, que a abordagem acerca da complexidade do fenômeno climático nos livros didáticos possibilitou que as discussões acerca das controvérsias e incertezas científicas que o envolvem, fizessem parte do cotidiano escolar, na tentativa de mostrar que essas contradições científicas emergem da realidade complexa que envolve a própria temática.

No que se refere à complexidade no ensino de Ciências Naturais, Silva (2007 p. 72) argumenta que as práticas nessa área devem apresentar, em suas discussões, "[...] os complexos aspectos que envolvem a emergência da crise ambiental e os questionamentos por ela suscitados". O autor entende que, esses questionamentos devem propiciar o debate acerca da relação entre homem-natureza, no sentido de superação da lógica cartesiana imposta pela estrutura socioeconômica da sociedade contemporânea.

No que se refere às Ciências Humanas, especificamente ao ensino da Geografia, Carneiro e Signoretti (2008) aconselham a necessidade de uma abordagem a qual desenvolva uma consciência espacial para que se propicie aos estudantes a compreensão da organização sistêmica do Planeta possibilitando o desenvolvimento de uma visão complexa da realidade, preparando-o para o reconhecimento das dinâmicas existentes no espaço geográfico e capaz de atuar criticamente sobre a realidade em que vive.

Nesse sentido, o processo educativo tem a possibilidade de propiciar a construção de uma visão mais reflexiva sobre a temática mudança climática, bem como oportunizar uma formação cidadã aos estudantes que participam ativamente desse movimento. O objetivo nos livros didáticos, portanto, não é o de indicar se o ser humano é ou não o responsável pelas mudanças climáticas, ou discutir a veracidade das previsões científicas, ou mostrar um posicionamento 'contra ou a favor'. Um dos propósitos desta Tese está em reconhecer a complexidade que envolve a temática.

Especificamente com relação à temática das mudanças climáticas, a sua importância e inserção como políticas pública e educacional se estabeleceu gradativamente pelas discussões existentes e pressões recorrentes das Conferencias Mundiais sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, da criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, dos encontros regulares da Conferência das Partes – COP/ MOP, do Protocolo de Kyoto e, principalmente, pela forte repercussão que teve a publicação do quarto relatório - AR4 do IPCC/2007.

Nessas circunstâncias, constatou-se que os documentos oficiais, como nos PCNEM (1999b, 2002, 2006), nas DCNEM (1998, 2012a) e, mais recentemente, as DCNEA, aprovada pela Resolução n.º 02, de 15 de junho de 2012 (BRASIL, 2012b), foram a base tanto para a organização do trabalho político como para o trabalho didático e pedagógico nas escolas.

A análise de documentos normativos e legislações referentes à Educação e à Educação Ambiental permitiu compreender uma série de elementos presentes na organização e composição curricular, que foram incorporados na tradição escolar e, consequentemente, constituíram-se em referência para a elaboração dos currículos escolares e a inserção e obrigatoriedade de temáticas ambientais no processo educativo, como também tornaram-se referência na elaboração dos projetos editoriais de livros didáticos, especificamente no âmbito do PNLD/2015.

No entanto, embora com a publicação dos documentos curriculares que orientam a Educação e a Educação Ambiental, quanto ao Edital n.º 01/2013/PNLD – 2015 de convocação para inscrição e avaliação das obras didáticas, apesar de exigir a obrigatoriedade da temática ambiental como critério de avaliação, observou-se nos livros didáticos analisados a sua presença ainda

de forma superficial e descontextualizada. Tal avaliação se apresenta de modo adverso ao postulado pelas legislações as quais preconizam que os componentes curriculares devem ser desenvolvidos de forma contextualizada e interdisciplinar, articulados ao processo de ensino e aprendizagem dos estudantes.

O Edital n.º 01/2013/PNLD – 2015 traz como um dos principais pressupostos para a área curricular das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que esta deve oportunizar aos estudantes o aprofundamento de seus conhecimentos sobre assuntos científicos e tecnológicos, priorizando o desenvolvimento e aprimoramento da linguagem científica constitutiva do pensamento científico e próprios de cada disciplina, os quais servirão de base para a compreensão dos problemas contemporâneos favorecendo, portanto, a possibilidade de uma melhor atuação dos estudantes na realidade social.

Para a área de Ciências Humanas e suas Tecnologias, cujo objeto de estudo é a sociedade humana e suas múltiplas relações, o referido Edital traz como pressuposto que os elementos como natureza, cultura, trabalho, território, espaço e tempo, devem ser compreendidos como eixos estruturadores dos seus componentes curriculares, os quais atuarão como corpo conceitual aglutinador dessa área e contribuirão para a compreensão, tanto dos fenômenos sociais, quanto dos grandes temas emergentes da sociedade.

Diante da análise realizada, evidencia-se que de modo geral os livros didáticos investigados apresentam as consequências das mudanças climáticas sempre como um fenômeno climático de extrema gravidade e resultante das ações antropogênicas que vêm intensificando o Efeito Estufa, aumentando a temperatura do Planeta e consequentemente alterando o Sistema Climático Terrestre.

Mesmo que os fatos apresentados sobre mudanças climáticas nesse material didático estejam coerentes e respaldados por pesquisas científicas, ainda apresenta uma abordagem superficial. Nesse caso, Serantes-Pazos (2016, p. 162) observou em seus estudos que esta temática é frequentemente tratada de forma “simples e reducionista tanto pelos livros didáticos, quanto pelos meios de comunicação, que simplificam, menosprezam e ignoram os avanços científicos ao seu respeito”.

Nesta perspectiva epistemológica, a autora revela que a estrutura da abordagem do saber científico do fenômeno climático nos livros didáticos "tem perdido em grande parte o seu poder por uma racionalidade social dominada por meios culturais preocupados com a desconstrução da realidade" (SERNTES-PAZOS, 2016, p.162), privando-se nesse caso a oportunidade de construção do saber na instituição escolar pelos estudantes.

A análise dos livros didáticos selecionados mostrou claramente a falta de uma abordagem interdisciplinar e contextualizada sobre a temática das mudanças climáticas, que evidencie a complexidade dos fatores astronômicos, geofísicos e atmosféricos que esse fenômeno. Nesse caso, os livros didáticos poderiam abordar em seus textos as questões sociais que estão por "trás" das políticas públicas, as controvérsias científicas, de forma a contribuir para a construção do conhecimento escolar e a formação científica dos estudantes, numa perspectiva de superar esta visão simplista apontada por Serantes-Pazos (2016).

Nota-se, portanto, a ausência nos textos dos livros didáticos uma discussão profunda e mais adequada sobre as causas e consequências que envolvem esta temática. Vieira e Bazzo (2007) mencionam que a não inclusão de temas controversos no ensino da área das Ciências da Natureza, 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 vem propiciar aos alunos uma imagem mais realista da relação entre o conhecimento científico e a Natureza.

A análise realizada sobre a abordagem da instituição do conhecimento escolar sobre mudanças climáticas na escola, por meio dos livros didáticos, evidenciou como os autores, pelo processo de didatização, apresentam as principais tendências e concepções subjacentes ao fenômeno climático, bem como em que medida o quadro atual sobre os problemas socioambientais foi sendo formatado, reconhecendo-se nesse caso a grande influência dos fatores sociais no desenvolvimento do conhecimento científico.

Justamente nesse contexto, é imprescindível que se estabeleça uma reflexão sobre o papel do ensino de Ciências na atualidade no sentido de se revelar a importância dessa formação para os jovens estudantes que, em grande

parte, encontram no processo de sua escolarização básica a única oportunidade de acesso ao conhecimento científico escolarizado.

Com a análise dos livros didáticos foi possível entender que há a necessidade de uma abordagem de conceitos científicos relacionados às disciplinas de Biologia, Física, Química e Geografia, que sejam mais consistentes e articulados com o cotidiano dos estudantes, caso contrário, não serão capazes de propiciar o interesse por ser demasiado mecânico e descontextualizado, muito menos prover aos estudantes condições necessárias para uma percepção e atuação crítica junto à sociedade.

Sabe-se que atualmente existe uma tendência no processo de didatização dos conhecimentos científicos com a utilização de imagens, modelos, esquemas cujo objetivo é promover o ensino numa perspectiva de superação da neutralidade dos fatos científicos e desarticulados da realidade dos estudantes.

Contudo, Lopes (1997, p. 107)) chama a atenção para o fato de que "para tornar um conceito assimilável, é preciso estabelecer uma linha de continuidade entre o conhecimento científico e o senso comum", caso contrário o didatismo pensado pelos autores considerado necessário para se chegar ao abstrato a partir de modelos concretos, quando mal utilizados, reforçam o senso comum, acarretando o afastamento dos estudantes desse conhecimento.

Considerando, portanto, a importância de outras formas de comunicação na veiculação de um conjunto de significações entre um emissor e um receptor na formação do conhecimento científico, e sabendo-se que as imagens são a representação do imaginário, a materialização de algo ou alguma coisa que já se conhece, e ainda que os livros didáticos estão cada vez mais ilustrados, esses fatos instigaram a análise da representação do fenômneo climático implicito nas imagens.

Em vista disso, analisar a posição das imagens nos livros didáticos, implica em considerar que existe um processo comunicacional constituído entre os autores dos livros didáticos e os leitores (estudantes, professores) que constroem a sua interpretação acerca de uma informação imagética a partir de suas experiências vivenciadas cotidianamente, pois segundo Gouvêa et. al. (2016, p. 144) "as imagens são de fundamental importância tanto na construção quanto na representação e comunicação de ideias e conceitos de vários campos do conhecimento".

Tomando por base essa interpretação, observou-se na análise que a utilização de outras linguagens, além da textual, referentes à temática das mudanças climáticas, não apresentaram um modelo, esquema e/ou imagem que fossem adequados e que explicassem satisfatoriamente o fenômeno ao qual essas se referiam.

Constatou-se que os autores dos livros didáticos por considerarem necessária a utilização de modelos concretos como: esquemas, fotos, analogias para representarem a realidade e torná-la mais assimilável, por não os utilizar de modo adequado, comprometeram a compreensão do fenômeno estudado justamente pelo excesso de didatismo que distanciou tais representações do conceito científico afastando do estudante a possibilidade da construção do conhecimento escolar (LOPES,1997).

Portanto, sabendo-se que toda imagem é também fonte de conhecimento em práticas educativas e que contribuem para o aprendizado, aconselha-se segundo Gouvêa e Oliveira (2010) a não utilização de imagens nos livros didáticos sem a devida contextualização, pois essa poderá não contribuir para a compreensão dos fenômenos, como no caso da existência do fenômeno climático, na medida em que essas não são formadas por elementos da cultura, realidade concreta dos estudantes.

Das atividades propostas e analisadas nos livros didáticos, constatou-se que a maioria foi categorizada como “tarefas com propostas de reprodução”, as quais solicitam que os estudantes atribuam como respostas às atividades a cópia dos textos já estudados, não possibilitando a reflexão, apenas a repetição e memorização das informações.

Já as atividades categorizadas como “propostas de pesquisa envolvendo discussão e debate” estavam presentes nos livros didáticos, na parte do **manual do professor**, no qual contém as orientações teórico-metodológicas ao professor acerca do conteúdo estudado. Segundo apontam Pozebon e Lopes (2019), essas atividades são consideradas como exemplos de “atividades orientadoras do ensino”, pois exigem dos estudantes ações de pesquisa e debate para que possam chegar a um resultado.

Entretanto, mesmo considerando essas atividades como relevantes para a construção do conhecimento escolar sobre o fenômeno climático, como essas se localizam no **manual do professor**, não garante a sua utilização, cabendo

apenas ao professor decidir se essas sugestões estão em consonância, ou não, com o seu planejamento para aplicá-las.

As demais atividades classificam-se como “atividades com propostas de interpretação de dados e/ou investigação” as quais requerem que o estudante reflita sobre as causas e consequências acerca do fenômeno, pesquise no texto estudado ou em outras fontes para então respondê-las. Se o estudante for bem orientado, a sua pesquisa poderá complementar o conteúdo apresentado no texto e a sua relação com as mudanças climáticas

Observou-se, portanto, que essas atividades propiciam intencionalmente a pesquisa e, consequentemente, a reflexão sobre o tema estudado, encaminhando o estudante para um aprendizado mais aprofundado e com significado sobre a temática das mudanças climáticas.

Diante das análises das atividades, evidenciou-se que mesmo na presença de atividades que propõem a pesquisa como busca de aprimoramento do conhecimento sobre o fenômeno climático, como a grande mioria requer apenas a reprodução do conteúdo estudado, em sua totalidade, as atividades presentes nos livros didáticos analisados não contribuem efetivamente para a construção de um conhecimento escolar sobre a temática das mudnaças climáticas.

Sob o ponto de vista pedagógico, considerando todo o potencial que o livro didático possui em veicular conhecimentos e possibilidades de acesso a diferentes textos em diferentes contextos, utilizando-se de diferentes argumentos para viabilizar processos de reflexão sobre temas complexos e controversos, como é o das mudanças climáticas, consideram-se os textos limitados cientificamente e insuficientes para modificar de modo significativo as atitudes e comportamentos dos estudantes. Desse modo, entende-se que tais textos perderam a oportunidade em contribuir para a compreensão dessa temática no contexto escolar.

Como consequência disso, conclui-se que os livros didáticos aprovados com relação à abordagem da temática das mudanças climáticas tem reforçado um modelo tradicional de ensino apresentando esse tema ambiental das mudanças climáticas como caráter acessório ao currículo, com tratamento superficial aos aspectos científicos relevantes, suprimindo por muitas vezes a discussão dessa temática sob o viés da complexidade e das controvérsias, além

da ausência de propostas de atividades efetivas que viessem contribuir com a compreensão do fenômeno em sua totalidade.

Ainda que fossem aprovados apenas livros didáticos ideais, que considerassem as controvérsias e complexidades inerentes ao fenômeno em questão e necessárias para a sua compreensão, é de se reconhecer que isso por si só não seria suficiente para resolver a complexa teia de relações que envolvem essa temática. Para tanto, segundo Rocha (2019, p. 332)

> [...] se faz necessário ações políticas efetivas de enfrentamento ao problema, no sentido de se investir na formação inicial e continuada de professores, com vistas a proporcionar aos docentes conhecimentos teóricos e práticos voltados para uma formação crítica e cidadã, como também potencializar e dar condições de estruturas físicas das escolas, equipando-as de forma que atenda a esses objetivos.

Acredita-se, portanto, na importância da discussão em sala de aula sobre a complexidade das mudanças climáticas, sobretudo e principalmente por meio dos livros didáticos, pelo fato de ser considerado como um dos principais veiculadores do conhecimento sistematizado e legitimado na educação básica, reconhecido na cultura escolar, e por ser um material já institucionalizado e valorizado na escola.

De modo geral, os livros didáticos analisados demonstraram certa dificuldade em articular com coerência e aprofundamento científico a temática das mudanças climáticas, pois apresentam um conhecimento escolar inconsistente ao nível médio de ensino que propicie aos estudantes avançarem com relação ao entendimento da complexidade do fenômeno e dos riscos inerentes à forma como o ser humano se relaciona com a Natureza.

Concluiu-se, portanto, que apesar dos livros didáticos abordarem a temática mudanças climáticas, os textos desse material didático pouco contribuem para que os estudantes construam concepções científico-sociais, econômicas e políticas sobre esse fenômeno, como sujeitos protagonistas de ações que os conduzissem a superação da crise socioambiental climática.

Defende-se assim, com base nos elementos analisados, a Tese de **que o conhecimento escolar presente nos textos dos livros didáticos não possibilita a incorporação de conhecimentos científicos suficientes sobre mudanças climáticas capaz de possibilitar que os estudantes se tornem**

sujeitos críticos e protagonistas de ações que os conduzam à superação da crise socioambiental climática.

Em vista disso, mais do que nunca essas evidências apontam para a demanda de uma ressignificação curricular, ao proporcionar uma abordagem efetiva no currículo acerca das temáticas ambientais, como também a melhoria dos textos abordados pelos autores dos livros didáticos e das editoras, no sentido de assumirem um compromisso de adotarem linguagem cientifica e apropriada para os estudantes do Ensino Médio.

Além disso, recomenda-se que a operacionalização do processo de seleção das obras didáticas pelo MEC, quer seja na composição das equipes técnicas responsáveis pela avaliação, ou durante a avaliação pedagógica dessas obras, que o processo se realize de modo a impedir a aprovação de coleções que não atendam aos pressupostos defendidos pelos documentos oficiais, considerando não somente os critérios voltados às questões ambientais, mas todos os critérios de avaliação eliminatórios comuns a todas as áreas.

Nesse sentido, se faz necessário que as editoras e os autores ao produzirem os livros didáticos atendam aos pressupostos solicitados nos Editais de seleção das obras, incluindo temáticas complexas como a das mudanças climáticas sob uma perspectiva mais crítica com relação às implicações globais da problemática socioambiental, e vinculadas com a realidade e cotidianidade dos estudantes, com o objetivo de desenvolver uma cultura mais proativa por meio da utilização de conteúdos que propiciem a análise dos padrões de vida e consumo da população local.

Por outro lado, como a escrita e publicação dos livros didáticos é um processo lento e, uma vez adotado, esses tendem a ficar em uso nas instituições de ensino por muito tempo, sugere-se a criação de cursos de aprimoramento profissional para apresentar aos professores propostas sobre como ler e se envolver com temas como esses. Da mesma forma que, consequentemente, os professores terão a possibilidade de ensinar seus estudantes a ler e interpretar textos científicos.

Certamente, sabe-se que os livros didáticos não são as únicas fontes de informação que os estudantes encontrarão para delinear seus conhecimentos em relação às mudanças climáticas e, justamente por isso, espera-se que este

estudo também contribua para a melhoria da comunicação climática, tendo em vista que o conhecimento é um bem cultural e deve estar acessível a todos.

REFERÊNCIAS

ABELEDO, Manuel Vázquez. **La Historia Del sol y El Cambio Climático**. Madri, España: S.A. McGraw- Hill/Interamericana de España, 1998.

AMARAL, Ivan Amorosino. Educação ambiental e ensino de ciências: uma história de controvérsias. **Revista Pró-Posições**. Faculivro didáticoade de Educação/UNICAMP, Campinas, v.12, n. 1, p. 73-93, mar., 2001. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8644012>. Acesso em: 17 mai. 2019.

AMBRIZZI, Tercio; JACOBI, Pedro Roberto; DUTRA, Lívia Márcia Mosso. (Orgs.). **Ciência das mudanças climáticas e sua Interdisciplinaridade.** Coleção Cidadania e Meio Ambiente. São Paulo: Annablume, 2015. Disponível em: <http://www.incline.iag.usp.br/data/arquivos_download/AmbrizziJacobiDutra2015.pdf>. Acesso em:17 mai. 2019.

ANDRADE, Carlos Sait Pereira. A complexidade da natureza e a natureza complexa dos problemas ambientais contemporâneos: pontos para reflexão. **Revista de Geografia**. UFPE – DCG/NAPA, Recife, v. 24, n. 1, p. 35-46, jan./abr., 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/viewFile/228679/23101>. Acesso em: 17 mai. 2019.

APPLE, Michael. **Educação e poder**. Trad. de Maria Cristina Monteiro. Porto Alegre: Artes Médicas, 1989.

_____. **Trabalho docente e textos:** economia política das relações de classe e de gênero em educação. Trad. Thomaz T. da Silva, Tina Amado e Vera M. Moreira. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

_____. **Teoria crítica y educación**. Buenos Aires: Minoi y Ávila, 1997.

ARRUDA, Gilmar. Consciência histórica, ensino de história e educação ambiental. **Revista História & Ensino**. Londrina, v. 12, p .113-122, ago. 2006. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/histensino/article/view/11724>. Acesso em: 17 mai. 2019.

ARTAXO, Paulo. Mudanças climáticas e o Brasil. **Revista USP – Dossiê Clima**, São Paulo, n. 103, p. 8-12, 2014a. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/99191/97658>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno? **Revista USP**. São Paulo, n. 103, p. 13-24, 2014b. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/99279/97695>. Acesso em: 17 mai. 2019.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução: Maria Juraci Zani dos Santos. Revisão: Suely Bastos. Coordenação Editorial: Antonio Christofoletti. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

BAGANHA, Denise Estorilho. **Papel e o uso do livro didático de ciências nos anos finais do ensino fundamental**. Dissertação de Mestrado. UFPR, 2010. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/26239>. Acesso em: 17 mai. 2019.

BARBOSA, Henrique M. J. Vapor de água na atmosfera: do efeito estufa às mudanças climáticas. **Revista USP – Dossiê Clima**, São Paulo, n. 103, p. 67-80, 2014. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/99185/97651>. Acesso em: 17 mai. 2019.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 4 ed., Lisboa: Edição 70, 2008.

BARRA, Vilma Marcassa; LORENZ, Karl Michael. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil, período: 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 38, n. 12, p. 1970-1983, 1986. Disponível em: <https://digitalcommons.sacredheart.edu/ced_fac/46/>. Acesso em: 17 mai. 2019.

BARTHES, R. **O óbvio e o obtuso**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1990.

BATISTA, Antonio Augusto Gomes. Um objeto variável: textos, impressos e livros didáticos. In: ABREU, Marcia (Org.). **Leitura, história e história da leitura**. Campinas-SP: Associação de Leitura do Brasil: Fapesp, 1999.

_____. **Recomendações para uma política pública de livros didáticos**. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental, 2001. 56 p.

BITTENCOURT, Circe Maria Fernandes. Autores e editores de compêndios e livros de leitura (1810-1910). **Revista Educação e Pesquisa**. Faculivro didáticoade de Educação da USP, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 475-491, set./dez. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v30n3/a08v30n3.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

BITTENCOURT, Circe Maria Fernandes. Livros didáticos entre textos e imagens. In: _____. **O saber histórico na sala de aula**. 12º ed. São Paulo: Contexto, 2015.

BIZZO, Nélio. **Ciências:** fácil ou difícil? São Paulo: Ática, 2002.

BORNHEIM, Gerd. A temática ambiental na sociedade contemporânea. **Educação: teoria & prática**, UNESP/Campus Rio Claro, v. 9, n. 16, p. 1-9, jan./jun. 2001. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/educacao/article/view/1603/1364>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. Filosofia e política ecológica. **Revista Filosófica Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 16 - 24, 1985.

BRAILOVSKY, Antonio Elio. **Esta, nuestra única Tierra: introducción a la ecologia y medio ambiente**. Buenos Aires: Ediciones Larousse, 2009.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular:** educação é a base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. Constituição (1988). **Constituição:** República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. Decreto n.º 6.263, de 21 de novembro de 2007. Institui o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima - CIM, orienta a elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 22 nov. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6263.htm>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. Edital de Convocação n.º 01/2013. Edital de Convocação pra o Processo de Inscrição e Avaliação de Obras didáticas para o Programa Nacional do Livro Didático – PNLIVRO DIDÁTICO/2015. **MEC/FNDE/SEB**, Brasília, 2013. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/centrais-de-conteudos/publicacoes/category/165-editais?download=8304:edital-pnlivro didático-2015-ensino-medio-03-07-2013>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. Lei n.º 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 dez. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. Lei n.º 4.024, de 20 de dezembro de 1961. Fixa Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 dez. 1961. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4024.htm>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. Lei n. º 5692, de 11 de agosto de 1971. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1° e 2º graus, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 ago. 1971. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5692.htm>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. Lei n.º 6.938, de 31 agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e, dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2 set.1981. Disponível

em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 dez. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. Lei n.º 9.795 de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 abr. 1999a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais. Brasília: MEC/SEF, 1998b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ttransversais.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. Parecer n.º 15, de 1 de junho de 1998. Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 jun. 1998a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/1998/pceb015_98.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. Resolução n. º 2 de 30 de janeiro de 2012. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **MEC/CNE/CEB**, Brasília, 2012a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=9864-rceb002-12&category_slug=janeiro-2012-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. Resolução n.º 2, de 15 de junho de 2012. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. **MEC/CNE/CP**, Brasília, 2012b. Disponível em: <http://conferenciainfanto.mec.gov.br/images/conteudo/iv-cnijma/diretrizes.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

BRITO, Glaucia da Silva; PURIFICAÇÃO, Ivonélia. **Educação e novas tecnologias:** um (re)pensar. Curitiba, IBPEX, 2006.

CAPRA, Fritjof. **O ponto de mutação**. São Paulo: Cultrix, 1989.

CARNEIRO, Sônia Maria Marchiorato. Fundamentos epistemo-metodológicos da educação ambiental. **Revista Educar**, Editora UFPR, Curitiba/PR, n. 27, p. 17-35, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/er/n27/a03n27.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. **Educação Ambiental:** a formação do sujeito ecológico. 4ª ed. São Paulo: Cortez, 2008.

CARVALHO, Luiz Marcelo. A temática ambiental e o processo educativo: dimensões e abordagens. In: CINQUETTI, Heloísa Chalmers Sisla;

LOGAREZZI, Amadeu (Org.). **Consumo e resíduo:** fundamentos para o trabalho educativo. 1 ed. São Carlos: EdUFSCar, 2006.

CARVALHO, Luiz Marcelo; TOMAZELLO, Maria Guiomar Carneiro; OLIVEIRA, Haydée Torres. Pesquisa em educação ambiental: panorama da produção brasileira e alguns dos seus dilemas. **Caderno CEDES**. Campinas, v. 29, n. 77, p. 13 – 27, jan./abr. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ccedes/v29n77/a02v2977.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

CASAGRANDE, Alessandro; SILVA JUNIOR, Pedro; MENDONÇA, Francisco. Mudanças Climáticas e Aquecimento Global: controvérsias, incertezas e a divulgação científica. **Revista Brasileira de Climatologia**. Associação Brasileira de Climatologia, a. 7, v. 8, p. 30-44, jan./jun., 2011. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25793/17212>. Acesso em: 17 mai. 2019.

CASTRO, A. L. C. **Manual de planejamento em defesa civil**. Vol.1. Brasília: Ministério da Integração Nacional/ Departamento de Defesa Civil, 1999

CASTRO, Antonio Luiz Coimbra. **Manual de desastres mistos**. Vol. 3. Brasília: MIN/SNDC, 2002. Disponível em: http://www.defesacivil.mg.gov.br/images/documentos/Defesa%20Civil/manuais/Desastres-Mistos.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

CHASSOT, Atico. **A ciência através dos tempos**. São Paulo: Moderna, 2004.

CHAUI, Marilena. **Convite à filosofia**. São Paulo: Editora Ática, 2004.

CHOI, Soyoung; NIYOGI, Dev; SHEPARDON, Daniel P.; CHARUSOMBAT, Umarporn. Do Earth and Environmental Science Textbooks Promote Middle and High school Students' Conceptual Development about Climate Change? : Textbooks' consideration of students' misconceptions. **Bulletin of the American Meteorological Society**. EUA, p. 889-898, july, 2010. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/2009BAMS2625.1>. Acesso em: 17 mai. 2019.

CHOPPIN, Alain. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n. 03, p. 549-566, set./dez., 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v30n3/a12v30n3.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. Impactos no meio ambiente ocasionados pela urbanização no mundo tropical. In: SOUZA, Maria Adélia A. de; SANTOS, Milton; SCARLATO, Francisco Capuano; ARROYO, Mônica (Orgs.). **O novo mapa do mundo, natureza e sociedade de hoje:** uma leitura geográfica. 3ª ed. São Paulo: Editora Hucitec, 1997.

CRUTZEN, Paul Josef. Geology of manking. **Nature**. v. 415, n. 23, 3 jan. 2002. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/415023a>. Acesso em: 17 mai. 2019.

CRUZ, Francisco Ronnieplex de Moura; SILVA, Letícia Andrade; PEREIRA, Elisiene de Macêdo; LUCENA, Rebecca Luna. Discussões sobre as mudanças climáticas globais: os alarmistas, os céticos e os modelos de previsão do clima. **GeoTextos**. UFBA, v. 10, n. 1, p. 243-258, jul. 2014. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/8773/8412>. Acesso em: 17 mai. 2019.

CURI, Denise (Org.). **Gestão ambiental**. São Paulo: Pearson Education do Brasil (Pearson Prentice Hall), 2011.

DALELO, Aklilu. Global climate change in geography curricula for Ethiopian secondary and preparatory schools. **International Research in Geographical and Environmental Education**, v. 20, n. 3, 227–246, August, 2011.

DEGG, Martin. Natural disasters: recent trends and future prospects. **Geography**. JSTOR, v. 77, n. 336, p.198-209, 1992.

DELAQUA, Fabio Alexei; BASSOLI, Fernanda. Ciência acrítica: o aquecimento global nos livros didáticos de biologia. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas (Extra, 2013)**, IX Congrés d'Investigació en Didàctica de les Ciències, Girona, p. 71-75, 9 a12 de septiembre de 2013. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/298336/387411>. Acesso em: 17 mai. 2019.

DEMO, Pedro. **Metodologia científica em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 1995.

FIGUEIREDO, João B. A. **Educação ambiental dialógica:** as contribuições de Paulo Freire e a cultura sertaneja nordestina. Fortaleza: Edições UFC, 2007.

FORQUIN. Jean-Claude. **Escola e cultura:** as bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar. Tradução: Guacira Lopes Louro. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

FRACALANZA, Hilário; MEGID NETO, Jorge (Org.). **O livro didático de ciências no Brasil.** Editora Komedi. 2006.

FREIRE, Paulo. A escola. Rizoma Freireano (Rhizome freirean). **Instituto Paulo Freire de España**, v. 8, 2010, Disponível em: <www.rizoma-freireano.org/a-escola-paulo-freire>. Acesso em: 17 mai. 2019.

FREITAS, NeliKlix; RODRIGUES, Melissa Haag. O livro didático ao longo do tempo: a forma do conteúdo. **18º Seminário de Iniciação Científica**, UDESC, 2007. Disponível em: <http://www.udesc. br/arquivos/portal_antigo/Seminario18/18SIC/PDF/074_Neli_Klix_Freitas.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

GALEANO, Eduardo. **Las palavras andantes**. Buenos Aires: Catálogos S. R. L., 2001. Disponível em: <https://static.telesurtv.net/filesOnRFS/news/2015/04/13/laspalabrasandantes.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

GARCIA, Tânia M. F. Braga. Os livros didáticos na sala de aula. In: GARCIA, Tânia M. F. Braga; SCHIMIDT, Maria A.; VALLS, Rafael (Org.). **Didática, história e manuais escolares:** contextos ibero-americanos. 1 ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2013, p. 69-110.

GASPARIN, João Luiz. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica**. 2. ed. Campinas – SP: Autores Associados, 2003.

GATTI JÚNIOR, Décio. Livros didáticos, saberes disciplinares e cultura escolar: primeiras aproximações. **Revista História da Educação**. ASPHE/FaE/UFPel, Pelotas/RS, v. 1, n. 2, p. 29-50, jul./dez., 1997. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/asphe/article/view/30663/pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

GIORGI, Cristiano Amaral Garboggini di; MILITÃO, Silvio Cesar Nunes; MILITÃO, Andréia Nunes; PERBONI, Fabio; RAMOS, Regina Célia; LIMA, Vanda Moreira Machado; LEITE, Yoshie Ussami Ferrari. Uma proposta de aperfeiçoamento do PNLIVRO DIDÁTICO como política pública: o livro didático como capital cultural do estudante/família. **Revista Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 85, p. 1027-1056, out./dez. 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3995/399534056008.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

GIROUX, Henry A. **Cultura, política y práctica educativa**. Barcelona, Espanha: Grão, 2001.

GODOY, Arilivro didáticoa Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**. EAESP/FGV, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29 mai./jun., 1995. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rae/v35n3/a04v35n3.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

GÓMEZ, Teo; ROMANILLOS, Prez. **El cambio climático: presente, passado e futuro de um mundo nuevo**. Barcelona: Oceano Ambar, S. L., 2012.

GOUVÊA, Guaracira; OLIVEIRA, Carmem Irene C. Memória e representação: imagens nos livros didáticos de física. **Ciências & Cognição,** vol 15, n. (3), p.69-83 dez., 2010.

GOUVÊA, Guaracira; PRALON, Lúcia; OLIVEIRA, Carmem Irene C; MACHADO, Maria Auxiliadora Delgado. Modos de ler imagens em contextos de formação inicial de professores**. Revista Educação e Cultura Contemporânea**, v. 13, n. 31, p.135-159, 2016.

GROTZINGER, Jhon; JORDAN, Tom. **Para entender a Terra**. 6 ed. Porto Alegre: Editora Bookman. 2013.

GRÜN, Mauro. Descartes, historicidade e educação ambiental. p. 63-77. In: CARVALHO, Isabel Cristina de Moura; GRÜN, Mauro; TRAJBER, Rachel. (Org.). **Pensar o ambiente:** bases filosóficas para educação ambiental. 1 ed. Coleção Educação para Todos. Brasília: Mistério da Educação/Secretaria de Educação Continuada Alfabetização e Diversidade: UNESCO, 2009. Disponível

em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao4.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. **Ética e educação ambiental:** a conexão necessária. 11ª ed. Campinas: São Paulo, 2007.

GUERRA, Antonio Fernando S.; JACOBI, Pedro; SULAIMAN, Samia Nascimento; NEPOMUCENO, Tiago. Mudança climática, Mudanças Globais: desafios para a educação**. Revista Eletrônica Mestrado em Educação Ambiental**. PPGEA/FURG, v. Especial, p.88-105, set. 2010. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/3397/2062>. Acesso em: 17 mai. 2019.

GUIMARÃES, Fernanda Malta; MEGID NETO, Jorge; FERNANDES, Hylio Laganá. Como os professores de 6º ao 9º anos usam o livro didático de Ciências**. VIII ENPEC/I CIEC**, ABRAPEC, p.1-10, 2011.Campinas. Anais. Campinas: UNICAMP, 2011. Disponível em:<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0977-1.pdf

>. Acesso em: 17 mai. 2019.

GUIMARÃES, Roberto Pereira; FONTOURA, Yuna Souza dos Reis. Natureza ético-política das dimensões humanas das mudanças ambientais globais. **Revista da ANPEGE**, Universidade Federal da Grande Dourados/MS, v. 6, n. 6, p. 73-87, jan./dez., 2010. Disponível em:<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/6579/3579>. Acesso em: 17 mai. 2019.

HAAKANSSON, Malene. **When the Rains Fail:** Ethiopia's struggle against climate change. Kobenhavn: Informations Forlag, 2009.

HAYS, J. D; IMBRE, Jhon; SHACKLETON, N. J. Variations in the Earth's Orbit: Pacemaker of the Ice Ages. **Science**, New Series, AAAS, v. 197, n. 4270, p. 1121-1132, 10 dez. 1976. Disponível em:<https://websites.pmc.ucsc.edu/~pkoch/EART_206/09-0303/Hays%20et%2076%20Science%20194-1121.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

HOBSBAWM, Eric J. **Da revolução industrial inglesa ao imperialismo**. Tradução Donalivro didáticoson Magalhães Garschagen. Rio de Janeiro: Forense-Universitária. 1978.

_____. **Globalização, democracia e terrorismo**. Tradução José Viegas. São Paulo: Companhia das Letras. 2007.

_____. **Sobre a história.** São Paulo: Companhia das Letras as Letras. 1998.

HOGAN, Daniel Joseph; MARANDOLA JUNIOR, Educardo (Org.). **População e mudança climática:** dimensões humanas das mudanças ambientais globais. Campinas: UNICAMP. Núcleo de Estudos de População/NEPO. Fundo de População das Nações Unidas/UNFPA, 2009.

HOUAISS, Antonio; VILLAR, Mauro de Salles. **Dicionário Houaiss de Língua Portuguesa.** Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

IPARDES, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Mapa das mesorregiões geográficas paranaenses. Curitiba: IPARDES, 2010. Disponível em:< http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_fisica/regioes_geograficas_base_2010.jpg> Acesso em: 28 set. 2019.

IPCC. AR1/SPM 1990. **Scientific Assessment of Climate Change. Contribution of Working Group I to the First Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge University Press. 1990. Disponível em:<https://www.ipcc.ch/report/ar1/syr/>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. AR2/SPM 1995. **Climate Change 1995**: The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 1995. Disponível em:<https://www.ipcc.ch/report/ar2/syr/>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. AR3/SPM 2001: **Climate Change 2001**: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. 2001. Disponível em:<https://www.ipcc.ch/report/ar3/syr/>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. AR4/SPM 2007: **Summary for Policy Makers. In: Climate Change 2007:** The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Disponível em:<https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. AR5/SPM, 2014. **Summary Impacts, Adaptation, and Vulnerability. In Climate Change 2013:** The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex & P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Disponível em:<https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>. Acesso em: 17 mai. 2019.

IZIQUE Claudia; MARCOLIN, Nelsdson. Izaias Raw: cientista bom de briga. **Revista Pesquisa FAPESP**, edição 113, jul. 2005. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2005/07/01/cientista-bom-de-briga/>. Acesso em: 17 mai. 2019.

JACOBI, Pedro Roberto. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189- 205, mar. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cp/n118/16834.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. Educação Ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 233-250, mai./ago., 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n2/a07v31n2.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. Meio ambiente e sustentabilidade. In: FUNDAÇÃO PREFEITO FARIA LIMA. **O município no séc. XXI:** cenários e perspectiva. São Paulo: CEPAM, 1999.

JACOBI, Pedro Roberto; GRADISOLI, Édson; COUTINHO, Sônia Maria Viggiani; MAIA, Roberta de Assis; TOLEDO, Maia e Renata Ferraz. **Temas atuais em mudanças climáticas:** para o ensino fundamental e médio. São Paulo: IEE/USP, 2015. 112 p. Disponível em: <http://www.incline.iag.usp.br/data/arquivos_download/TEMAS_ATUAIS_EM_MUDANCAS_CLIMATICAS_on-line.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

JAPIASSU, Hilton. **Como nasceu a ciência moderna:** e as razões da filosofia. Rio de Janeiro: Imago, 2007.

JUNGES, Alexandre Luis; MASSONI, Neusa Teresinha. O consenso científico sobre aquecimento global antropogênico: considerações históricas e epistemológicas e reflexões para o ensino dessa temática. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência**, Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências/ABRAPEC, v. 18, n. 2, p. 455-491, ago. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/download/4761/3025/>. Acesso em: 17 mai. 2019.

KANDEL, Robert. **O reaquecimento climático.** São Paulo: Editora Loyola, 2007.

KNECHTEL, Maria do Rosário. Educação Ambiental: origens, reformulações e avanços no ensino e na pesquisa da pós-graduação – o caso do Doutorado MADE-UFPR. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Editora UFPR, n. 10, p. 91-97, jul./dez. 2004. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/3097/2478>. Acesso em: 17 mai. 2019.

MOTTA, Ronalivro didáticoo Seroa, HARGRAVE, Jorge, LUEDERMANN, Gustavo; GUTIERREZ, Maria Bernadete Sarmiento (Editores). **Mudança do Clima no Brasil:** aspectos econômicos, sociais e regulatórios. Brasília: IPEA, 2011. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_mudancadoclima_port.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

KRASILCHIK, Myriam. **O professor e o currículo das ciências.** São Paulo: EDUSP, 1987.

_____. **Reformas e realidade:** o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 2, p. 85-93, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

LAJOLO, Marisa. Livro Didático: um (quase) manual de usuário. **Em Aberto**, MEC/SEDIAE/INEP, Brasília, a. 16, n. 69, jan./mar.; 1996. Disponível em:<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me001398.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. A construção do saber. In: **Manual de metodologia de pesquisa em ciências humanas.** Belo Horizonte: UFMG, 1999.

SILVA, Juremir Machado. **Entrevista/Bruno Latour:** o objetivo da ciência não é produzir verdades indiscutíveis, mas discutíveis. Laboratório de Pesquisa da Escola Nacional de Administração (ENA), em Saint-Germain-des-Prés, ISP – França, 12 mar. 2017. Disponível em: <http://www.correiodopovo.com.br/blogs/juremirmachado/2017/03/9647/entrevistabruno-latour-o-objetivo-da-ciencia-nao-e-produzir-verdades-indiscutiveis-mas-discutiveis/>. Acesso em: 17 mai. 2019.

LAYRAGUES, Philippe Pomier; LIMA, Gustavo Ferreira da Costa. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. XVII, n. 1, p. 23-40, jan./mar., 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v17n1/v17n1a03.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

LEFF, Enrique. **Epistemologia ambiental**. Tradução: Sandra Venezuela. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

_____. **Racionalidade ambiental:** apropriação social da natureza. Trad. Luiz Carlos Cabral. 2 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2014.

LEITE, José Correa. Controvérsias na climatologia: o IPCC e o aquecimento global antropogênico. **Revista Scientiae Studia**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 643-677, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ss/v13n3/2316-8994-ss-13-03-00643.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

LIMA, Gustavo Ferreira da Costa; LAYRARGUES, Philippe Pomier. Mudança climática, educação e meio ambiente: para além do conservadorismo dinâmico. **Educar em Revista**. Editora UFPR, Curitiba, Edição Especial, v. 3, p. 73-88, 2014. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/38108/23609>. Acesso em: 17 mai. 2019.

LINO, Geralivro didáticoo Luís. Alguns fatos básicos sobre mudanças climáticas. **Oikos**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 77-88, 2010. Disponível em: <www.revistaoikos.org/seer/index.php/oikos/article/download/194/134>. Acesso em: 17 mai. 2019.

LIOTTI, Luciane Cortiano. **As Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná e os efeitos de sentido produzidos em professores de biologia**. Dissertação de Mestrado, UFPR, 2009. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/24118/Dissertacao.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

LOBATO, Anderson Cezar; SILVA, Cristina Neres; LAGO, Rochel Monter; CARDEAL, Zenilivro didáticoa de Lourdes; QUADROS, Ana Luiza. Dirigindo o olhar para o efeito estufa nos livros didáticos de Ensino Médio: é simples entender esse fenômeno? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 7-24, jan./jun., 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v11n1/1983-2117-epec-11-01-00007.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

LOPES, Alice Casemiro. Conhecimento escolar: processos de seleção cultural e mediação didática. **Revista Educação & Realidade.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre – RS, v.22, n. 1, p.95-112, 1997. Disponível em: < https://seer.ufrgs.br/educacaoerealidade/article/view/71466>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. **Conhecimento escolar:** ciência e cotidiano. Rio de Janeiro: Editora da UERJ, 1999.

_____. **Currículo e Epistemologia.** Ijuí: Editora UNIJUI, 2007.

_____. **Políticas de integração curricular.** Rio de Janeiro: EDUERJ, 2008.

LOUREIRO, Carlos Frederico B.; LAYRARGUES, Philippe Pomier. Ecologia política, justiça e educação ambiental crítica: perspectivas de aliança contra-hegemônica. **Trabalho, Educação e Saúde**, Rio de Janeiro, v. 11 n. 1, p. 53-71, jan./abr. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/tes/v11n1/a04v11n1.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. **Trajetórias e fundamentos da educação ambiental**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2006.

LOVELOCK, James. **A vingança de Gaia**. Tradução de Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2006.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza D. A. **Pesquisa em educação:** abordagens qualitativas**.** São Paulo: EPU, 1986.

MAGALHÃES, Justino. **O manual escolar no quadro da história cultural:** para a historiografia do manual escolar em Portugal. Universidade de Lisboa. Portugal. 2011. Disponível em: <http://hum.unne.edu.ar/investigacion/educa/alfa/UniversidaddeLisboa.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

MANTUA, Nathan J.; HARE, Steven R.; ZHANG, Yuan; WALLACE, John M.; FRANCIS, Robert C. A Pacific Interdecadal Climate Oscillation with Impacts on Salmon Production. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 78, n. 6, p. 1069-1079, june 1997. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-0477%281997%29078%3C1069%3AAPICOW%3E2.0.CO%3B2>. Acesso em: 17 mai. 2019.

MARCELINO, Emerson Vieira. **Desastres naturais e geotecnologias:** conceitos básicos. Ministério das Ciências e Tecnologias. São José dos

Campos: Instituo Nacional de Pesquisas Espaciais/INPE, 2008. Disponível em: <http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/07.02.16.22/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

MARENGO, José A. O futuro clima no Brasil. **Revista USP – Dossiê Clima**, São Paulo, n. 103, p. 25-32, 2014. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/99280/97696>. Acesso em: 17 mai. 2019.

MARENGO, José A.; NOBRE, Carlos. A.; CHOU, Sin Chan; TOMASELLA, Javier; SAMPAIO, Gilvan; ALVES, Lincoln M.; OBREGON, Guilhermo O.; SOARES, Wagner R.; BETTS, Ricahrd; KAY, Gillian. **Riscos das mudanças climáticas no Brasil**. Análise conjunta Brasil - Reino Unido sobre os impactos das mudanças climáticas e do desmatamento na Amazônia. INPE/, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/296641902_Riscos_das_Mudancas_Climaticas_no_Brasil_Analise_Conjunta_Brasil-Reino_Unido_sobre_os_Impac_tos_das_Mudancas_Climatica_s_e_do_Desmatamento_na_Amazonia>. Acesso em: 17 mai. 2019.

MARPICA, Natália Salan; LOGAREZZI, Amadeu José Logarezzi. 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/pdf/ciedu/v16n1/v16n1a07.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

MARTINAND, Jean-Louis. La Question de la Référence en Didactique du Curriculum. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, p. 125-130, out. 2003. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/543/338>. Acesso em: 17 mai. 2019.

MARTINS, Isabel. Analisando livros didáticos na perspectiva dos Estudos do Discurso: compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda de pesquisa. In: MARTINS, Isabel; GOUVÊA, Guaracira; VILANOVA, Rita (Editoras). **O livro didático de Ciências:** contextos de exigência, critérios de seleção, práticas de leitura e uso em sala de aula. Rio de Janeiro: FAPERJ/UFRJ/NUTES, 2012. Disponível em: < http://www.nutes.ufrj.br/arquivos/O_livro_didatico_de_Ciencias.pdf >. Acesso em: 17 mai. 2019.

MARUYAMA, Shigenori. **Aquecimento Global?** São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

MEIRA-CARTEA, Pablo Ángel. Cambio Climatico Y La Educación Ambiental Neoliberal (Que También Existe). **Centro Nacional de Educación Ambiental**, p.2 -10, junio, 2002. Disponível em: <http://www.mapama.gob.es/ca/ceneam/articulos-de-opinion/2002_06meira_tcm8-53009.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

MENDONÇA, Francisco de Assis. Riscos e Vulnerabilidades Socioambientais Urbanos: a contingência climática. **Mercator**, v. 9, número especial 1, p. 153-163, dez. 2010. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/538>. Acesso em: 17 mai. 2019.

MININNI-MEDINA, Nana. Elementos para a introdução da dimensão ambiental na educação escolar – 1.º Grau. In: BRASIL. Ministério do Ambiente e da Amazônia Legal. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Amazônia:** uma proposta interdisciplinar de educação ambiental. Documentos metodológicos. Brasília: IBAMA, 1994.

_____. Formação de multiplicadores para educação ambiental. In: PEDRINI, Alexandre de Gusmão (Org.). **O Contrato social da ciência**. Unindo saberes na educação ambiental. Petrópolis: Vozes, 2002.

MOLION, Luis Carlos B. Mitos do Aquecimento Global. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. Centro de Documentação e Informação Coordenação de Biblioteca. **Revista Plenarium**, v.5, n.5, p. 48 - 65, out., 2008. Disponível em: http://bd.camara.gov.br. Acesso em: 10/08/2017.

MOLION, Luis Carlos B.; BERNARDO, Sergio O. Dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. **XI Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <http://www.cbmet.com/cbm-files/12-7ea5f627d14a9f9a88cc69 4cf707236f.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

MONTEIRO, Ana Maria. Professores e livros didáticos: narrativas e leituras no ensino de história. In: ROCHA, Helenice Aparecida Bastos, REZNIK, Luís; MAGALHÃES, Marcelo de Souza. **A história na escola: autores, livros e leituras**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2009.

MORALES, Angélica Gois. **A Formação do profissional educador ambiental:** reflexões, possibilidades e constatações. Ponta Grossa, UEPG, 2012.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. Tradução Eliane Lisboa, Porto Alegre: Sulina, 2005.

_____. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed., São Paulo: Cortez: Brasília, DF: UNESCO, 2000.

MOSCOVICI, Sergi. Representación social. In: Joseph P. Forgas (Ed.). **Social Cognition perspectives on everyday knowledge**. Califórnia: Published in cooperation with European Association of Experimental Social Psychology by Academic Press, 1981.

MUNAKATA, Kazumi. O livro didático como mercadoria. **Pro-Posições**, v. 23, n. 3 (69), p. 51-66, set./dez. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pp/v23n3/04.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

NORA, Giseli Dalla; SERANTES-PAZOS, Araceli; SATO, Michele. ¿Quiénes son los afectados por el cambio climático? **Centro Nacional de Educación**

Ambiental, enero, p. 5-9, 2017. Disponível em: <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2017-dalla-serantes-sato_tcm30-163463.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

OLIVEIRA, Gilvan Sampaio. **Mudanças Climáticas:** ensino fundamental e médio. Coleção Explorando o Ensino Brasília: MEC. 2009. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/vcsr/files/24111-Colecao_Explorando_o_Ensino_Mudancas_Climaticas.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

OLIVEIRA, Marcos José; CARNEIRO, Celso Dal Ré; VECCHIA, Francisco Arthur Silva; BAPTISTA, Gustavo Macedo de Mello. Ciclos climáticos e causas naturais das mudanças do clima. **Terrae Didática**, UNICAMP, v. 13, n. 3, p. 149-184, 2017. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8650958/17527>. Acesso em: 17 mai. 2019.

OLIVEIRA, Marcos José; VECCHIA, Francisco Arthur da Silva. A controvérsia das mudanças climáticas e do aquecimento global antropogênico: consenso científico ou interesses políticos? **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, ANAP, v. 5, p. 946-962, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318044172_A_Controversia_das_Mudancas_Climaticas_e_do_Aquecimento_Global_Antropogenico_Consenso_Cientifico_ou_Interesse_Politico_Forum_Ambiental_da_Alta_Paulista>. Acesso em: 17 mai. 2019.

ORLANDI, Eni P. **Análise de discurso:** princípios e procedimentos. 6 ed. Campinas, SP: Editora Pontes, 2005.

PARANA. Lei n. 17.505, de 11 de janeiro de 2013. Institui a Política Estadual de Educação Ambiental e o Sistema de Educação Ambiental, e dá outras providências. **Diário Oficial** n. 8875, 11 jan. 2013. Disponível em: <https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/listarAtosAno.do?action=exibir&codAto=85172&codTipoAto=&tipoVisualizacao=original>. Acesso em: 17 mai. 2019.

PEREIRA, Afonso; SANTOS, Beatriz. **Composição da atmosfera**. Agrupamento de Escolas Madeira Torres. Disponível em: <http://moodle.madeiratorres.com/pluginfile.php/16362/mod_forum/attachment/380/Composi%C3%A7%C3%A3o%20da%20Atmosfera%20-%20trabalho%20final%20-2.pdf> Acesso em: 17 mai. 2019.

PRALON, Lucia. Imagem e produção de sentido: as fotografias no livro didático. In: MARTINS, Isabel; GOUVÊA, Guaracira; VILANOVA, Rita (Editoras). **O livro didático de Ciências:** contextos de exigência, critérios de seleção, práticas de leitura e suo em sala de aula. Rio de Janeiro: FAPERJ/UFRJ/NUTES, 2012. Disponível em: < http://www.nutes.ufrj.br/arquivos/O_livro_didatico_de_Ciencias.pdf >. Acesso em: 17 mai. 2019.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2016.

POZEBON, Simone; LOPES, Anemari Roesler L. Vieira. Aprendizagem da docência na formação inicial de professores: estudar para ensinar matemática. **Revista Educação Pública**, UFMT, Cuiabá, v. 28, n. 67, p. 219-238, jan./abr., 2019. Disponível em: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/educacaopublica/article/view/2922/pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

PRIGOGINE, Ilya; STENGERS, Isabelle. **A nova aliança.** Brasília: Universidade de Brasília, 1984.

PUELLES, M. Los Manuales escolares: um nuevo campo de conocimiento. **Historia de la Educación, Revista Interuniversitaria**, Ediciones Universidad de Salamanca/USAL, n. 19, p. 5-11, 2000. Disponível em: <http://revistas.usal.es/index.php/0212-0267/article/view/10789/11187>. Acesso em: 17 mai. 2019.

QUEIROZ, Thiago Augusto Nogueira. Espaço geográfico, território usado e lugar: ensaio sobre o pensamento de Milton Santos. **Revista Para Onde!?** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, v.8, n. 2, p. 154-161, ago./dez., 2014. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/paraonde/article/view/61589/36420>. Acesso em: 17 mai. 2019.

REIS, Danielle Aparecida. **Compreensões elaboradas pelo campo da educação ambiental sobre o tema mudanças climáticas: análise de dissertações e teses brasileiras**. 2013. 217 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, Rio Claro, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90220/reis_da_me_rcla.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

REIS, Daniele Aparecida; SILVA, Luciano F.; FIGUEIREDO, Newton. As Complexidades Inerentes ao Tema "Mudanças Climáticas": desafios e perspectivas para ensino de física. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. 03, p. 535 -554, set./dez., 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v17n3/1983-2117-epec-17-03-00535.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

RIBEIRO, Renata A.; KAWAMURA, Maria Regina D. Educação ambiental e temas controversos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 14, n. 2, 2014, p. 159-169. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/download/4358/2924/>. Acesso em: 17 mai. 2019.

ROCHA, Helenice Aparecida Bastos; MAGALHAES, Marcelo de Souza. O Ensino Médio brasileiro em questão: integração curricular e formação de professores. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 32, n. 2, 453-473, mai./ago., 2014.

Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/view/2175-795X.2014v32n2p453/29714>. Acesso em: 17 mai. 2019.

ROCHA, Tiago Ungericht. **Entre a Tradição e Ressignificação da Física Escolar: a história da Ciência presente nos livros didáticos de Física do PNLIVRO DIDÁTICO**. Tese de Doutorado. UFPR. 2019.

ROMÁN, Diego; BUSCH, K. C. Textbooks of doubt: using systemic functional analysis to explore the framing of climate change in middle-school science textbooks. **Environmental Education Research**, v. 22, n. 8, p. 1158-1180, 2016. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/01dc/f8332dce34ce0d2da5f08008abf622052259.pdf?_ga=2.120279432.1413398765.1558463879-87513846.1558463879>. Acesso em: 17 mai. 2019.

RUDDIMAN, William, F. **A Terra transformada.** Tradução: Théo Amon. Revisão Técnica: Eliseu Aquino. Porto Alegre: Bookman, 2015.

_____. **Los tres jinetes del cambio climático**. Uma historia milenaria del hombre y el clima. Madri: Turner Publicaciones S. L., 2008.

RÜSEN, Jörn. **Teoria da história:** fundamentos da ciência histórica. Brasília: UNB, 2001.

SANTOS, Almir Guedes; BARROS, Fernando de Souza. Abordagem do aquecimento global em livros didáticos de física do Ensino Médio. **XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física/EPEF**, Sociedade Brasileira de Física, Águas de Lindóia 2010. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xii/sys/resumos/T0162-1.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

SANTOS, Wilivro didáticoson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v2n2/1983-2117-epec-2-02-00110.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

SANTOS, Záira Bomfante. A Linguística Sistêmico-Funcional: algumas considerações. **SOLETRAS**, Revista do Departamento de Letras da FFP/UERJ, Dossiê n. 28, jul./dez., 2014. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/soletras/article/view/12994/12487>. Acesso em: 17 mai. 2019.

SERENTES-PAZOS, Araceli. Como abordan o Cambio Climático os libros de texto da Ensinanza Secundaria Obligatória na España. **ambientalMENTEsustentable**, n. 20, p. 249-262, 2015. Disponível em: <https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/22200/AS_20_2015_art_14.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

SERENTES-PAZOS, Araceli; MEIRA-CARTEA, Pablo Ángel. El cambio climático em libros de texto de la Educacion Secundária obligatória o una crónica de las voces ausentes. **Documentación Social: Revista de Estudios Sociales Y Sociologia Aplicada**, n.º 183,153-170,2016.

SILVA, Luciano Fernandes **A temática ambiental, o processo educativo e os temas controversos: implicações teóricas práticas para o ensino de física** Tese de Doutorado em Educação Escolar. Unesp. 2007.

SILVA, Iara Augusta. O Programa Nacional do Livro didático para o Ensino Médio (PNLD/EM): uma política de educação implementada pelo estado brasileiro no início do século XXI. **ANAIS 37ª Reunião Nacional da ANPED**, UFSC, Florianópolis, 04 a 08 out. 2015. Disponível em: <http://37reuniao.anped.org.br/wp-content/uploads/2015/02/Trabalho-GT05-3544.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

SILVA, Luciano Fernando; CARVALHO, Luiz Marcelo. A temática ambiental e o processo educativo: o ensino de física a partir de temas controversos. **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 1, número especial (Educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), nov. 2007. Disponível em: <http://200.133.218.118:3536/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/152/105>. Acesso em: 17 mai. 2019.

SILVA, Tomaz Tadeu da. **Documentos de identidade:** uma introdução às teorias de currículo. 2 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

SOARES, José Luís. **Dicionário Etimológico e Circunstanciado de Biologia**. São Paulo. Editora Scipione, 2005.

SOTCHAVA, V. B. **Por uma teoria de classificação de geossistemas da vida terrestre.** São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 1978.

STEFFEN, By Wyll; GRINEVALIVRO DIDÁTICO, Jacques; CRUTZEN, Paul; MCNEILL, Jhon. The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. **Philosophicl Transaction Royal Society Journal**, n. 369, p. 842-867, april 2011. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rsta.2010.0327>. Acesso em: 17 mai. 2019.

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia do quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Paulo's Comun. Artes Gráf. Ltda, 2001.

_____. **Mudanças Ambientais da Terra**. São Paulo: Instituo Geológico, 2008.

TAMAIO, Irineu. **Educação Ambiental & Mudanças Climáticas:** diálogo necessário num mundo em transição. Série Educativa. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2013. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80062/Livro%20EA%20e%20Mudancas%20Climaticas_WEB.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

TEIXEIRA, Rosane de Fátima Batista. Significados do Livro Didático na Cultura Escolar. **X Congresso Nacional de Educação/EDUCERE**, PUC, Curitiba, p.

9416-9426, 07 a 10 nov. 2011. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2011/5550_3648.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

TOBIN, Graham A; MONTZ, Burrell E. **Natural Hazards:** Explanation and Integration. New York: The Guilford Press, 1997. 388p.

TRAJBER, Rachel. **Estudo analítico sobre as políticas públicas de educação com relação às mudanças climáticas, sustentabilidade e prevenção de desastres no Brasil**. Relatório Técnico elaborado no âmbito do Projeto 914BRZ2018. São José dos Campos: Unesco/Cemaden/MCTI.

TRIVELATTO, Silvia Luiza Frateschi. O currículo de ciências e a pesquisa em educação ambiental. **EDUCAÇÃO: Teoria e Prática**, v. 9, n. 16, jan./jun., 2001 e nº 17, jul./dez., 2001. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/educacao/article/view/1596/1357>. Acesso em: 17 mai. 2019.

UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (UNISDR) – **Terminología sobre reducción del Riesgo de Desastres.** Nações Unidas (ONU). Genebra, Suíça. Maio/ 2009. Disponível em: < https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf > Acesso em 03 ago. de 2019.

VALOIS-COELHO, Ilsa Maria; CARTAXO, Elizabeth Ferreira. Universalização da energia elétrica: uma análise política da distribuição de energia e da sua importância sócio-ambiental para o Amazonas.Enc. Energia Meio Rural, v.5, p.1-10, 2004. Disponível em: < http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022004000200059&lng=en&nrm=iso >. Acesso em 03 ago. de 2019.

VELTRONE, Allan Rogério. As ciências sociais e as controvérsias em torno da mudança climática. **Macapá,** Estação Científica/UNIFAP, v. 5, n. 1, p. 09-21, jan./jun. 2015. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/estacao/article/view/1815/veltronev5n1.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

_____. As ciências sociais e as mudanças climáticas. **Ateliê Geográfico**, Goiânia/GO, v. 11, n. 3, p. 134-154, dez. 2017. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/estacao/article/view/1815/veltronev5n1.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

VICENTINO, Cláudio. **História geral.** 3 ed. São Paulo: Editora Scipione Ltda. 1993.

VIEIRA-PINTO, Álvaro. **Ciência e Existência:** problemas filosóficos da pesquisa científica. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

WATANABE-CARAMELLO, Giselle. **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. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde.../Giselle_Watanabe_Caramello.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

WATANABE-CARAMELO, Giselle; KAWAMURA, Maria Rerina Dubeux. Uma educação na perspectiva ambiental crítica, complexa e reflexiva. **VIII ENPEC/I CIEC,** UNICAMP, Campinas, v. 14, n. 2, p. 255-264, 2014. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0558-2.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

ZACARIAS, Rachel. "Sociedade de consumo", ideologia do consumo e as iniquidades socioambientais dos atuais padrões de produção de consumo. In. LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo; LAYRARGUES, Philippe Pomier; CASTRO, Ronalivro didáticoo de Souza (Orgs.). **Repensar a Educação Ambiental:** um olhar crítico. São Paulo: Cortez Editora, 2009.

ZOTTI, Solange Aparecida. O ensino secundário no império brasileiro: considerações sobre a função social e o currículo do Colégio D. Pedro II. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n. 18, p. 29-44, jun. 2005. Disponível em: <http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/revis/revis18/art04_18.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2019.

APÊNDICE 01 – COLEÇÕES RECEBIDAS PELAS ESCOLAS DO ENSINO MÉDIO DE CURITIBA

QUADRO 13: COLEÇÃO MAIS RECEBIDA NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA

	COLÉGIOS ESTADUAIS CURITIBA	SETOR	BIOLOGIA
01	Alfredo Parodi, C E-EF M	CAJURU	BIOLOGIA HOJE – **EDITORA ÁTICA**
02	Ângelo Gusso, C E-EF M	BOA VISTA	
03	Ângelo Volpato, C E-EF M	SANTA FELICIDADE	
04	Aníbal Khury Neto, C E-EF M	CAJURU	
05	Bom Pastor, C E-EF M	SANTA FELICIDADE	
06	Candido Rondon, C E Mal.- EF M	PORTÃO	
07	Claudio Morelli, C E Pe. -EF M	BAIRRO NOVO	
08	Cleto, C E Prof.- EF M	MATRIZ	
09	Flavio F da Luz, C E-EF M	BAIRRO NOVO	
10	Francisco A Macedo, C E Dr.- EF M	PORTÃO	
11	Gabriela Mistral, C E-EF M	PORTÃO	
12	Getúlio Vargas, C E-EF M	BOA VISTA	
13	Guaíra, C E-EF M	PORTÃO	
14	Guido Arzua, C E Prof.-EF M	BAIRRO NOVO	
15	Hasdrubal Bellegard, C E-EF M	BAIRRO NOVO	
16	Iara Bergmann, C E Profa.-EF M	BAIRRO NOVO	
17	Isabel L S Souza, C E Profa.-EF M	PINHEIRINHO	
18	Ivo Leão, C E-EF M	CIC	
19	Joao Loyola, C E Prof.-EF M	PINHEIRINHO	
20	Joao Mazzarotto, C E-EF M	PINHEIRINHO	
21	Joao Paulo II, C E-EF M	BOQUEIRÃO	
22	La Salle, C E-EF M	PINHEIRINHO	
23	Luiza Ross, C E Profa.-EF M	BOQUEIRÃO	
24	Lysimaco F Costa, C E Prof.-EF M	PORTÃO	
25	Maria Gai Grendel, C E Profa.-EF M	PINHEIRINHO	
26	Máximo Atílio Asinelli, C E Prof.-EF M	CAJURU	
27	Milton Carneiro, C E-EF M	BOQUEIRÃO	
28	Natalia Reginato, C E-EF M	CAJURU	
29	Newton F da Costa, C E-EF M	PORTÃO	
30	Nilo Brandao, C E Prof.-EF M	CAJURU	
31	Nirlei Medeiros, C E-EF M	PINHEIRINHO	
32	Olivio Belich, C E Dep.-EF M	CAJURU	
33	Paulina P Borsari, C E-EF M	CAJURU	
34	Polivalente de Curitiba, C E-EF M	BOQUEIRÃO	
35	Rio Branco, C E Bar Do - EF EM	MATRIZ	
36	Roberto Langer Junior, C E-EF M	BOQUEIRÃO	
37	Santo Agostinho, C E-EF M	BOQUEIRÃO	
38	Teobalivro didáticoo L Kletemberg, C E Pr - EF M	BAIRRO NOVO	
39	Teotônio Vilela, C E-EF M	CIC	
40	Tiradentes, C E-EF M	MATRIZ	
41	Zacarias, C E Cons.- EF M	MATRIZ	
	TOTAL	**41 ESCOLAS**	

FONTE: A Autora (2018).

QUADRO 14: COLEÇÃO MAIS RECEBIDA NA DISCIPLINA DE FÍSICA

	COLÉGIOS ESTAUDAIS CURITIBA	SETOR	FÍSICA
01	Avelino Antônio Vieira, C E-EF M	PORTÃO	FÍSICA **EDITORA FTD SA**
02	Branca do N Miranda, C E Dona-EF M	BOA VISTA	
03	Claudio Morelli, C E Pe. - EF M	BAIRRO NOVO	
04	Francisco A Macedo, C E DR.- EF M	PORTÃO	
05	Gabriela Mistral, C E-EF M	PORTÃO	
06	Guaíra, C E-EF M	PORTÃO	
07	Inez Vicente Borocz, C E-EF M	BAIRRO NOVO	
08	Jayme Canet, C E-EF M	BOQUEIRÃO	
09	Joao Loyola, C E Prof.- EF M	PINHEIRINHO	
10	Joao Mazzarotto, C E-EF M	PINHEIRINHO	
11	Joao Paulo I, C E Papa-EF M	BOA VISTA	
12	Joao Turin, C E-EF M	PORTÃO	
13	La Salle, C E-EF M	PINHEIRINHO	
14	Marli Queiroz Azevedo, C E Profa. - EFM	CIC	
15	Moradias Monteiro Lobato, C E-EF M	PINHEIRINHO	
16	Pilar Maturana, C E-EF M	BOA VISTA	
17	Pio Lanteri, C E-EF M	CAJURU	
18	Prieto Martinez, C E-EF M	MATRIZ	
	TOTAL	**18 ESCOLAS**	

FONTE: A Autora (2018).

QUADRO 15: COLEÇÃO MAIS ESCOLHIDA NA DISCIPLINA DE GEOGRAFIA

	COLÉGIOS ESTAUDAIS CURITIBA	SETOR	GEOGRAFIA
1	Algacyr M Maeder C E Prof. EF M	BOA VISTA	FRONTEIRAS DA GLOBALIZAÇÃO - O ESPAÇO GEOGRÁFICO GLOBALIZADO **EDITORA ATICA S/A**
2	Claudio Morelli, C E Pe.-EF M	BAIRRO NOVO	
3	Hasdrubal Bellegard, C E-EF M	BAIRRO NOVO	
4	Joao Paulo II, C E-EF M	BOQUEIRÃO	
5	Joao Turin, C E-EF M	PORTÃO	
6	Luiz Carlos de P E Souza, C E P-E F M	BAIRRO NOVO	
7	Newton F da Costa, C E-EF M	PORTÃO	
8	Nirlei Medeiros, C E-EF M	PINHEIRINHO	
9	Olavo Del Claro, C E Prof.- EF M	SANTA FELICIDADE	
10	Pio Lanteri, C E-EF M	CAJURU	
11	Pol Militar, C Cel P M F S Mir.- EF M	PORTÃO	
12	Santa Cândida, C E-EF M Profis.	BOA VISTA	
13	Santo Agostinho, C E-EF M	BOQUEIRÃO	
14	Teobalivro didáticoo L Kletemberg, C E Pr - EF M	BAIRRO NOVO	
15	Teotônio Vilela, C E-EF M	CIC	
	TOTAL	**15 ESCOLAS**	

FONTE: A Autora (2018).

QUADRO 16: COLEÇÃO MAIS RECEBIDA NA DISCIPLINA DE QUÍMICA

	COLÉGIOS ESTAUDAIS CURITIBA	SETOR	QUÍMICA
01	Ângelo Gusso, C E-EF M	BOA VISTA	QUÍMICA **EDITORA ATICA S/A**
02	Aníbal Khury Neto, C E-EF M	CAJURU	
03	Bom Pastor, C E-EF M	SANTA FELICIDADE	
04	Branca do N Miranda, C E Dona-EF M	BOA VISTA	
05	Candido Rondon, C E Mal-EF M	PORTÃO	
06	Carrão, C E Cons-EF M	CAJURU	
07	Claudio Morelli, C E Pe-EF M	BAIRRO NOVO	
08	Cleto, C E Prof.-EF M	MATRIZ	
09	Elias Abrahão, C E Prof.-EF M	MATRIZ	
10	Eurides Brandao, C E-EF M	CIC	
11	Flavio F da Luz, C E-EF M	BAIRRO NOVO	
12	Gabriela Mistral, C E-EF M	PORTÃO	
13	Guaíra, C E-EF M	PORTÃO	
14	Hasdrubal Bellegard, C E-EF M	BAIRRO NOVO	
15	Homero B de Barros, C E-EF M Profis.	PINHEIRINHO	
16	Iara Bergmann, C E Profa.-EF M	BAIRRO NOVO	
17	Jayme Canet, C E-EF M	BOQUEIRÃO	
18	Joao Mazzarotto, C E-EF M	PINHEIRINHO	
19	Joao Paulo I, C E Papa-EF M	BOA VISTA	
20	Joao Turin, C E-EF M	PORTÃO	
21	La Salle, C E-EF M	PINHEIRINHO	
22	Luiz Carlos de P E Souza, C E P-E F M	BAIRRO NOVO	
23	Manoel Ribas, C E Ed Em Tempo Int-EF M	MATRIZ	
24	Maria Gai Grendel, C E Profa.- EF M	PINHEIRINHO	
25	Máximo Atílio Asinelli, C E Prof.- EF M	CAJURU	
26	Natalia Reginato, C E-EF M	CAJURU	
27	Newton F da Costa, C E-EF M	PORTÃO	
28	Paula Gomes, C E-EF M	PORTÃO	
29	Paulina P Borsari, C E-EF M	CAJURU	
30	Pol Militar, C Cel P M F S Mir.- EF M	PORTÃO	
31	Polivalente de Curitiba, C E-EF M	BOQUEIRÃO	
32	Rio Branco, C E Bar Do.- EF Em	MATRIZ	
33	Santa Cândida, C E-EF M Profis.	BOA VISTA	
34	Santa Felicidade, C E-EF M	SANTA FELICIDADE	
35	Santo Agostinho, C E-EF M	BOQUEIRÃO	
36	São Paulo Apostolo, C E-EF M	CAJURU	
37	Senhorinha M Sarmento, C E-EF M	CAJURU	
38	Tatuquara C E EF M	PINHEIRINHO	
39	Teobalivro didáticoo L Kletemberg, C E Pr-EF M	BAIRRO NOVO	
40	Tiradentes, C E-EF M	MATRIZ	
41	Yvone Pimentel, C E-EF M	PORTÃO	
	TOTAL	**41 ESCOLAS**	

FONTE: A Autora (2018).

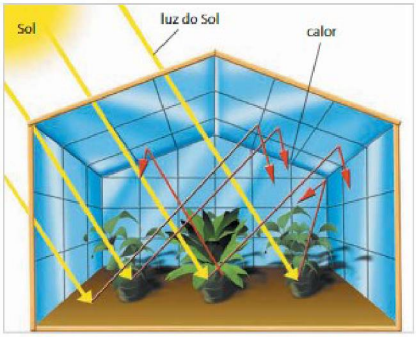
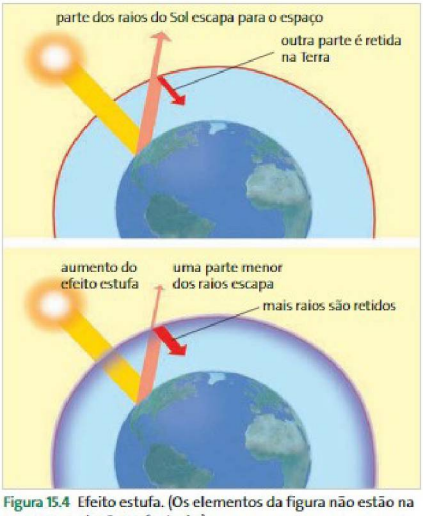
APÊNDICE 02 – CATEGORIAS DE ANÁLISE

QUADRO 17: CATEGORIA 1: DEFINIÇÃO SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

DEFINIÇÃO DAS MC	
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**
Q1. UN.1	Mudanças Climáticas são alterações que vêm sendo observados no clima do planeta, como mudanças no regime de chuvas, enchentes, estiagens, aumento ou diminuição da temperatura média em continentes e/ou oceanos, aumento na frequência de tornados e furacões, derretimento de geleiras, calor excessivo, frio extremo, etc.

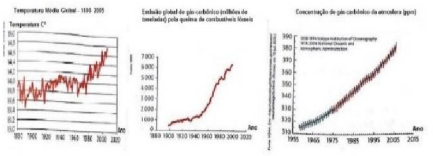
QUADRO 18: CATEGORIA 2: CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
B3.15.1.A(c)	**A luz do Sol passa pelo vidro e é absorvida pelas plantas** e por outros objetos, **que se aquecem e emitem raios infravermelhos.** Essa emissão é também chamada **radiação, onda infravermelha** ou, ainda, **radiação térmica**. **De maneira semelhante ao que ocorre na estufa de plantas (Figura 15.3) as radiações do Sol passam pela atmosfera e esquentam a superfície do planeta, que emite raios infravermelhos**. Desse modo, a atmosfera mantém a temperatura do planeta nos níveis que conhecemos hoje **(Figura 15.4)** (B3, 2014, p. 200). **O efeito estufa, ele mantém a temperatura média da Terra em torno de 15 °C** e, sem ele, o planeta estaria permanentemente coberto por uma camada de gelo e sua temperatura média estaria em torno de –18 °C. **Diversos gases na atmosfera colaboram para o efeito estufa, entre eles: o vapor de água, o gás carbônico, o gás metano, o dióxido de nitrogênio e os clorofluorcarbonos (CFCs). O gás carbônico é o principal gás para o efeito estufa, sendo responsável por cerca de 63% do efeito, que em grande escala causa a sua intensificação** (B3, 2014, p. 200).	**Figura 15.3** Esquema de uma Estufa de Plantas. A estufa mantém as plantas aquecidas. (Ilustração sm escala. Cores fantasia.) (B3, 2014, p. 200).  Figura 15.3 A estufa mantém as plantas aquecidas. (Ilustração sem escala. Cores fantasia.) **Figura 15.4** Efeito estufa. (Os elementos da figura não estão na mesma escala. Cores fantasia.) (B3, 2014, p. 200).  Figura 15.4 Efeito estufa. (Os elementos da figura não estão na mesma escala. Cores fantasia.)

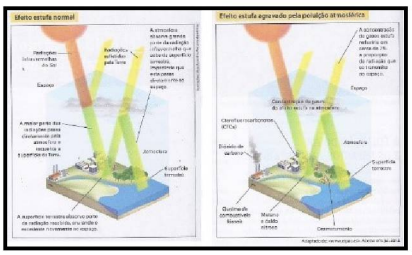
QUADRO 18: CATEGORIA 2: CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
B3.15.1.B(c)	**Nas últimas décadas, a temperatura média da Terra tem aumentado. Os cientistas acreditam que isso ocorra devido à intensificação do efeito estufa**. Medidas feitas por satélites comprovam que cada vez menos radiação infravermelha escapa para o espaço. Ao mesmo tempo, vem aumentando a quantidade dessa radiação que volta para a Terra. Esse fenômeno é chamado aquecimento global. Veja nos gráficos da figura **(Figura 15.5)** (B3, 2014, p. 200). Há fortes evidências de que **a intensificação do efeito estufa resulta principalmente do aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera**. A produção desse gás pela respiração e pela decomposição deveria ser naturalmente compensada pelo seu consumo na fotossíntese. **No entanto, com o aumento da produção de gás carbônico – por causa da queima de combustíveis fósseis** (em motores, nas indústrias e nas usinas) **e, em menor grau, pelas queimadas de florestas**, **-, a concentração desse gás vem aumentando gradativamente** (B3, 2014, p. 201). **No início da Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra no final do século XVIII, a concentração de gás carbônico era de cerca de 280 partes por milhão (ppm).** Com a substituição do trabalho artesanal pelo trabalho com o uso de máquinas, a concentração desse gás passou para 315 ppm no final da década de 1950, e em 2011 atingiu cerca de 392 ppm. Analisando bolhas de ar aprisionadas no gelo da Antártida, a mais de 3 km de profundidade, é possível comparar a **concentração de gás carbônico** na atmosfera de hoje com a do passado. **Essas análises indicam que a concentração de gás carbônico na atmosfera é a maior dos últimos 800 mil anos. As análises indicam que nove dos dez anos mais quentes (desde 1880) ocorreram no século XXI**. Além do aumento da temperatura, também é maior a rapidez com que esse aumento ocorre: **desde 1850, a temperatura vem subindo em velocidade quatro vezes maior do que antes** (B3, 2014, p. 201).	**Figura 15.5** Observe a correlação entre o aumento da temperatura média do planeta, o aumento da emissão de gás Carbônico pela queima de combustíveis fósseis e o aumento da Concentração de gás carbônico na atmosfera. (A variação anual da concentração de gás carbônico deve-se à variação sazonal do crescimento das plantas na primavera, quando a taxa de fotossíntese é maior, e no inverno, quando essa taxa é menor) (B3, 2014, p. 201). 
B3.10.15.2(c)	**O Consenso** A **grande maioria dos estudiosos do clima, chamados climatologistas, afirmam que há evidências suficientes para afirmar que, muito provavelmente, a temperatura média do planeta está aumentando e que esse aumento é antropogênico, isto é, derivados de atividades humanas (anthropos = ser humano; genos = origem**). Uma pesquisa feita em 2010 com 1 372 cientistas que realizam pesquisas sobre mudanças climáticas mostrou que 97% a 98% deles estão de acordo com a	

QUADRO 18: CATEGORIA 2: CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
	tese de que o aquecimento global é antropogênico.**Uma pesquisa realizada em 2012 indicou que apenas 24 entre 13 950 artigos publicados em revistas científicas (0,17% ou 1 em 581) ou rejeitam o aquecimento ou acham que outras causas, além do gás carbônico**, estão presentes. **A conclusão de um aquecimento antropogênico não é defendida apenas pelo IPCC, mas endossada pelas Academias de Ciências de vários países** (Brasil, Canadá, França, Alemanha, Índia, Itália, Japão, Rússia, Estados Unidos, Inglaterra, entre outras) **e por várias organizações que estudam o clima** (NASA's Goddard Institute of Space Studies, Potsdam Institute for Climate Impact Research, National, Oceanic and Atmospheric Administration, Environmental Protection Agency, entre outras (B3, 2014, p. 375,376)	
F1. 10.1(c)	Parte do **aquecimento global tem sua origem na ação humana sobre a atmosfera terrestre, pela emissão contínua e crescente de gases de efeito estufa, decorrentes da queima de combustíveis fósseis pelas fábricas e pelos automóveis**. Esses gases absorvem a energia solar, o que faz aumentar a temperatura do planeta, causando derretimento de geleiras e alterações atmosféricas severas (**Figura ao lado)** (F1, 2013, p. 193).	**Figura**: A energia que utilizamos diariamente provém da natureza. Tanto a obtenção quanto o uso dela podem provocar sérios riscos ao ambiente (F1, 2013, p. 193).  A energia que utilizamos diariamente provém da natureza. Tanto a obtenção quanto o uso dela podem provocar sérios riscos ao ambiente.
G1.12.1.A(c)	O efeito estufa é um fenômeno natural necessário para manter a temperatura constante na Terra. A radiação solar atravessa a atmosfera, parte dessa radiação é refletida pela Terra e absorvida pela superfície terrestre. O calor retido pelas partículas de gases e vapor de água em suspensão na atmosfera aquece o planeta, permitindo a vida. Observe na primeira ilustração a ocorrência natural desse fenômeno **(Figura a e b ao lado)** A **queima de combustíveis fósseis** (carvão mineral e petróleo) por indústrias e veículos automotivos e as queimadas em florestas e áreas **agrícolas são os principais responsáveis pelo aumento da quantidade de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera, o que faz intensificar a retenção do calor na superfície terrestre, elevando a temperatura global** (G1, 2015, p.146).	**Figura:** a) Representa o Efeito estufa Normal; b) Efeito estufa agravado pela poluição atmosférica (G1, 2015, p.146). 
G1.7.1.1.TC(c)	**Impactos da agropecuária no aquecimento global** Segundo cálculos da FAO, com relação **ao setor pecuário**, todo o rebanho mundial responde por aproximadamente, **18% de todas as emissões de gases do efeito estufa originadas por intervenção humana.** A estimativa considera os cinco maiores	

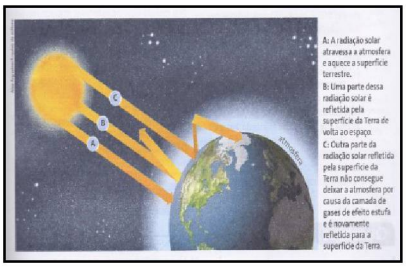
QUADRO 18: CATEGORIA 2: CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
	emissores de gases causadores do efeito estufa: **a produção de energia, o setor industrial, o lixo, as mudanças no uso do solo e a agropecuária** (VEIGA FILHO,2007). Em números absolutos, **o IPCC calculou que a emissão de gases causados pela ação antrópica atinja cerca de 40 bilhões de toneladas, das quais 7,1 bilhões tem como origem a criação de animais, especialmente bovinos, criados em regime extensivo** (VEIGA FILHO, 2007). Conclusões do relatório reforçam que **a emissão de dióxido de carbono** proveniente de mudanças no uso do solo acontece **a partir do desmatamento e da perda de material biológico do solo, com a conversão de florestas em pastagens**, e "são muito mais elevadas do que as emissões do setor energético". O uso do solo inadequadamente, como na produção de gado intensifica **mais os fatores que provocam as MC que outras atividade**s, o que causa: do desmatamento e da perda de material biológico do solo, com a conversão de florestas em pastagens. Texto Adaptado de: LEANDRO, Carlos Roberto. **Revista Eletrônica Thesis**. n.º 18. São Paulo: Faculivro didáticoade Cantareira. Disponível em: <http://www.cantareira.br/tehsis/agricultura-e-aquecimento-global-efeitos-e-solucoes/>. Acesso em: nov. 2012. VEIGA FILHO, L. De volta ao passado: Agropecuária terá que retomar práticas abandonadas nas últimas décadas para enfrentar mudanças climáticas e evitar novos danos ambientais. **Safra**, n.88, p.14-20, out. 2007. (G1, 2015, p.304 -305)	
Q1. UN.1(c)	**Mudanças Climáticas** Muitos cientistas afirmas que **essas alterações são provocadas pelas atividades humanas,** como a industrialização, a poluição e o desmatamento, para obtenção de terras aráveis ou destinadas â pecuária. **Mas há os que discordam e dizem que todos esses fenômenos fazem parte de um ciclo natural do planeta, que se repete há milhões de anos**, e está mais **relacionado às explosões solares** do que à nossa capacidade de modificar o ecossistema (Q1, 2014, p.16).	
Q1.1.SM(c)	**Cada vez mais quente** Um grupo de mais de 1500 cientistas, membros do (IPCC), órgão vinculado à ONU, **considera haver "fortes evidências" de que a ação humana tem grande responsabilidade sobre as mudanças no clima**. **Desde que os ingleses ergueram a primeira chaminé da Revolução Industrial, no século XVIII, o nível de dióxido de carbono na atmosfera aumentou em 30%. O de metano, 150%.** FONTE: COUTINHO, Leonardo. **Revista. Veja**, ed. 1837, jan. 2004. Disponível em: <http://Veja.abril.com.br/210104/p_094.html>. Acesso em: 10 de maio de 2012 (Q1, 2014, p. 18).	

QUADRO 18: CATEGORIA 2: CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
Q1.4.2.Q(c)	**O que são "gases de efeito estufa?** Justamente porque na atmosfera o vapor de água e gases como o dióxido de carbono, o metano, o monóxido de nitrogênio e o ozônio, que, apesar de estarem presentes em quantidade ínfimas, são capazes de formar uma camada de proteção infravermelha emitida pela Terra (Efeito Estufa), possibilitando a existência das mais variadas espécies de vida. Além disso, essa camada de gases e de vapor de água reflete parte do calor emitido pelo Sol **(Figura ao lado)**. A **questão é que as atividades humanas**, como a queima de combustíveis fósseis para a obtenção de energia que movimenta as indústrias e os meios de transporte, e a criação de rebanhos bovinos e caprinos para o abate, **têm liberado uma enorme quantidade de gases que potencializam o efeito estufa** para a atmosfera (no caso, gás carbônico e gás metano, respectivamente). **Com o efeito estufa potencializado, a temperatura média do planeta tende a aumentar e, com isso, o número de furacões, de tempestades, de enchentes e suas consequências devastadoras tendem a crescer** (Q1, 2014, p. 59).	**Figura:** O esquema retrata a radiação solar e a reflexão dos raios após atravessarem a atmosfera terrestre – considerando o efeito estufa de modo natural (Q1, 2014, p. 59). 
Q1.4.2.CR(c)	**Curiosidade: Os céticos do aquecimento global** **Representante dos países da América do Sul na Organização de Meteorologia Mundial – OMM, Luiz Carlos Molion assegura que o homem e suas emissões na atmosfera são incapazes de causar um aquecimento global. Ele também diz que há manipulação dos dados da temperatura terrestre e garante: a Terra vai esfriar nos próximos 22 anos.Essas variações não são cíclicas, mas são repetitivas. O certo e que quem comanda o clima global não é o gás carbônico. Pelo contrário! Ele é uma resposta. Isso já foi mostrado por vários experimentos. Se não é o gás carbônico o que controla o clima? O Sol, que é a fonte principal de energia para todo o sistema climático. E há um período de noventa anos, aproximadamente, em que ele passa de atividade máxima para mínima. Registros de atividades solar, da época de Galileu, mostram que, por exemplo, o Sol esteve em baixa atividade em 1820, no final do século XIX e no início do séc. XX. Agora o sol deve repetir esse pico, passando os próximos 22, 24 anos em baixa atividade. Fonte: Disponível em; <http://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/redacao/2009/12/11/nao-existe-aquecimento-global-diz-representante-da-omm-na-america-do-sul.htm>. Acesso em: 1° de jun. de 2012 (Q1, 2014, p. 60).**	

QUADRO 18: CATEGORIA 2: CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
Q1. FUN.1.CM(c)	**Compreendendo o Mundo** O tema central desta Unidade I foi mudanças climáticas. Vimos que **as atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis** para movimentar veículos, máquinas industriais e usinas termelétricas, assim como a **criação de grandes rebanhos** bovinos e caprinos para a exploração comercial e o abate, **estão liberando uma quantidade imensa de gases na atmosfera, entre eles o gás carbônico, o metano e o monóxido de dinitriogênio, que possuem a propriedade de reter na atmosfera terrestre parte do calor emitido pelo Sol, atuando como o vidro de uma estufa**, daí serem chamados de gases de efeito estufa (o certo seria dizer: "gases responsáveis pelo efeito estufa"). **De acordo com a teoria, do Prof. Molion, as emissões de gases decorrentes das atividades humanas não tem impacto sobre o clima da Terra, e os países desenvolvidos têm interesses políticos em propagar a ideia de que as atividades humanas estão causando as mudanças climáticas para desacelerar o desenvolvimento dos países de terceiro mundo. Se você pesquisar mais a respeito verá que essas afirmações tem o respalivro didáticoo de muitos outros cientistas do mundo inteiro.** **A esse respeito estudamos a teoria dos cientistas do IPCC de que as atividades humanas estão liberando para a atmosfera uma grande quantidade de gases de efeito estufa, e esse fenômeno seria responsável por uma série de alterações no clima da Terra, Com o aumento da temperatura mediado planeta, o derretimento das calotas polares, o aumento do nível dos oceanos, do número de furacões, tufões e ciclones, o surgimento de áreas de deserto e de ondas de calor ou de frio intensos fora de época. (Q1, 2014, p. 79).**	
Q1.7.SM(c)	**Mudanças climáticas, camada de ozônio e governança global** O **Aquecimento Global Antropogênico - AGA é uma hipótese sem base científica sólida** [..], afirma Luiz Carlos Molion. Seu pilar **básico é uma intensificação do efeito estufa pelas ações humanas emissoras de dióxido de carbono e metano, por meio da queima de combustíveis fósseis e de florestas tropicais, das atividades agrícolas e da pecuária ruminante. As temperaturas já estiveram mais altas com concentrações de gás carbônico inferiores as atuais. Por exemplo, entre 1925 e 1946, o Ártico, em particular, registrou aumento e 4ºC com concentração**	

QUADRO 18: CATEGORIA 2: CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
	de gás carbônico inferior a 300ppmv (partes por milhão em volume). Hoje, a concentração é de 390ppmv. Ou seja, **é obvio que o gás carbônico não controla o clima global.** Reduzir as emissões, a um custo enorme para a sociedade, não terá impacto no clima. **Como mais de 80% da matriz energética global depende de combustíveis fósseis, reduzir emissões significa reduzir geração de energia e condenar países subdesenvolvidos à pobreza eterna, aumentando as desigualivro didáticoades sociais no planeta.** Essa foi, em essência a mensagem central da carta aberta entregue a presidenta Dilma Rousseff antes da Rio+20 - assinada por 18 cientistas brasileiros, eu inclusive. **FONTE**: Luiz Carlos Balivro didáticoicero Molion (Físico pela USP, PhD, em Meteorologia pela Universidade de Wisconsin, Estados Unidos e Professor Associado da Ufal, Maceió, Al.) Disponível em: <http://.folha.uol.com.br/fsp/opiniao/57751-mudancas-climaticas-e-governanca-global-shtml>. Acesso em: 24 ago. 2012. (Q1, 2014, p. 97).	
Q1. FUN.2.CM(c)	**Compreendendo o mundo**: **O tema central desta unidade foi "oxigênio e ozônio".** **O ozônio, formado em situações específicas**, pode ser levado pelos ventos e a centenas de milhares de quilômetros de distância. **Quanto maior a quantidade de ozônio na baixa atmosfera, maior é a perda agrícola**. Pesquisas realizadas nos Estados Unidos mostraram que o ozônio inibe a fotossíntese, produzindo lesões nas folhas e grandes prejuízos aos plantadores de soja, trigo, algodão e amendoim. **Nos animais, o ozônio provoca irritação e ressecamento das mucosas do aparelho respiratório e envelhecimento precoce.** Testes indicam que, em maiores concentrações, o ozônio destrói proteínas e enzimas. **Já na estratosfera, o ozônio tem um papel essencial protegendo a vida no planeta**, **filtrando os raios ultravioletas** B (UVB)**do sol.**	
	Meteorologia – OMM aponta para uma possível relação entre a diminuição da camada de ozônio e as mudanças climáticas. **A península Antártica, região onde há "formação do buraco" (**não ocorre a formação de buracos e sim a rarefação dessa camada, que fica mais fina) **a camada de ozônio é maior e sofreu um aquecimento nos últimos cinquenta anos de até 3ºC contra 0,7ºC da média global em todo o século XX**. **Segundo a OMM, o aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera contribui para um aumento das temperaturas na troposfera e na superfície do planeta, ao mesmo tempo em que causa uma diminuição de temperatura na estratosfera**. A diminuição das temperaturas	

QUADRO 18: CATEGORIA 2: CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
	observadas nos últimos anos na estratosfera, precipuamente no inverno, **facilita as reações químicas que destroem o ozônio.** Mesmo assim, a**lguns cientistas são céticos e questionam se a causa da "formação de buracos" na camada de ozônio ocorre de fato em virtude de atividades humanas, ou se é apenas um processo cíclico relacionado às atividades solares, como afirma o texto de abertura deste capítulo** (Q1, 2014, p. 149).	
Q2.4.SM (c)	**Impactos ambientais das queimadas de cana-de-açúcar** **Um dos pontos mais críticos sobre a queima da palha da cana-de - açúcar são as emissões de gases do efeito estufa na atmosfera**, principalmente o gás carbônico – CO2, como também o monóxido carbônico- CO, óxido nitroso N2O, metano – CH$4, e a formação do ozônio, O3, além da poluição do ar atmosférico pela fumaça e fuligem **(Figura ao lado).** Fonte: Disponível em: <htt://gruopocultivar.com.br/site/contente/artigos/artigo. Php?id=983> Acesso em: 29 out. de 2012 (Q2, 2014, p. 55).	**Figura:** A queima da cana de açúcar causa um impacto ambiental que não pode ser ignorado (QUÍMICA, p. 55).  A queima da palha da cana-de-açúcar causa um impacto ambiental que não pode ser ignorado.
Q2.UNI 3(c)	**Poluição Térmica: como isso nos afeta?** A poluição atmosférica é um fenômeno que pode causar sérios danos ao meio ambiente e ao ser humano. Por ser ainda pouco discutido pela mídia e pela população, torna-se potencialmente perigoso, pois a maioria das pessoas não percebe o que está acontecendo. **No meio ambiente, a poluição térmica causa desequilíbrio ecológico, aumenta o efeito estufa e as formação do smog (mistura de fumaça- smoke - e neblina - fog) que torna o ar das grandes cidades 'pesado' e sufocante (**Q2, 2014, p.135).	
Q2.UNI.4(c)	**Como isso nos afeta?** A sobrevivência **dos corais depende da manutenção de um equilíbrio delicado entre a temperatura, luminosidade e quantidade de nutrientes orgânicos – que está se tornando rara por causa da poluição e das mudanças climáticas**. Monitorar essas espécies é importante pois, graças a sua sensibilidade, são bons indicadores da qualidade e saúde do ecossistema (Q2, 2014, p.190).	

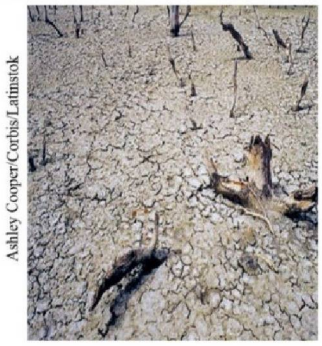
QUADRO 18: CATEGORIA 2: CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

conclusão

CAUSAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
Q2.12.SM(c)	**Brasil tem poucas espécies de corais, mas um terço delas difere de quaisquer outras do planeta** **O Brasil apresenta os únicos recifes de coral do Atlântico Sul**. Essas comunidades ocorrem desde o Maranhão até a Bahia, estendendo-se por cerca de 3 mil km da costa brasileira. A fauna de corais do Brasil, apesar de pouco diversa, comparada a outras regiões do mundo, apresenta espécies raras. **Apesar de sua riqueza biológica, um quinto dos coloridos recifes de coral já foi destruído devido ao impacto da ação humana,** segundo a União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, na sigla inglesa). **A principal causa da degradação é a alteração no equilíbrio dos ambientes marinhos, como a pesca excessiva, a poluição, a agricultura, a devastação de florestas litorâneas e as mudanças climáticas do planeta. (Figura ao lado)** Fonte: FUNDAÇAO: O BOTICÁRIO. Conservação *on-line*. Ed.64. (Q2, 2014, p. 192)	**Figura:** Colônia de Coral *Mussismilia brasiliensis* endêmica da região de abrolhos, BA, Brasil (Q2, 2014, p. 192).  Colônia de coral *Mussismilia braziliensis* endêmica da região de Abrolhos, BA, Brasil.
Q2.FUN.4.CM(c)	**Compreendendo o Mundo** O tema central desta unidade foram os "corais". Segundo a União Internacional para a Conservaçao da Natureza (IUCN sigla em inglês), **a principal causa da degradação dos recifes de corais é a alteração no equilíbrio dos ambientes marinhos em razão da pesca excessiva, da poluição, da agricultura, da devastação de florestas litorâneas e das mudanças climáticas do planeta.** No Brasil, a situação é preocupante. No nordeste brasileiro, por exemplo, praticamente não há mais recifes de corais por causa de um processo paulatino de destruição. **Apesar dos avanços nas pesquisas, a taxa de deposição de carbonato de cálcio nos recifes de coral é de cerca de 10kg/m²/ano**, o que significa que **os corais crescem em média de 3mm a 8mm por ano, ou seja, a velocidade de recuperação nunca vai atingir a de degradação se não tomarmos alguma providência urgente para frear a poluição que estamos causando** e pra preservar os recifes de corais saudáveis que ainda temos como os do sul da Bahia **Figura ao lado.** (Q2, 2014, 261).	**Figura:** Recife de coral no entorno do Parque Nacional marinho dos Abrolhos, Bahia, 2008 (Q2,2014, 261).  Recife de coral no entorno do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos, Bahia, 2008.

QUADRO 19 : CATEGORIA 3: CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
B3.15.1.C(cs)	**O aquecimento global se deve ao aumento das emissões de gás carbônico provocadas pelo ser humano. Um aumento de mais de 2 °C já seria suficiente para provocar mudanças climáticas importantes, como um aumento de fenômenos climáticos extremos: ondas de forte calor, secas e inundações mais frequentes, ciclones tropicais e furacões mais intensos, aumento de chuvas torrenciais nas latitudes mais extremas e menos chuvas nas áreas subtropicais. Houve aumento expressivo de extremos climáticos na última década e que há uma conexão entre esse aumento e o aquecimento global**. O aquecimento do planeta também poderá interferir nos caminhos das correntes de ar e de água e alterar o regime de chuvas, afetando mais profundamente o clima de várias regiões. **Figura 15.6. Todas essas mudanças climáticas poderão prejudicar a agricultura. A seca, a falta de água e os problemas na agricultura poderão fazer com que 600 milhões de pessoas sejam atingidas pela fome e pela desnutrição até o fim deste século**. Outro fator negativo **seria a proliferação de insetos** (que se reproduzem melhor em climas mais quentes) que atacam plantações ou que transmitem microrganismos patogênicos. **A região tropical, onde estão muitos países em desenvolvimento** e onde a população tem menos condições de enfrentar os problemas causados pelas mudanças climáticas, **será mais afetada. Há ainda riscos de perda de biodiversidade. O IPCC calcula que entre 20% e 30% das espécies do planeta podem ser extintas caso as temperaturas globais aumentem até 2,5 °C. Em relação à Amazônia, estudos realizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) indicam que o aumento de temperatura, aliado ao desmatamento, transformaria parte da floresta em savana, o que, entre outros efeitos, levaria a uma considerável perda de biodiversidade. - Particularmente atingidos serão os recifes de corais: o aumento da concentração de gás carbônico já está provocando elevação da acidez da água, o que, juntamente com o aumento da temperatura da água, pode provocar a morte das algas associadas aos corais, resultando na morte desses animais.** Não podemos esquecer que os recifes de corais abrigam enorme biodiversidade e deles dependem muitas espécies de peixes e o sustento de pescadores em várias partes do mundo. **O aumento da temperatura pode provocar a subida do nível dos mares por causa da expansão térmica da água (a água quente ocupa mais volume que a fria) e também do**	**Figura 15.6** Fenômenos climáticos extremos em pontos opostos do planeta (B3, 2014, p. 202).  Carlos Domingues/SPC/Latinstok Foto 1: Forte Tempestade na costa da Inglaterra em 2007.  Ashley Cooper/Corbis/Latinstok Foto 2: Solo ressecado na Austrália: as árvores morreram por falta de água (janeiro de 2003).

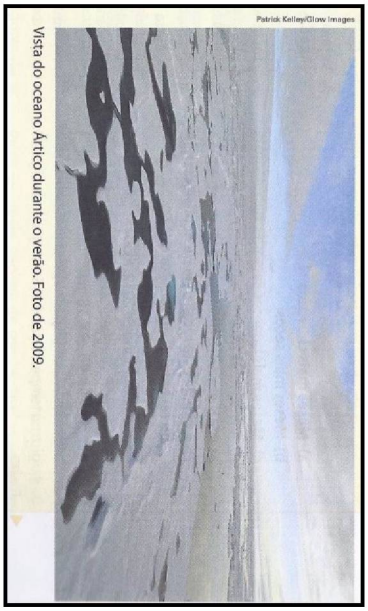
QUADRO 19 : CATEGORIA 3: CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
	degelo de parte das calotas polares. No século passado, o nível do mar subiu de 10 cm a 20 cm. Se esse aumento continuar, grandes áreas do litoral serão inundadas, muitas ilhas ficarão submersas e milhões de pessoas ficarão desabrigadas. Além disso, o avanço das águas salgadas pode contaminar os reservatórios de água doce mais próximos das regiões costeiras. **Todas essas previsões dependem das emissões de carbono no futuro** e de quanto será, de fato, o aumento da temperatura média do planeta. As consequências serão mais graves, por exemplo, se ocorrer um aumento de temperatura que ultrapassar os 2 °C até 2100, mas menos graves se esse aumento se mantiver em, no máximo, 2 °C (B3, 2014, p. 202).	
B3.10.15.1(cs)	**Ciclo do Carbono** No caso do ciclo do carbono, é importante mostrar aos aluno **a diferença entre o efeito estufa e o aquecimento global, que vem a ser a intensificação do efeito estufa pelo ser humano, com o consequente aumento da temperatura do planeta.** O capítulo discute os **possíveis desequilíbrios provocados pelo aquecimento global, como a subida no nível dos mares e a consequente inundação das áreas litorâneas, mudança no regime de chuvas e no clima, o que prejudica a agricultura e aumenta a proliferação de insetos transmissores de doenças.** Além desses problemas, um estudo de 2004 (C. D. Thomas e outros, Extinction risk from climate change, *Nature*, n. 427, p. 145-8, 8/1/2004) fez uma estimativa acerca da **porcentagem de espécies que podem entrar em extinção em função do aquecimento global. Os cientistas analisaram o efeito do aquecimento em 1 103 espécies de plantas e animais do Brasil, da África do Sul, da Europa, da Austrália, do México e da Costa Rica, cobrindo cerca de 20% da superfície terrestre** (os oceanos não foram analisados). **Com elevação acima de 2 °C até 2050, cerca de 35% do total de espécies estaria a caminho da extinção.** Com elevação entre 1,8 °C e 2 °C, a porcentagem média seria de 24%. Com aumento entre 0,8 °C e 1,7 °C, o índice médio de extinção seria de 18% (BIOLOGIA HOJE, p. 375). - Portanto, temos mais um argumento para a implementação de tecnologias que contribuam para diminuir a emissão de gás carbônico. É importante o aluno entender que **para se avaliar melhor se está havendo ou não um aquecimento global, as variações de temperaturas devem ser observadas por um longo período de tempo, uma vez que vários fenômenos climáticos provocam há bastante tempo oscilações de temperatura**. Por	

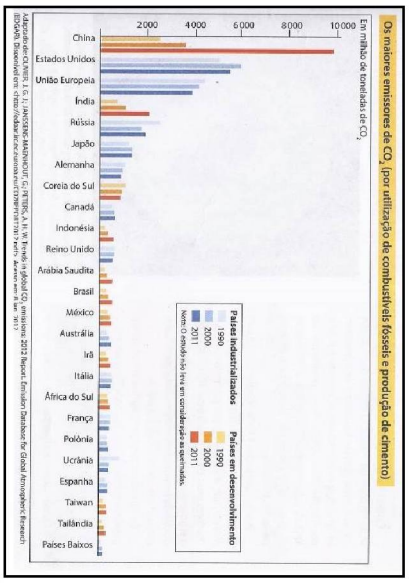
QUADRO 19 : CATEGORIA 3: CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
	exemplo: o ano de 1998 foi excepcionalmente quente devido ao fenômeno El Niño (aquecimento anômalo das águas superficiais do oceano Pacífico, que influencia o clima de todo o planeta), enquanto o ano de 2008 foi mais frio. Então, se analisarmos apenas o início e o fim desse período, poderíamos concluir que a Terra está esfriando. Mas, se observarmos ao longo de um período bem maior, a conclusão é o oposto a essa ideia.Para essas e outras previsões, os cientistas se valem, além das medidas recolhidas, de modelos matemáticos e simulações em computador. Como qualquer modelo, essas previsões têm uma margem de erro. Nem todos os cientistas aceitam a tese do aquecimento global antropogênico (B3,2014, p. 375).	
G1.11.2.PR(cs)	**Pesquise e Reflita:** Grande piscina de água doce se expande no Ártico, diz pesquisa: **Uma enorme piscina de água doce no oceano Ártico está se expandindo e pode baixar a temperatura da Europa**, ao diminuir a velocidade da corrente oceânica, disseram cientistas britânicos no domingo. **(Figura ao lado – Foto).** Usando satélites para medir a altura da superfície do mar de 1995 a 2010, cientistas da University College of London e do National Oceonography Centre descobriram que a superfície oeste do Ártico subiu cerca de 15 centímetros desde 2002. O volume de água doce aumentou pelo menos em 8000 quilômetros cúbicos, ou cerca de 10 por cento de toda a água doce do oceano Ártico. O aumento pode ser devido aos fortes ventos do Ártico que fizeram com que uma **corrente chamada Beaufort Gyre** aumente, fazendo o nível do mar se elevar. O Giro Beaufort é uma das correntes oceânicas menos compreendidas do planeta**. Alguns cientistas acreditam que os ritmos naturais do Giro Beaufort, uma das correntes oceânicas podem ser afetados pelo aquecimento global e isso pode trazer graves complicações para a circulação do Oceano e no aumento dos níveis do mar. Modelos climáticos sugerem que o vento soprando na superfície do mar formou uma cúpula no meio do Giro Beaufort, mas existem poucos estudos para confirmar isso. De acordo com a pesquisa, se o vento mudar de direção, o que aconteceu entre** meados da década de 1980 e meados da seguinte, **a piscina de água doce poderá vazar para o resto do Oceano Ártico e até mesmo para o norte do Atlântico. Isso poderá esfriar a Europa ao diminuir uma corrente oceânica vinda do golfo, que mantém o clima da Europa relativamente moderado, comparando a países com latitudes semelhantes.** Fonte: O Estado de São Paulo, 22 de jan. 2012 (G1, 2015, p.143-144)	**Figura:** Vista do Oceano àrtico duante o verão. Foto de 2009 (G1, 2015, p.143) 

QUADRO 19 : CATEGORIA 3: CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
G1.12.1.A(cs)	**É a intensificação desse efeito estufa que preocupa**, conforme podemos ver na segunda ilustração da página anterior. **Seis gases são considerados os principais responsáveis pelo agravamento do efeito estufa:** Dióxido de Carbono (CO_2), o principal deles: Hidrocarboneto perfluoclorados (PFCs); Hidrofluocarboretos (HFCs); Metano (CH_4); Óxido Nitroso (N_2O) e Hexafluoreto de Enxofre (SF_6). **Os maiores emissores de (CO_2) são, historicamente, os países desenvolvidos**. Cresce, contudo, a emissão de poluentes em países emergentes está aumentando, **como podemos ver no (Figura ao lado).** **Em razão do acelerado crescimento econômico da China passou** a consumir maior quantidade **de fontes de energia, principalmente carvão**, do qual é o maior produtor e maior importador mundial. **Como consequência, suas emissões de (CO_2) aumentaram e ultrapassaram as dos Estados Unidos. Em termos percentuais, em 2011, a China contribuiu com 29% do total mundial das emissões de (CO_2), seguida por, Estados Unidos (16%), União europeia (11%), Índia (6%), Rússia (5%) e Japão (4%).** **Desde 1860, o aumento da temperatura na superfície da Terra tem sido de 0,3°C a 0,6°C e, segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC**, sigla do inglês *Intergovernment Panelon Climate Change*), ligado à ONU, até o ano de 2100 poderá variar de 1ºC a 3,5ºC, se a emissão de gases não estiver controlada. **No ano de 2011, mesmo tendo ficado abaixo do ano de 2010, foi um dos mais quentes da história**, com temperatura média 0,4 graus acima da média do período 1961-1990. **Temos experimentado verões bem mais quentes nas últimas décadas, o que é preocupante. Teme-se que as consequências do efeito estufa, responsável pelo aquecimento global, possam ser catastróficas**. Essas projeções têm motivado várias reuniões e conferências com o objetivo de conscientizar os países poluidores da necessidade de reduzirem a emissão de (CO_2). **A preocupação com o aquecimento global é perfeitamente compreensível. Se as geleiras continuarem a derreter por causa do aumento do calor, o nível do mar poderá subir. A projeção é de que no ano 2100 a elevação será em média de 60 centímetros, com uma variação de 15 a 19 centímetros. Se o nível do mar subir 1 metro, 17,5% do território de Blangladesh ficará submerso. Alguns países insulares poderão desaparecer. As Ilhas Malivro didáticoivas, Tuvalu e Kiribati, no Oceano Pacífico, também estão situados a poucos metros acima do nível do mar**. Por isso, esses países estão ameaçados (G1, 2015, p.147- 148)	**Figura:** Gráfico os maiores emissores de CO_2 (por utilização de combustíveis dóssies e produção de cimento) (G1, 2015, p.147) 

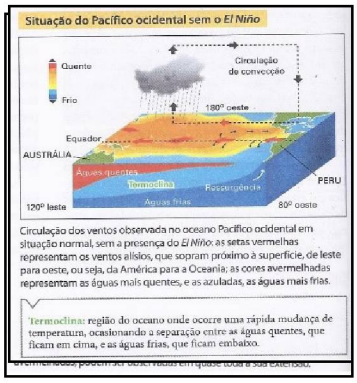
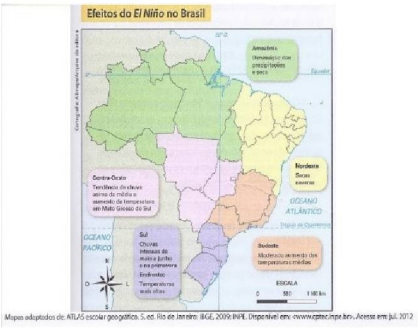
QUADRO 19 : CATEGORIA 3: CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
G1.12.1.CP(cs)	**Contexto e Aplicação: País inteiro muda por causa das MC** Kiribati é um pequeno país formado por 32 atóis de coral no meio do oceano Pacífico. **Por conta da elevação do nível dos mares, o presidente do país já estuda maneiras de mover toda a população local**. **Anote Tong, presidente do Kiribati, está negociando a compra de 5000 acres de terra em Fiji (outro país da região) para hospedar seus cidadãos.** A maior parte dos 113.000 habitantes do país está apinhada em Tarawa, o centro administrativo do país. A ideia é mudar primeiro os trabalhadores mais capacitados e com isso, melhorar a economia de Fuji. O presidente de Kiribati busca auxílio da comunidade internacional para financiar a mudança dos seus cidadãos. **É a última cartada de Kiribati antes de ser engolida pelo mar: no ano passado Tong sugeriu a construção de plataformas artificiais no oceano.** Fonte: Adaptado de: <notícias.ambientebrasil.com.br> Acesso em. jun. 2012. (G1, 2015, p. 148)	
G1.12.2(cs)	**Fenômenos Naturais e Novos padrões Climáticos** Desde a formação da Terra, a atmosfera do planeta tem sofrido mudanças. Menos radicais do que em tempos remotos**, temos hoje alguns fenômenos que são responsáveis por alterações no comportamento das chuvas, dos ventos e da temperatura do ar em várias regiões. Há alguns anos, certos lugares sofrem enchentes devastadoras, enquanto outros enfrentam fortes estiagens, ondas de calor abrasadoras fazem contraste com temperaturas muito baixas e tempestades de neve violentas**. **Todos esses eventos** naturais causam prejuízos à população da áreas atingidas, **arrasando plantações, danificando casas e estradas, matando animais e, muitas vezes, um grande número de pessoas**. Entre as causas dessas mudanças climáticas, destacam-se dois fenômenos: **El Niño e a La Niña, que têm em comum o fato de se originarem no Oceano Pacífico e trazerem consequências para o clima de todo o mundo, embora de formas diferentes** (G1, 2015, p.151).	**Figura a.** Situação do Pacífico ocidental sem o El Niño (G1, 2015, p.152). 

QUADRO 19 : CATEGORIA 3: CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
G1.12.2.A(cs)	Em situação normal, os ventos alísios sopram sobre o Pacífico ocidental, empurrando as águas mais quentes da superfície em direção à Austrália. Desse modo, na costa do Peru as águas frias da corrente de Humbolivro didáticot vêm à superfície **(Figura a).** **Sem os ventos fortes, todo o oceano pacífico equatorial começa a aquecer. Com a evaporação, forma-se nuvens que dão origem a intensas chuvas no Pacífico equatorial ocidental. Essa mudança no local de formação das nuvens acarreta modificações no padrão de circulação do ar e da umidade atmosférica, alterando o clima no mundo. O fenômeno dura em média, de 12 as 18 meses. Em decorrência do fenômeno El Niño, a temperatura da superfície do mar chega a ficar 4,5 °C acima da média (Figura b).** Suas maiores ocorrências foram em 1982-1983 e em 1997-1998. Durante sua ocorrência, **o fenômeno do El Niño provoca alterações climáticas que mudam radicalmente o comportamento esperado das chuvas e das tempestades em todo o mundo.** **O aumento de temperatura das águas oceânicas faz aumentar a evaporação, ocasionando a formação de nuvens e alterando o sistema global de circulação de ar.** Desse modo, chove mais que o esperado para o período em alguns lugares e há secas prolongadas em outros. **Por exemplo, uma massa de ar quente causada pelo el Niño, na altura do sudeste do Brasil, vai impedir a passagem de uma frente fria** que se concentra no sul do país antes de desviar-se para o mar, **com isso, ocorrem fortes chuvas causadoras de enchentes no sul e seca prolongada no Nordeste, pois as chuvas que deveriam cair na costa leste do Brasil ficam restritas à região Sul (Figura c). As regiões Norte e Centro-Oeste e Sudeste** do país sentem menos os efeitos do El Niño, pois ele interfere pouco na circulação atmosférica dessas regiões. **Em São Paulo, por causa dessa barreira, as frentes frias deixam de atuar, causando o aumento da temperatura. Por isso, faz muito calor no verão com o El Ninõ. A influência do El Niño não restringe ao Brasil, Peru, Chile, Estados Unidos, Austrália, Sul e Sudeste da Ásia** (Índia Filipinas, Tailândia e Indonésia) **Também são atingidos por este fenômeno, sofrendo excesso de chuvas ou secas rigorosas (Figura d: Foto Indonésia). El Niño, ao alterar o regime de ventos e chuvas, também traz implicações sociais para as regiões atingidas. Em consequência das secas e enchentes causadas pelas mudanças climáticas, pode ocorrer aumento do preço de produtos agrícolas que tiveram sua safra comprometida, além de desemprego e êxodo rural** (G1, 2015, p.152-153).	**Figura b.** Situação do Pacífico ocidental com o El Niño **(**G1, 2015, p.152).  **Figura c.** Efeitos do El Niño no Brasil (G1, 2015, p.153).  **Figura d - Foto Indonésia:** Imagem mostrando a influência do fenômeno El Niño na Indonésia (G1, 2015, p.153). 

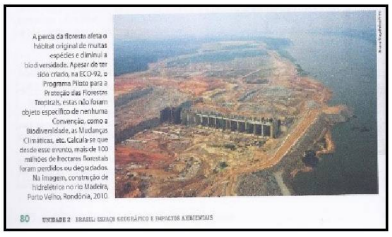
QUADRO 19 : CATEGORIA 3: CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
G1.12.2.B(cs)	**La Niña faz cair a temperatura no Brasil, pois não há barreira de ar quente que bloqueie a passagem das massas de ar frio vindas da Antártida. O inverno se torna mais frio e seco no Acre, em Rondônia, no Centro-Oeste e no Sudeste. No sul, ocorrem secas de modo geral; em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, há queda de neve. No Nordeste, as chuvas são mais frequentes do que o normal (Figura d).** Sob a Influência do **La Niña, na América do Norte tem ocorrido mais chuvas, tempestades de neve e invernos muito mais rigorosos no Canadá**. No Golfo do México, há maior incidência de furacões. Ásia e Austrália costumam passar por períodos de secas rigorosas; Chile e Peru, por inundações (G1, 2015, p.152- 153).	**Figura d:** Efeitos do La Niña no Brasil (G1, 2015, p 153). 
G1.7.1.1.TC(cs)	**Impactos da agropecuária no aquecimento global** Odo Primavesi (cientista brasileiro que participou da pesquisa do IPCC), aponta que "**quando se considera o papel do rebanho brasileiro nas mudanças no uso do solo, a contribuição do setor de emissões totais dos gases do efeito estufa no Brasil pode ser estimada em 60% mais elevada do que a média mundial que é de 18% e acrescentou**. A adoção de boas práticas de manejo mantém as emissões dentro de um padrão normal, comparável ai volume europeu". Para os pesquisadores da FAO, **os solos vegetados apresentam enorme capacidade de servirem como sumidouros de carbono. Portanto, os solos cultivados, aliados às boas práticas de manejo, podem trazer ganhos gigantescos para a humanidade: "adicionalmente, o sequestro de gás carbônico** tem o potencial de aprimorar a segurança alimentar global, além de compensar emissões de combustíveis fosseis" (VEIGA FILHO,2007). Texto Adaptado de: LEANDRO, Carlos Roberto. **Revista Eletrônica Thesis**. n.º 18. São Paulo: Faculivro didáticoade Cantareira. Disponível em: <http://www.cantareira.br/tehsis/agricultura-e-aquecimento-global-efeitos-e-solucoes/>. Acesso em: nov. 2012. VEIGA FILHO, L. De volta ao passado: Agropecuária terá que retomar práticas abandonadas nas últimas décadas para enfrentar mudanças climáticas e evitar novos danos ambientais. **Safra**, n.88, p.14-20, out. 2007 (G1, 2015, p.304 -305).	
G3.8.2.1(cs)	Atualmente, **o desmatamento** é o principal responsável pela avançada destruição desse bioma, **onde as queimadas preparam os terrenos para grandes projetos agropecuários.** Os impactos ambientais neste bioma acorreram e ainda ocorrem devido às formas desordenadas de ocupação da Amazônia, cujas principais atividades desenvolvidas são: extração da madeira,	**Figura:** Construção de hidrelétrica no Rio Madeira, Porto Velho, Rondônia, 2010. A perda da floresta afeta o habitat original de muitas espécies e diminui a biodiversidade. Apesar de ter sido criado, na ECO-92, o Programa Piloto para Proteção das Floretas Tropicais, estas não foram objeto específico de

QUADRO 19 : CATEGORIA 3: CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
	garimpos, extrativismo mineral, construção de rodovias e ferrovias e a construção de hidrelétricas. **As consequências dessa agressão são bastante preocupantes,** pois provocam **erosão, exaustão dos nutrientes, compactação do solo, esgotamento de recursos extrativos, escoamento rápido das chuvas** nas áreas desmatadas. **As chuvas levam consigo nutrientes e interrompem os padrões regulares das cheias dos rios**. Além disso, **há também como consequência da degradação da floresta amazônica emissões de gás carbônico, provenientes dos incêndios florestais, que contribuem para o aumento da temperatura do planeta e afetam diretamente o clima e o ecossistema da região. Figura: Construção Hidrelétrica no Rio Madeira.** (G3, 2015, p.79-80)	nenhuma convenção, como a Biodiversidade, as Mudanças Climáticas, etc. Calcula-se que desde esse evento, mais de 100 milhões de hectares florestais foram perdidos ou degradados (G3, 2015, p.80) 
G3.19.2.OV(cs)	**O pré-sal e os vilões do clima** Quem são os vilões mundiais do clima? Aqueles projetos que, **apesar do alerta da comunidade científica global, pretendem levar adiante a exploração de combustíveis fósseis como petróleo, carvão e gás - maiores responsáveis pelas emissões de gases do efeito estufa**. **Conforme Relatório lançado hoje pelo Greenpeace** Internacional dá nome aos suspeitos. Chamado "Caminho sem Volta", **o Brasil aparece na nona colocação com a exploração do pré- sal, óleo descoberto nas camadas profundas do oceano que irá contribuir com a emissão de 330 milhões de toneladas de CO2 por ano até 2020.** **De acordo com os estudo, esses novos projetos irão acrescentar um total de 300 bilhões de toneladas de novas emissões de CO2 equivalente para a atmosfera até 2050, a partir da extração, produção e queima de 49 bilhões de toneladas de carvão, 29 trilhões de metros cúbicos de gás natural e 260 bilhões de barris de petróleo**. **No Brasil, o setor de transporte é o maior emissor de CO2 fóssil. Mesmo assim, o país ainda não possui padrões de eficiência energética, ao contrário dos Estados Unidos, china e União Européia**. "Se os regulamentos sobre a eficiência de combustíveis fossem melhorados e fontes alternativas de energia limpa fossem desenvolvidas no Brasil e no mundo, a demanda por petróleo poderia ser drasticamente reduzida, eliminando a necessidade de embarcar no caminho perigoso da exploração do pré-sal", afirma Ricardo Baitelo Boitelo. Fonte: Texto Adaptado de: **Greenpeace**. Disponível em: <http://www.greenpeace.org/brasil/O-pre-sal-e-os-viloes-do-clima/>. Acesso em: 25/02/2013 (G3, 2015, p.215).	

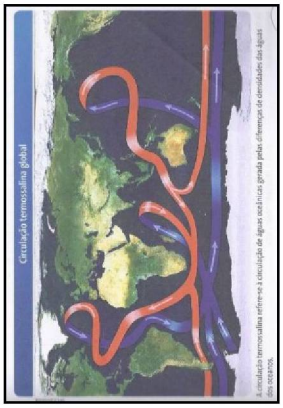
QUADRO 19 : CATEGORIA 3: CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
G3.7.4.2.TC(cs)	**Carvão Mineral, um mal necessário** Extrair carvão por aqui não vale tanto a pena assim. No Brasil, a proporção de material extraído do solo e depois descartado chega a 75% em algumas áreas. E, **desde que a extração de carvão começou a ser feita- mais intensamente a partir da Primeira Guerra Mundial - o rejeito é depositado em grandes áreas a céu aberto, gerando enorme passivo ambiental. O prejuízo para o ambiente continua nas usinas termelétricas**, para onde quase todo o carvão brasileiro é destinado. **Para cada tonelada queimada para aquecer a água e movimentar turbinas dessas geradoras de energia elétrica, 4,5 toneladas de CO2 são liberadas na atmosfera - não existe forma de geração que emita mais carbono.** (G3, 2015, p.297-298).	
Q1.1.SM(cs)	**Cada vez mais quente** O problema é que, **com essa camada (de GEE) cada vez mais concentrada, aumenta a retenção de calor. Uma das consequências dessa situação é o derretimento de áreas das calotas polares e dos picos mais altos, com o consequente aumento do nível dos oceanos**. [...]. Essa **água despejada nos oceanos está reduzindo o grau de salinidade do mar. Isso muda seu peso e acaba alterando a formação das correntes marítimas. Essas modificações nas correntes marinhas, por sua vez, modificam o regime de ventos e chuvas. Em alguns pontos do Pacífico, segundo cientistas [...] a falta de chuva está deixando o mar mais salgado, o que também muda seu peso e, consequentemente, a direção de deslocamento**". FONTE: COUTINHO, Leonardo. **Revista. Veja**, ed. 1837, jan. 2004. Disponível em: <http://Veja.abril.com.br/210104/p_094.html>. Acesso em: 10 de maio de 2012. (Q1, 2014, p. 18).	
Q1.1.3.Q(cs)	**Como a variação no grau de salinidade das águas do mar pode mudar seu "peso" e como isso afeta as correntes marítimas?** Na realidade, o **derretimento das geleiras e a falta de chuvas causam uma variação no grau de salinidade** da água do mar, e essa variação **modifica a densidade das águas** superficiais do oceano. **Quanto maior a falta de chuvas, maior o grau de salinidad**e da água e maior a densidade. Ao contrário, em regiões oceânicas com **excesso de chuvas ou onde ocorre o derretimento de geleiras, o grau de salinidade diminui**, reduzindo também a densidade das águas superficiais. Ambos os eventos modificam a densidade das águas superficiais e, como observamos, **é justamente essa variação de densidade que modifica o**	**Figura**: A imagem mostra a circulação termossalina (regular) refere-se à circulação de águas geradas pelas diferenças de densidades das águas dos oceanos. Que pode ser afetado pela falta de chuvas ou derretimento de gelo polar (Q1, 2014, p. 25).

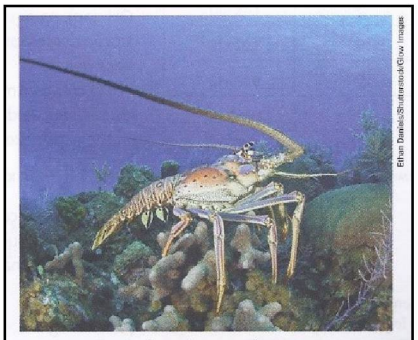
QUADRO 19 : CATEGORIA 3: CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
	fluxo e a direção das correntes marítimas. Observe o **(Figura ao lado)**. **Na região do equador as águas superficiais do mar são aquecidas por causa da alta incidência de radiações solares** (**a temperatura da água dos oceanos regula sua circulação)**. Com a ajuda dos ventos, essas águas são levadas em direção aos polos, onde sofrem resfriamento em razão da baixa temperatura do ar. Ao atingir temperatura de 4º C, essas águas superficiais congelam e liberam sal, aumentando a salinidade e a densidade das águas líquidas ao redor. Essas águas frias afundam e fluem dos polos para o equador, onde serão aquecidas, ficarão menos densas e voltarão para a superfície, completando o ciclo (Q1, 2014, p. 25).	
Q1.2.SM(cs)	**Chuva de granizo atinge bairros de Petrópolis** A defesa Civil de Petrópolis, registrou na região serrana fluminense uma **precipitação de 40mm, que provocou avarias em alguns imóveis, como quebra de telhas. A cidade registrou 71mortes em razão das chuvas de janeiro. O forte temporal que atingiu a região serrana do estado do Rio de Janeiro no dia 11 de janeiro deixou centenas de mortos e milhares de desabrigados e desalojados**. O número de mortos passa de 800 e também há mais de 400 desaparecidos. Quase 30 mil estão fora de suas casas. Fonte: PORTAL de notíciasR7. Disponível em: http://noticias.r7.com/rio-de-janeiro/noticias/chuva-de-granizo-atinge-bairros-de-petropolis-20110201.html Acesso em: 5 de jun. de 2012. (Q1, 2014, p. 31).	**Figura**: A foto mostra os danos causados pelas forte chuvas principalmente para as pessoas que moram nos morros sofreram com o deslizamento de terra. Petrópolis, RJ, 2011. Q1, 2014, p. 31).  Danos causados pelas fortes chuvas. Petrópolis, RJ, 2011.
Q2.9.SM (cs)	**Poluição Térmica** Embora a poluição térmica tenha um considerável impacto ecológico, é uma das formas de poluição menos conhecidas por não ser diretamente visível ou audível. **Este tipo de poluição resulta de uma elevação da temperatura de um determinado ecossistema (por exemplo, um rio) em consequência da ação humana, c**omo o despejo de efluentes industriais a temperaturas elevadas, ou despejo de águas de resfriamento provenientes de centrais elétricas e nucleares. **A poluição térmica também pode ser aérea, atingindo zonas urbanas e industrializadas em virtude da liberação de fumaças aquecidas pelas chaminés industriais e escapamentos de veículos resultantes da queima de combustíveis fósseis. Esses gases aquecidos contribuem também para o incremento do efeito estufa e do smog.** Fonte: Adaptado de: <www.infopedioa.pt/Spoluicao-termica> Acesso em: 11. fev. 2013 (Q2, 2014, p.136).	

QUADRO 19 : CATEGORIA 3: CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
Q2.15.SM(cs)	**Ilha na Itália dá pista sobre futuro ácido dos oceanos** "**Adeus corais e ouriços-do-mar. Olá algas verdes e espécies invasoras**. Esse pode ser o retrato dos oceanos do planeta num futuro próximo, quando o excesso de gás carbônico tiver tornado o mar mais ácido" **A afirmação é de um grupo de oceanógrafos europeus,** que descreveu as mudanças na fauna e na flora marinha em águas cujas acidez local se assemelha à que os cientistas projetaram para os mares do mundo todo no final deste século. **Eles estudaram uma comunidade na costa da ilha de Ischa, no Mar Mediterâneo. Ali, chaminés vulcânicas submarinas cospem CO_2, e outros gases o tempo todo, tornando o pH mais abaixo, ou seja, deixando a água ácida. A acidificação dos oceanos é um dos efeitos mais temidos do aquecimento global.** Ela não tem a ver diretamente com a elevação da temperatura, mas mesmo assim estima-se que possa causar um impacto enorme na vida marinha.**Os oceanos são a principal "esponja" do CO_2 em excesso emitido por atividades humanas como a queima de combustíveis fósseis.** Na água, o gás carbônico forma o ácido carbônico. Este, por sua vez, dissolve o carbonato de cálcio, matéria –prima dos esqueletos dos corais, das conchas dos moluscos e das carapaças dos microrganismos do fito-plâncton. **(Figura ao lado) Além de ameaçar a vida de milhares de espécies, a acidificação tem um outro aspecto negativo: as carapaças calcárias dos organismos marinhos são um mecanismo vital de "sequestro" de carbono, já que se depositam no fundo do mar quando essas criaturas morrem formando rocha calcária. Sem esse "sequestro" a capacidade do mar de absorver CO2 fica comprometida e o mundo pode ficar ainda mais quente.** Fonte: Disponível em: <www1.folha.uol.com.br/fsp/ciência/fe0906200801.htm>. Acesso em: 14 nov. 2012 (Q2, 2014, p. 239)	**Figura:** Lagosta caribenha (*Panulirus argus*) (Q2, 2014, p. 239)  Lagosta caribenha (*Panulirus argus*).

QUADRO 19 : CATEGORIA 3: CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

conclusão

CONSEQUENCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
Q2.15.4.Q(cs)	**Como ocorre o "sequestro "de carbono do oceano?** **As atividades industriais e os veículos de transporte têm liberado nos últimos anos uma quantidade colossal de CO_2(g) na atmosfera, gerando grande preocupação com um possível aquecimento global (efeito estufa).** Verificou-se, porém que **quando a pressão parcial do gás carbônico na atmosfera aumenta, cresce paralelamente a solubilidade do CO_2(g) nas águas dos oceanos. (Figura a) Estima-se que o mar tenha absorvido até 60% do aumento de CO_2(g) ocorrido nos últimos tempos originado da poluição. A absorção de CO_2(g) nas águas dos oceanos dá origem ao íon bicarbonato**, o que eleva a concentração de íons hidrônio, H_3O^1 (aq) no mar (**deixando a água ácida). (Figura b). Esse fenômeno** pode ser controlado **pela mistura natural que ocorre entre as águas superficiais dos oceanos, contendo CO2(g) dissolvido, com as águas profundas, que contém $CaCO_3$(ppt) em excesso**. O problema, nesse caso, é que **a mistura completa das águas oceânicas ocorre a cada 1000 anos aproximadamente, ou seja, tudo indica que estamos emitindo CO_2 na natureza numa velocidade bem maior do que ela é capaz de absorver.** (Q2, 2014, p. 257).	**Figura a:** A queima de combustíveis fósseis libera enormes quantidades de CO_2 (g) na atmosfera (Q2, 2014, p. 257).  A queima de combustíveis fósseis libera enormes quantidades de CO_2(g) na atmosfera. **Figura b:** O sequestro de carbono é um processo de remoção de gás carbônico da atmosfera terrestre. Tal processo ocorre principalmente em oceanos (Q2, 2014, p. 257).  O sequestro de carbono é um processo de remoção de gás carbônico da atmosfera terrestre. Tal processo ocorre principalmente em oceanos.

QUADRO 20 : CATEGORIA 4: MEDIDAS MITIGATÓRIAS RELACIONADAS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

MEDIDAS MITIGATÓRIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
B3.15.1.D(mt)	**Em 2005,** entrou em vigor o **Protocolo de Kyoto em que cerca de 190 países apoiaram a redução da emissão** de gás carbônico de 5,2%, em média, em comparação com os níveis de 1990. A maioria dos países desenvolvidos se comprometeu a atingir essa meta entre 2008 e 2012, primeiro período de cumprimento do protocolo. Em 2012, o Protocolo de Kyoto foi prorrogado até 2020. **No Brasil, a Lei n.º 12 187 instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima, que formaliza o compromisso do país de reduzir entre 36,1% e 38,9% a emissão de gás carbônico até 2020.** Para atingir as metas estabelecidas, é possível, por exemplo, **reduzir o consumo de combustíveis fósseis pela utilização de equipamentos mais eficientes,** que queimem menos combustível. Outra **saída é investir no aproveitamento de fontes alternativas de energia, que não emitem gás carbônico. 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**. O gás carbônico pode ser separado da fumaça das chaminés das indústrias e usinas, comprimido em tanques e, então, ser injetado no subsolo, a 2 km de profundidade, ou depositado em poços de petróleo já esgotados, por exemplo. No entanto, essas tecnologias ainda são caras e, no caso do mar, implicam riscos ambientais. Além das medidas tomadas por governos e empresas, **cada um de nós pode colaborar para a solução do problema: diminuindo o consumo de energia (apagando a luz de cômodos vazios, desligando aparelhos que não estejam em uso, optando por lâmpadas e aparelhos mais eficientes) utilizando, sempre que possível, transporte coletivo; usando carro a álcool; mantendo motores bem regulados; reduzindo o volume de lixo, reciclando e reaproveitando materiais** (B3, 2014, p. 203).	
F1. 10.1(mt)	**Como obter energia sem afetar drasticamente o meio ambiente?** A resposta encontrada está associada a uma característica muito importante da energia. Ela pode ser continuamente transformada de uma modalidade para outra. Portanto, **se conseguirmos fazer com que as transformações causem o menor impacto possível no meio ambiente, estaremos contribuindo para que o planeta seja minimamente afetado pela ação humana. Por isso, é fundamental obter energia de**	**Figura a:** A energia solar é captada pelas placas (F1, 2013, p. 193)  Alex Bartel/SPL/Latinstock A energia solar é captada pelas placas.

QUADRO 20 : CATEGORIA 4: MEDIDAS MITIGATÓRIAS RELACIONADAS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

MEDIDAS MITIGATÓRIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
	fontes capazes de se renovar e se reciclar, ou de fontes que causem o menor impacto possível na natureza. Felizmente elasexistem sendo as fontes de energia: Renováveis e Não-Renováveis. O fato é que todas essas energia dependem direta ou indiretamente do Sol. Se a transformação ocorrida na natureza for de curta duração, trata-se de uma energia do tipo renovável. São exemplos desse tipo de energia provenientes da biomassa, do Sol, dos ventos, a geotérmica, a marítima, etc. **(Figura a e b - ao lado)** (F1, 2013, p. 193).	**Figura b:** A energia eólica é produzida pelo vento que move as pás (F1, 2013, p. 193).  A energia eólica é produzida pelo vento que move as pás.
G1.7.1.1.TC(mt)	**Impactos da agropecuária no aquecimento global** Odo Primavesi, indica **que uma nutrição balanceada do gado, além de práticas de manejo, como pastejo rotacionado, são recomendadas para a manutenção de emissões dos GEE dentro de um padrão aceitável**. Ele sugere, ainda, **manter áreas de reserva legal e a conservação das matas ciliares, além do cultivo de árvores e plantas arbustivas**, para ampliar a área de sombreamento e que possam também servir de alimentação para o gado. **São ações simples que aumentam o conforto animal, preservam a temperatura e o nível de umidade do solo, além de ajudar a sequestrar o gás carbônico**. Quando preservada, a vida bacteriana do solo contribui para neutralizar o metano produzido. Texto Adaptado de: LEANDRO, Carlos Roberto. **Revista Eletrônica Thesis**. n.º 18. São Paulo: Faculivro didáticoade Cantareira. Disponível em: <http://www.cantareira.br/tehsis/agricultura-e-aquecimento-global-efeitos-e-solucoes/>. Acesso em: nov. 2012 (G1, 2015, p.304 -305).	
G3.8.1.1(mt)	A discussão sobre um desenvolvimento social e economicamente sustentável ganhou força em nível mundial na década de 1990. **No Brasil, em 1992, foi criado o Ministério do Meio ambiente e foi realizada a II Conferência das nações Unidas sobe o Meio Ambiente e Desenvolvimento: a ECO 92 (Figura ao lado - Foto Convenção).** O principal **documento da ECO-92** foi a ***Carta da Terra ou Declaração do Rio_(Agenda 21Global)*** **que previu um desenvolvimento sustentável para o século XXI. Aos países ricos foi atribuída maior responsabilidade pela conservação do meio ambient**e e foram	**Foto Convenção:** Plenário da II Conferência das Nações Unidades sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, ECO-92, Rio de Janeiro, 1992 (G3, 2015, p.76) 

QUADRO 20 : CATEGORIA 4: MEDIDAS MITIGATÓRIAS RELACIONADAS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

MEDIDAS MITIGATÓRIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
	estabelecidas metas para a preservação da biodiversidade e para a diminuição da emissão de gases na atmosfera. A Conferência também divulgou as convenções: Convenção da Biodiversidade, Convenção da Desertificação e Convenção das Mudanças Climáticas. Quanto à Convenção das Mudanças climáticas, no ano de 2009 foi instituída a Política Nacional sobre Mudança Climática (PNMC), **que oficializa o compromisso voluntário do Brasil junto à Convenção - Quadro da ONU sobre Mudanças do Clima de redução de emissões de gases do efeito estufa entre 36,1% e 38,9% da emissões projetadas até 2020.** A Rio- 92 foi muito importante para a política ambiental, pois chamou a atenção das empresas para a necessidade de investimentos em tecnologia para a preservação do meio ambiente (G3, 2015, p.75-76).	
G3.7.4.2.TC(mt)	**Carvão Mineral, um mal necessário – Carvão limpo/ Termelétricas a carvão Oficialmente, o Brasil tem adotado uma posição contrária à expansão da indústria carbonífera**. Desde 2009, usinas termelétricas movidas a carvão estão de fora dos leilões de energia, nos quais o Ministério de Minas e energia licita e compra de energia elétrica. A **justificativa é que as usinas movidas a carvão tem baixa eficiência, ao mesmo tempo que emitem muito mais gases de efeito estufa que outras fontes**. **Em 2009, o Brasil firmou o compromisso de reduzir as emissões de CO2 entre 36% a 39% até 2020.** Pesquisadores **de todo o mundo buscam formas de tornar a extração de carvão menos prejudicial ao ambiente**. No Brasil, esforço nesse sentido é feito pelo **Centro Tecnológico do Carvão Limpo (CTCL),** idealizado em 2002 em Criciúma por empresas mineradoras da região. A bem verdade**, o CTCL foi criado na esteira da ação civil pública, que determinou a reversão do quadro de passivo ambiental gerado pela indústria carbonífera** Outra iniciativa promissora em estudo no CTCL **é a gaseificação de carvão in situ, que permite obter combustível de depósitos profundos de carvão na forma de gás, sem necessidade de extrair o mineral**. Por causa do alto custo, a solução ainda não foi testada em campo. **Estuda-se ainda a técnica de captura e estocagem de CO2 em geleiras subterrâneas, que poderia ser usada em termelétricas.** (G3, 2015, p.297)	
Q1.4.SM(mt)	**Rio que reduzir emissão de gases de efeito estufa em 20% até 2020** O prefeito do Rio, Eduardo Paes, anunciou hoje (18/jun/2012) que até 2020 **a capital fluminense vai reduzir em 2,3 milhões de**	**Figura:** Chaminés industriais são uma grande fonte de emissão de gases (Q1, 2014, p. 54).

QUADRO 20 : CATEGORIA 4: MEDIDAS MITIGATÓRIAS RELACIONADAS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

MEDIDAS MITIGATÓRIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
	toneladas as emissões de gases do efeito estufa, o equivalente a 20% da emissões do município em 2005. A meta faz parte do Plano Baixo Carbono do Rio de Janeiro, em uma parceria com o Banco Mundial. Nossa meta é reduzir os gases do efeito estufa em 20% até 2020. Ainda temos uma redução de 12% a cumprir e é importante que essas iniciativas locais comecem a acontecer. Não podemos usar sempre a desculpa de que os chefes de Estado não chegaram a um consenso para não fazer nada. **O programa prevê os monitoramentos do programa de reflorestamento de 1300 hectares de áreas degradadas até 2016 e a expansão de ciclovias e dos programas de aluguel de bicicletas como forma alternativa de meio de transporte (Figura ao lado).** **O vice-presidente do Banco Mundial para a América Latina e o Caribe, Hasan Tuluy, informou que pretende expandir o programa para outras cidades da América Latina, pois: "A urbanização e as mudanças climáticas são as maiores urgências no mundo hoje. Em 2030, mais de 5 bilhões de pessoas vão viver em cidades**. O momento de agir é agora e temos, com esse programa, uma grande chance de tornar as cidades mais limpas, mais eficientes e inclusivas socialmente. **Fonte:** Disponível em: <http://www.folhadointerior.com.br/v2/page/noticiasdtl.asp?t=RIO+QUER+REDUZIR+EMISS%C3O+DE+GASES+DE+EFEITO+ESTUFA+EM+20%+AT%C9+2020&id=46996>. Acesso em: 20 de jun. de 2012 (Q1, 2014, p. 54).	 Chaminés industriais são uma grande fonte de emissão de gases.
Q2.4.SM (mt)	**Impactos ambientais das queimadas de cana-de-açúcar** **No estado de São Paulo, a Lei nº 11241/2002 controla a queima de cana-de-açúcar para despalha e instalou um cronograma para que todos os canaviais deixem de ser queimados.** O prazo máximo seria 2021 para áreas mecanizáveis e 2031 para áreas não mecanizáveis. **No Protocolo Ambiental assinado entre o Governador do Estado e a Única (União da Indústria de cana-de-açúcar) em 2007, plantações que estiverem em áreas com declividade de até 12% não poderão mais ser queimadas, existindo somente a colheita mecanizada da cana-de-açúcar crua. Nas demais áreas, o prazo é de até o ano de 2017.** Fonte: Disponível em: <htt://gruopocultivar.com.br/site/contente/artigos/artigo. Php?id=983> Acesso em: 29 out. de 2012 (Q2, 2014, p. 55).	

QUADRO 20 : CATEGORIA 4: MEDIDAS MITIGATÓRIAS RELACIONADAS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

conclusão

MEDIDAS MITIGATÓRIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
CODIGO	**UNIDADE DE REGISTRO/ CONTEXTO**	**ICONOGRAFIA**
Q1. FUN.1.CM(mt)	**Compreendendo o Mundo** Diante das controvérsias entre o Porf. Molion e o IPCC constatamos que na verdade não existe uma verdade única. A poluição e a degradação ambiental são reais, mas interesses políticos sempre vão existir. **O importante é não ficarmos passivos diante de fenômenos e fatos que atingem a nossa vida.** Mas para mudar qualquer coisa precisamos nos armar de conhecimentos, como os apresentados nessa unidade, **que nos permitem entender e conhecer um pouco melhor o mundo em que vivemos, e assim tomar uma posição em relação aos assuntos que nos atingem, defendendo nossos interesses com base em conhecimentos reais e específicos**. (Q1, 2014, p. 79).	
Q2.9.SM (mt)	**Poluição Térmica** **As principais formas de erradicação da poluição térmica passam pela redução da liberação de fumaça aquecida, o que implica diminuição da queima de derivados do petróleo, bem como pelo pré-resfriamento dos efluentes liberados nos rios e águas superficiais**. A energia térmica desses efluentes pode ser utilizada, por exemplo, no aquecimento urbano, o que não só reduz a poluição como também permite uma economia de nergia. Fonte: Adaptado de: <www.infopedioa.pt/Spoluicao-termica> Acesso em: 11. fev. 2013. (Q2, 2014, p.136).	

APÊNDICE 03: CATEGORIAS DE ANÁLISE DAS PROPOSTAS DE ATIVIDADES

QUADRO 21: ATIVIDADES RELACIONADAS COM A TEMÁTICA MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CÓDIGO	CATEGORIA	ATIVIDADE
B3.10.15.1 (sa)	Interpretação de dados/Investigativa	**2.** A foto abaixo mostra uma foca leopardo (*Hydrurga leptonyx*; 2,4 m a 3,6 m de comprimento) na Antártida. Ela ilustra um efeito de um processo estudado neste capítulo. Qual é esse processo e que efeito está indicado pela foto? (B3, 2014, p.209) 
	Reprodução de Conteúdo	**4.** (Enem) O aquecimento global, ocasionado pelo aumento do efeito estufa, tem como uma de suas causas a **disponibilização acelerada de átomos de carbono para a atmosfera**. Essa disponibilização acontece, por exemplo, na queima de combustíveis fósseis, como a gasolina, os óleos e o carvão, que libera o gás carbônico (CO_2) para a atmosfera. Por outro lado, a produção de metano (CH_4), outro gás causador do efeito estufa, está associada à pecuária e à degradação de matéria orgânica em aterros sanitários. Apesar dos problemas causados pela disponibilização acelerada dos gases citados, eles são imprescindíveis à vida na Terra e importantes para a manutenção do equilíbrio ecológico, porque, por exemplo, o: a) metano é fonte de carbono para os organismos fotossintetizantes. b) metano é fonte de hidrogênio para os organismos fotossintetizantes. c) gás carbônico é fonte de energia para os organismos fotossintetizantes. d) gás carbônico é fonte de carbono inorgânico para os organismos fotossintetizantes. e) gás carbônico é fonte de oxigênio molecular para os organismos heterotróficos aeróbios. (B3, 2014, p.209)
	Reprodução de Conteúdo	**6.** (Enem) Qual das seguintes fontes de produção de energia é a mais recomendável para a diminuição dos gases causadores do aquecimento global? a) óleo *diesel* d) gás natural b) gasolina e) vento c) carvão mineral (B3, 2014, p.209)
	Reprodução de Conteúdo	**7.** (Fuvest-SP) O agravamento do efeito estufa pode estar sendo provocado pelo aumento da concentração de certos gases na atmosfera, principalmente do gás carbônico. Dentre as seguintes reações químicas: I. queima de combustíveis fósseis; II. fotossíntese; III. fermentação alcoólica; IV. saponificação de gorduras,

QUADRO 21: ATIVIDADES RELACIONADAS COM A TEMÁTICA MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CÓDIGO	CATEGORIA	ATIVIDADE
B3.10.15.1 (sa)		- produzem gás carbônico, contribuindo para o agravamento do efeito estufa: a) I e II b) I e III c) I e IV d) II e III e) II e IV (B3, 2014, p.210)
	Reprodução de Conteúdo	**8.**PUC-RS) Se o prefeito eleito de sua cidade prometeu desenvolver um programa com o objetivo de contribuir para a diminuição do efeito estufa em nível local, isso significa que ele pretende incentivar a adoção de medidas de controle da poluição atmosférica através da redução da emissão de _____e_____ pelas atividades humanas. a) clorofluorcarbonetos e óxido sulfúrico b) clorofluorcarbonetos e monóxido de carbono c) dióxido de carbono e óxido sulfúrico d) dióxido de carbono e metano e) monóxido de carbono e metano (B3, 2014, p.210)
	Reprodução de Conteúdo	**9.** (Fatec-SP) Se forem reflorestadas várias áreas ao redor e dentro de grandes centros urbanos, podem-se combater os poluentes liberados pela queima de combustíveis fósseis. O dióxido de carbono é um dos poluentes mais abundantes, e sua remoção envolve a elaboração de um produto por um evento metabólico. Assinale a alternativa que apresenta, respectivamente, o produto e o fenômeno metabólico do processo descrito. a) carboidrato e fotossíntese b) proteína e fermentação c) carboidrato e fermentação d) proteína e fotossíntese e) oxigênio e respiração aeróbica (B3, 2014, p.210)
	Reprodução de Conteúdo	**10.** (Fuvest-SP) A recente descoberta de uma vasta região de mar descongelado no polo norte é um exemplo dos efeitos do aquecimento global pelo qual passa o planeta. Alarmados com a situação, alguns países industrializados elaboraram uma carta de intenções em que se comprometem a promover amplos reflorestamentos, como uma estratégia para reduzir o efeito estufa e conter o aquecimento global. Tal estratégia se baseia na hipótese de que o aumento das áreas de floresta promoverá maior: a) liberação de gás oxigênio, com aumento da camada de ozônio e redução da radiação ultravioleta. b) retenção do carbono na matéria orgânica das árvores, com diminuição do gás carbônico atmosférico responsável pelo efeito estufa. c) disponibilidade de combustíveis renováveis e, consequentemente, menor queima de combustíveis fósseis, que liberam CFC (clorofluorcarbono). d) absorção de CFC, gás responsável pela destruição da camada de ozônio. e) sombreamento do solo, com resfriamento da superfície terrestre. (B3, 2014, p.210)
	Reprodução de Conteúdo	**13.** (PUC-RS) Considerando as informações acerca das alterações ambientais, foco do Protocolo de Kyoto: I. A elevação da concentração de dióxido do carbono na atmosfera é uma das unidades de medida utilizadas na previsão da dimensão do efeito estufa no planeta. II. O gás carbônico é considerado um dos principais poluentes responsáveis pelo aquecimento global, e sua concentração na atmosfera é cada vez mais elevada. III. O aumento progressivo de CO2 irá elevar a temperatura do planeta, preservando apenas as regiões polares.

QUADRO 21: ATIVIDADES RELACIONADAS COM A TEMÁTICA MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CÓDIGO	CATEGORIA	ATIVIDADE
		IV. Com o crescimento das taxas de emissão de CO2, haverá elevação da temperatura do planeta e, consequentemente, redução do nível do mar, causada pela evaporação. Estão corretas apenas as afirmativas: a) I e II. b) I e III. c) II e III. d) II e IV. e) III e IV (B3, 2014, p.211)
	Reprodução de Conteúdo	**17.** (Fuvest-SP) Uma das consequências do "efeito estufa" é o aquecimento dos oceanos. Esse aumento de temperatura provoca: a) menor dissolução de CO2 nas águas oceânicas, o que leva ao consumo de menor quantidade desse gás pelo fitoplâncton, contribuindo, assim, para o aumento do efeito estufa global. b) menor dissolução de O2 nas águas oceânicas, o que leva ao consumo de maior quantidade de CO2 pelo fitoplâncton, contribuindo, assim, para a redução do efeito estufa global. c) menor dissolução de CO2 e O2 nas águas oceânicas, o que leva ao consumo de maior quantidade de O2 pelo fitoplâncton, contribuindo, assim, para a redução do efeito estufa global. d) maior dissolução de CO2 nas águas oceânicas, o que leva ao consumo de maior quantidade desse gás pelo fitoplâncton, contribuindo, assim, para a redução do efeito estufa global. e) maior dissolução de O2 nas águas oceânicas, o que leva à liberação de maior quantidade de CO2 pelo fitoplâncton, contribuindo, assim, para o aumento do efeito estufa global. (B3, 2014, p.212)
B3.10.15.1 (sa)	Atividade de pesquisa/ discussão e Debate	**A) Em grupos** (pesquisa e debate sobre o tema: aquecimento global) que deve contar com o apoio dos professores de Física. Ele deve apresentar os resultados da pesquisa para a classe e para a comunidade escolar, pois esse é um problema importante e de muito interesse para todas as pessoas, do Brasil e do mundo. **B) Vídeo: *Uma verdade inconveniente*** (Paramount, 2006), baseado no livro de mesmo nome. Após a exibição do filme, pode ser aberto um debate sobre a questão do aquecimento global, se possível, com a presença de especialistas no assunto (B3, 2014, p.377)
F1.10.ED(sa)	Atividade de pesquisa/ discussão e Debate	**Sugestão de Vídeo** Entrevista com Roberto Schaeffer -- 4ª Semana do Meio Ambiente https://www.youtube.com/watch?v=DyWdDC5m08Q&list=ULiPBhu4u3Gi8&index=1299 Sugerimos esse vídeo como introdução ao capítulo. O tema é energia, um recurso para o qual ainda se buscam soluções sustentáveis. Um projeto feito pelas crianças (interdisciplinaridade na escola), o vídeo mostra a geração de energia proveniente do lixo (reciclagem, relação com a Química e Meio ambiente). Há também uma entrevista com o Professor Roberto Schaffer, que explica as várias fontes de energia, enfatizando as renováveis. **Sugestão de Atividade** • Após assistir ao vídeo, peça aos alunos que formem grupos de 4 integrantes pra: - identificar pelo menos três assuntos tratados no vídeo; - sugerir fontes de energia renovável; - apresentar sugestões do que os alunos podem fazer em casa ou na escola para colaborar com a conservação do seu meio ambiente;

QUADRO 21: ATIVIDADES RELACIONADAS COM A TEMÁTICA MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CÓDIGO	CATEGORIA	ATIVIDADE
		- Apresentar idieas para a conservação do meio ambiente no seu bairro e na sua cidade; • Promova em seguida uma discussão em sala sobre como a exploração das fontes de energia pode prejudicar o meio ambiente por meio do desmatamento, da poluição dos mares, dos rios e do ar, da extinção das espécies de animais e vegetais, **das alterações climáticas**. Peça aos alunos que apontem ideias para uma exploração responsável do meio ambiente. Nesse momento entram **os conceitos de energia renovável e não renovável,** que são muito importantes e estão na mídia impressa e eletrônica (F1, 2013, p. 55).
.F113. ED(sa)	Atividade de pesquisa/ discussão e Debate	**Estratégia Didática;** Pressão Atmosférica - **Atividade:** Vídeo "Mudanças Ambientais Globais" Vivemos no fundo de um oceano de ar, que tem peso. A camada de ar exerce uma pressão sobre a superfície terrestre, denominada de pressão atmosférica. Essa pressão exerce uma força e, todas as direções simultaneamente. Quanto maior a altitude de uma região, menor a pressão atmosférica sobre a superfície, pois há menos ar acima dela. Assista ao vídeo: **Mudanças Ambientais globais** Coordenação geral: Ivette Maria soares Rodrigues https://www.youtube.com/watch?v=soicSlswjOk&list=PLYwunlilp0jJdXRkcRQKZwF7VswyhLTiL Professor, recomendamos que você assista a esse vídeo antes para se familiarizar com as ferramentas oferecidas para a simulação de **mudanças climáticas.** Ao entrar no site, há o menu Temas (à direita). Clique em Movimentos na atmosfera. Você verá que estão disponíveis dois vídeos interativos: **a)Movimentos na atmosfera:** aqui é possível simular as condições climáticas e observar as mudanças de pressão e temperatura. Atente ainda para os gráficos. **b)Medindo a pressão atmosférica:** aqui há um experimento proposto. Pode ser observado pelos alunos ou realizado em sala. Cabe a você, de acordo com seu plano de aula, definir a melhor maneira de explorá-los. (F1, 2013, p. 67)
F2.4.ED.(sa)	Atividade de pesquisa/ discussão e Debate	**Estratégia Didática:** **Atividade:** Transmissão por irradiação - Vídeo: Aquecimento Global Professor, você poderá iniciar a abordagem do capítulo com a discussão de assuntos relacionados com o **aquecimento global e as mudanças climáticas** que aparecem frequentemente nos noticiários. Essa é uma estratégia que pode aproximar as Ciências Exatas e o cotidiano, observando os aspectos políticos, econômicos e social que permeiam qualquer ação humana – daí a relevância, neste caso, da participação das Ciências Humanas, notadamente da Sociologia, da Ciência Política, da Geografia e da História. Na impossibilidade de levantar uma pesquisa sobre esse tema recomendamos o vídeo: **Sugestão de Vídeo** **1- Aquecimento global (Globo Ecologia, parte** **https://www.youtube.com/watch?v=LPqKMEb86vc** Para um aprofundamento do tema sugerimos aso alunos o filme 2- **Uma verdade Inconveniente: All Gore (1h)** Trata-se de um documentário no qual o ex-candidato à presidência norte-americano Al Gore apresenta uma alarmante e preocupante perspectiva sobre o futuro do nosso planeta. Esse filme pode servir de introdução a um

QUADRO 21: ATIVIDADES RELACIONADAS COM A TEMÁTICA MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CÓDIGO	CATEGORIA	ATIVIDADE
		projeto que envolve o professor de Física, o de Geografia e o de História Geral. **3- Sugestão de Atividade em Grupo** Sugerimos uma atividade de pesquisa e também um debate, que simule o que ocorre na Organização das Nações Unidas (ONU). A sala pode ser dividida em grupos de 4 alunos, e cada grupo pode representar um país. Professor, você pode ser o responsável por fazer a relação dos países participantes que, depois, serão sorteados ente os grupos. É importante que a escolha dos países seja heterogênea, isto é, que não sejam escolhidos apenas como EUA, Alemanha, França e China, mas também Cazaquistão, Índia, África do Sul, Chile, etc. Cada grupo é uma comissão que representa a determinado país. Para isso, os integrantes terão de pesquisar os seguintes itens, referentes ao seu pais: • Localização número de habitantes, língua oficial, moeda e bandeira; • Potencialidade energética, isto é, os recursos energéticos de que o país dispõe e as responsabilidades e vantagens político-econômicas decorrentes disso: • IDH e PIB; Cada um dos grupos deve apresentar e defender uma proposta com alternativas para diminuir a emissão de gases poluentes na atmosfera. Antes de iniciar o debate, cada um dos grupos entrega a você um relatório de no máximo três páginas com as informações do que foi pesquisado e com a proposta. No debate, cada grupo apresenta as matrizes energéticas do país representando e expões a proposta elaborada. Os grupos espectadores podem discordar dela e apresentar seus argumentos com base nos mais diversos motivos, que podem ser políticos, econômicos, sociais e culturais. Dá-se início ao debate com cada país defendendo seus interesses e apresentando suas justificativas. Professor, você será o mediador e o responsável por determinar o tempo em que cada grupo vais se manifestar e também o tempo de réplica e tréplica dos outros grupos. Ao final do debate, você poderá eleger um relator ou até mesmo exercer esse papel. Propomos que seja feito um relatório no qual constarão as metas de melhoria na emissão de gases poluentes da atmosfera e uma lista de medidas cujo objetivo é a preservação do planeta de modo geral, com assinatura dos líderes de cada um dos países, eleitos pelos próprios grupos. Desse modo, a atividade faz dos alunos produtores de conhecimento, e não apenas receptores, incentivando a interação não apenas entre os integrantes de cada grupo, mas também entre os integrantes de todos os grupos e o contexto em que ele atuam – o planeta -, já que estão representando diferentes países. Os alunos terão de praticar diversas competências, a elaboração de alternativas e a argumentação, ao terem de trabalhar com diferentes pontos de vista. Se você considerar importante, o relatório final pode ser publicado na internet, um blog, ou no site da instituição escolar. Também se você achar pertinente, de modo que os alunos possam aproveitar a atividade ao máximo, considere a possibilidade de trabalhar a atividade com mais de uma turma ao mesmo tempo, e pondere se o debate poderia ocorrer fora de sala de aula, num local da escola que você julga mais interessante ou mais adequado (F2, 2013, p. 31 – 32).
G1.11.2.PRA(sa)	Reprodução de Conteúdo	**Pesquise e Reflita**: Grande piscina de água doce se expande no Ártico, diz pesquisa

QUADRO 21: ATIVIDADES RELACIONADAS COM A TEMÁTICA MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CÓDIGO	CATEGORIA	ATIVIDADE
		 Vista do Oceano àrtico duante o verão. Foto de 2009 (p.143) Pesquise, reflita e responda as questões de acordo com o texto lido: 1. Como a corrente do golfo ameniza o clima da Europa? 2. Onde se origina a corrente do Golfo? 3. O texto aborda três fatores que modificam o clima. Quais são eles? (G1, 2015, p.143-144)
G1.12.2.RC(sa)	Interpretação de dados/ Investigativa	**Refletindo sobre o Conteúdo – Atividades** **Atividade 3.** Hoje, a China já se tornou o maior emissor de CO2 do planeta. No entanto, o maior poluidor per capita continuam sendo os Estados Unidos. **(Revista Aquecimento Global.** São Paulo: Editora OnLine**,** ano 1, n.2, p.47**).** a) Que peso a China e Estados Unidos têm na economia mundial? **A partir do sec. XVIII houve um aumento da concentração de CO2 na atmosfera. Qual a relação entre o desenvolvimento industrial e emissão de gás carbônico?** (G1, 2015, p.154)
Q1.2.Q(sa)	Interpretação de dados/ Investigativa	**Questão 7 .** (Enem) Com base em projeções realizadas por especialistas, prevê-se, para o fim do século XXI, aumento de temperatura média, no planeta, entre 1,4ºC e 5,8ºC. Como consequência desse aquecimento, possivelmente o clima será mais quente e mais úmido, bem como ocorrerão mais enchentes em algumas áreas e secas crônicas em outras. O aquecimento também provocará o desaparecimento de algumas geleiras, o que acarretará o aumento do nível dos oceanos e a inundação de certas áreas litorâneas. AS mudanças climáticas previstas para o fim do séc. XXI: a) provocarão a redução de taxas de evaporação e de condensação do ciclo da água. **b) poderão interferir nos processos do ciclo da água que envolve mudança de estado físico.** c) promoverão o aumento da disponibilidade de alimento das espécies marinhas. d)induzirão o aumento dos mananciais, o que solucionará os problemas de falta de água no planeta. e) causarão o aumento do volume de todos os cursos de água, o que minimizará os efeitos da poluição aquática. (Q1, 2014, p.38).
Q1.1.11(sa)	Atividade de pesquisa/ discussão e Debate	**Unidade 1: Mudança Climática.** O tema central desta primeira unidade é Mudança climática. Foram **selecionadas algumas notícias sobre eventos climáticos, como índice pluviométrico e aquecimento global.** A partir disso, foram levantadas algumas questões em relação às informações fornecidas nos textos da seção Saiu na Mídia que são respondidas ao longo de cada unidade.

QUADRO 21: ATIVIDADES RELACIONADAS COM A TEMÁTICA MUDANÇAS CLIMÁTICAS

continua

CÓDIGO	CATEGORIA	ATIVIDADE
		ATIVIDADE: Caso haja possibilidade, convi-de os alunos a assistir ao filme:**Uma Verdade Inconveni-ente –** apresentado pelo ex-vice-presiden te dos EUA - **Al Gore, sobre o aquecimento global e as consequências climáticas que estão ocorrendo ao redor do mundo,** por expor de maneira simples e didática a questão do aquecimento global. Com o documentário tem aproximadamente 96 minutos de duração, seria necessário reservar um horário à parte para passar o filme. **Logo após o filme ou na aula seguinte, pergunte aos alunos sobre a impressão que tiveram em relação ao documentário**, fale sobre a posição dos céticos e m relação ao assunto (ou peça que assistam ao documentário do Dr. Luiz Carlos Molion, disponível em: <http://youtub.com/watch?V=0lW9Olh4V8G> . Acesso em: 13 mar. 2013). No livro há um pequeno texto sobre esse ponto de vista na pa. 60. É importante que o aluno aprenda a refletir sobre pontos de vista diferentes antes de tomar uma posição. Se não for possível exibir o filme, sugerimos que inicie a aula lendo os textos da seção Saiu na Mídia com os alunos, pausadamente, estacando causas e consequências, motivando-os a comentar sobre os fatos recentes relacionados ao fenômeno que estão ocorrendo não só no Brasil, mas em todo o mundo.Em ambos os caso, explique aos alunos que, antes de nos posicionarmos definitivamente sobre esse tema, há uma série de conceitos que precisamos aprender e, então, comece a matéria (Q1, 2014, p.336).
Q2.11.1(sa)	Atividade de pesquisa/ discussão e Debate	O tema central dessa primeira Unidade é "Meteorologia e as Variáveis do Clima". Para abertura de cada capítulo dessa unidade foram selecionadas notícias que mostram a importância da meteorologia e os diversos fatores que os meteorologistas precisam considerar para fazer uma previsão do tempo.Também são abordadas as alterações das variáveis do clima e os problemas que podem gerar para a saúde humana e para o meio ambiente, como por exemplo, em situações de umidade relativa do ar muito baixa ou muito alta. A discussão desse tema é bastante oportuna, pois está diretamente relacionada ao estudo dos gases e do meio ambiente. **ATIVIDADE** Antes de iniciar o estudo dessa unidade, faça um debate com a classe para discuta sobre o que os alunos tem observado nas notícias de jornais e na mídia em geral sobre **as alterações climáticas no planeta**, como chuvas, variação de temperatura, secas e mesmo sobre as doenças desencadeadas pelas mudanças bruscas de temperatura. Pergunte ainda se eles sabem como é feita a previsão do tempo e quais fatores devem ser levados em conta para se chegar a um resultado confortável.A partir desse debate, quando for realizada a leitura dos textos, o conhecimento do aluno estará enriquecido de informações, o que irá favorecer seu processo de aprendizagem (Q2, 2014, p.336).
Q2.11.3(sa)	Atividade de pesquisa/ discussão e Debate	O tema central dessa primeira Unidade é Poluição Térmica. Trata-se de um tipo de poluição pouco discutida, que ocorre sem alarde, praticamente invisível, e que por isso tende a ser relegada como se fosse um problema menor. A poluição térmica pode afetar sensivelmente o meio ambiente causando uma série de mudanças e desequilíbrios no ecossistema. **ATIVIDADE** Antes de iniciar o estudo dessa unidade sugerimos que os alunos assistam ao vídeo: “SOS Meio Ambiente” – Duração: 4min57s Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=TuIbDzAwXMg Acesso em: 20 fev. 2013. Ele apresenta o meio ambiente em duas versões: águas limpas, florestas intactas que contrastam com queimadas, peixes mortos, chaminés das indústrias lançando poluentes. No decorrer do vídeo aparecem algumas frases para reflexões relacionadas a consumismo, um problema atual da maior gravidade (Q2, 2014, p.333).