



NÚMERO: 033/2010
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA

DAIANE MARTINS GALVÃO

TEXTUALIZAÇÃO DO TEMA “MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS”
EM QUESTÕES DO ENEM NA PERSPECTIVA DAS GEOCIÊNCIAS

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino e História de Ciências da Terra.

Orientador: Prof. Dr. Henrique César da Silva

CAMPINAS - SP

Agosto de 2010

**Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca
do Instituto de Geociências/UNICAMP**

G439t Galvão, Daiane Martins.
Textualização do tema “Mudanças Climáticas Globais” em questões do ENEM na perspectiva das Geociências / Daiane Martins Galvão--
Campinas,SP.: [s.n.], 2010.

Orientador: Henrique Cesar da Silva.
Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Análise de discurso. 2. Epistemologia. 3. Geociências. 4. Exame Nacional de Ensino Médio. 5. Mudanças climáticas. I. Silva, Henrique Cesar da. II. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. III. Título.

Título em inglês Textualization the theme “Global Climate Change” in matters of ENEM in view of Geosciences.

Keywords: - Discourse analysis;
- Epistemology;
- Geosciences;
- ENEM;
- Climate change.

Área de concentração:

Titulação: Mestre em Ensino História de Ciências da Terra.

Banca examinadora: - Henrique Cesar da Silva;
- Alice Helena Campos Pierson;
- Denise de La corte Bacci.

Data da defesa: 27/08/2010

Programa de Pós-graduação em Ensino Historia e Ciências da Terra



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA

AUTORA: Daiane Martins Galvão

“Textualização do Tema: Mudanças Climáticas Globais em Questões do Enem na
Perspectiva das Geociências”

ORIENTADOR: Prof. Dr. Henrique César da Silva

Aprovada em: 27 / 08 / 2010

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Henrique César da Silva

Presidente

Profa. Dra. Denise de La Corte Bacci

Profa. Dra. Alice Helena Campos Pierson

Campinas, 27 de agosto de 2010.

Aos meus queridos e amados...

Edna e Itamar (pais),

Josiane e Anderson (irmãos),

Thaís e Thiago (sobrinhos).

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer profundamente a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao orientador *Prof. Dr. Henrique César da Silva*, pela sua paciência, confiança, orientação competente e segura na construção deste trabalho, valiosos ensinamentos e sugestões que me ajudaram muito a amadurecer profissionalmente.

A CAPES/INEP/Observatório da Educação pelo financiamento em forma de bolsa de pesquisa, me proporcionando sobrevivência material enquanto fazia esta pesquisa.

Ao apoio intelectual durante as discussões do grupo “(Geo)Ciência, Discurso e Ensino”, tendo como mentor o *Prof. Dr. Henrique César da Silva*, no âmbito do Observatório da Educação, projeto denominado “Processos Avaliativos Nacionais como Subsídios para a Reflexão e o Fazer Pedagógicos no Campo do Ensino de Ciências da Natureza”.

Aos professores presentes nos exames de qualificação e defesa deste trabalho, *Profa. Dra. Alice Helena Campos Pierson* e *Profa. Dra. Denise de La Corte Bacci*, pela dedicação, comentários e críticas ao texto, muito importantes na elaboração da versão final deste trabalho.

À “UNICAMP”, pelo grande apoio em vários aspectos, inclusive na concessão de bolsas, moradia, transporte e alimentação, quando me foram necessárias. Às possibilidades proporcionadas pelo Instituto de Geociências, a sala de estudos, cotas de xerox, impressões, inclusive o apoio em eventos externos: “II CIAD - 2009” na UFSCar em São Carlos - SP; “VII ENPEC - 2009” na UFSC em Florianópolis - SC; “II PEHCT - 2009” na USP em São Paulo - SP; e o “XV ENDIPE – 2010” na UFMG em Belo Horizonte – MG.

Aos docentes e funcionários do Instituto de Geociências, pela imensa colaboração; um destaque às gentilezas da *Val, Regina e Gorete!*

À Secretaria da Saúde de Barretos, principalmente ao *Sr. Paulinho*, pela grande ajuda ao me conceder carona quando havia vaga nas ambulâncias que passavam próximas à Campinas.

Ao Prof. *Vagner Ricardo de Araújo Pereira*, grande orientador e professor da graduação, por sempre me alegrar com suas palavras de incentivo.

À minha preciosa família por me acompanhar cotidianamente na produção deste trabalho, sem dúvidas, meu ponto de referência: *Edna* (mami), *Itamar* (papi), *Josiane* (mana), *Anderson* (mano), *Thaís* (sobrinha/afilhada), *Thiago* (sobrinho/afilhado), *Leonardo* (cunhado), *Geovana* (cunhada), *Carlita* (avó). Agradeço por me dedicarem amor e nos momentos mais difíceis terem inspirado confiança, coragem e convicção.

Aos recentes e inestimáveis amigos do IG, por toda companhia e palavras de incentivo, à *Flávia* (mamãe da pequena *Bia*), *Gabriela* (a TRI-mãe do *Artur*, *Miguel* e *Otávio*), *Rosângela*, *Drielli*, *Cecília*, *Fábio*, *Edson* e *Mariana*. Agradeço pelo apoio imprescindível, valiosos conselhos, motivação nos momentos difíceis e pela linda homenagem que recebi no dia da defesa. E também à *Terezinha*, *Cris*, *Narjara*, *Serra*, *Mário*, *Renato* e *Jean*, que, embora o contato tenha sido menos frequente, também fizeram parte deste percurso. Agradeço por todos os cafés e as valiosas descontrações na “salinha 13”. Momentos de amizades inesquecíveis!

Aos amigos *Du* e *Adonias*, pela amizade, leituras e comentários sobre o texto.

Aos companheiros de moradia, inesquecível casa “O6A”, *Drielli*, *Elayne*, *Adriana*, *Guilherme Soler* e *Guilherme Magalhães*. E às companheiras da “desanormal casa F1”, *Regi*, *Lauren* e *Bia*. Meus agradecimentos pelas ótimas convivências, trocas de experiências e por me mostrar que a família não nasce pronta, que se constrói aos poucos e é o melhor laboratório de carinho!

Ao meu querido *Ronaldo*, por todo carinho e apoio quando presente em minha companhia ou em incomparáveis lembranças. Pessoa especial!

Agradeço a Deus, fonte de força e sustentação que me acompanha, me motiva, dá coragem e proteção.

Muito Obrigada!

Sonhos vêm, sonhos vão, o resto é imperfeito...

Ah, a vida! Planos, sonhos, inquietações. Expectativas que se fazem e se desfazem a cada momento, a cada sinal de que o mundo não deixa de dar voltas, a cada sinal de que o tempo não para, e que as circunstâncias estão a mudar o tempo inteiro. Muda o meu rosto, muda as minhas manias, muda o meu coração, muda a minha forma de ver... Vida! Tão somente um mar de inconstância. Será a dor e o prazer de ter vinte poucos anos ou tantos quantos vierem? Não sei! Entender é muito vasto. Talvez as estações tragam alguma resposta. Por enquanto só não quero ter a sensação de estar fazendo da minha vida um movimento sem sentido.

SUMÁRIO

RESUMO	xix
ABSTRACT	xxi
INTRODUÇÃO	1
Capítulo 1: REFERENCIAIS TEÓRICO-METODOLÓGICOS	9
1.1. Linguagem	10
1.1.1. Processo de textualização do ENEM.....	11
1.1.2. Interpretação produzida pelo ENEM.....	13
1.2. Aspectos do pensamento Geológico.....	16
1.3. Geociências.....	20
1.4. Categorias de Geociências.....	23
1.4.1. Categorias e o sistema climático global.....	29
Capítulo 2: EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM)	31
2.1. Objetivos do ENEM	32
2.2. Eixos teóricos que estruturam o ENEM	35
2.2.1. Competências e habilidades.....	35
2.2.2. Situações-problemas	40
2.2.3. Interdisciplinaridade e contextualização.....	42

Capítulo 3: ANÁLISE DOS DADOS	43
3.1. Procedimentos de seleção do material analisado e aspectos gerais de como a temática aparece no ENEM.....	47
3.2. O contexto mais amplo como condição de produção	57
3.3. O ENEM como condição de produção (análise geral do conjunto)	59
3.3.1. Competências e habilidades que são avaliadas.....	60
3.3.2. Questões de múltiplas escolhas	64
3.3.3. Temas propostos pelas redações.....	69
3.3.4. Situações-problemas e as fontes atribuídas	73
3.3.5. Imagens abordadas	78
3.4. Presença/ausência de elementos das Geociências no ENEM	83
3.5. Relação homem x natureza no ENEM.....	91
3.6. Contribuição do conhecimento das Geociências	92
 Capítulo 4: CONSIDERAÇÕES FINAIS	 97
 FONTES	 99
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 103

ANEXOS

ANEXO A: Conjunto de questões que abordam a temática das Mudanças Climáticas Globais e as habilidades que cada questão busca avaliar (quinze questões)	107
ANEXO B: Artigo citado como fonte na questão analisada – (Q.48 ENEM 2002)	123
ANEXO C: Artigo citado como fonte na questão analisada – (Q.12 ENEM 2006)	129
ANEXO D: Artigo citado como fonte na questão analisada – (Q. 39 ENEM 2007)	137
ANEXO E: Artigo citado como fonte na questão analisada – (Q. 40 ENEM 2007)	141
ANEXO F: Artigo citado como fonte na questão analisada – (Q.42 ENEM 2007)	145
ANEXO G: Exemplos de questões indiretamente relacionadas com a temática das Mudanças Climáticas Globais (duas questões).....	147
ANEXO H: Conjunto de questões que abordam a temática das Mudanças Climáticas Globais somente nas alternativas consideradas incorretas pelo INEP (seis questões)	149

QUADROS

Quadro 3.1 – Conjunto de questões que abordam a temática das Mudanças Climáticas Globais presentes nas provas do ENEM, período de 1998 a 2007, e as habilidades que cada questão busca avaliar	48
Quadro 3.2 – Questões que apresentam a temática das Mudanças Climáticas Globais somente nas alternativas incorretas e sentidos produzidos por essas alternativas na relação com a questão	65
Quadro 3.3 – Títulos/temas das redações do ENEM no período de 1998 a 2007.....	72
Quadro 3.4 – Fontes citadas nas situações-problemas das questões que abordam a temática das Mudanças Climáticas Globais no ENEM.....	75
Quadro 3.5 – Origem das fontes citadas pelas questões que abordam a temática das Mudanças Climáticas Globais no ENEM.	76
Quadro 3.6 – Lista de figuras usadas nas situações-problemas das questões que abordam a temática das Mudanças Climáticas Globais no ENEM.....	80
Quadro 3.7 – Elementos das Geociências importantes para compreensão do sistema climático global.....	94

FIGURAS

Figura 1.1 – Escala do Tempo Geológico com indicação de alguns eventos importantes na evolução da vida.....	26
Figura 1.2 – Hierarquização das observações de campo.....	29
Figura 2.1 – Modelo para estabelecer relação entre competências e habilidades com as respectivas questões para medir o desempenho dos estudantes.....	37
Figura 3.1 – Conjunto de questões que abordam a temática das Mudanças Climáticas Globais no ENEM, período de 1998 a 2007.....	50
Figura 3.2 – Distribuição das habilidades que são avaliadas nas questões que abordam a temática das Mudanças Climáticas Globais no ENEM..	61
Figura 3.3 – Estrutura do enunciado e proposta da redação do ENEM de 2001.	71



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA

TEXTUALIZAÇÃO DO TEMA “MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS”
EM QUESTÕES DO ENEM NA PERSPECTIVA DAS GEOCIÊNCIAS

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Daiane Martins Galvão

Esta pesquisa teve por objetivo compreender como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) materializa, na forma de questões, a temática das Mudanças Climáticas Globais, considerando as Geociências como aspecto dessa significação, uma perspectiva epistemológica que nos permite uma visão específica desse tema. Essa temática pode e vem sendo significada por diversos meios a partir de diferentes perspectivas, direções de sentidos, produzindo diferentes versões. Foi investigada a possível presença e influência da perspectiva das Geociências nas versões produzidas pelo ENEM sobre essa temática e verificado que o discurso apresentado pelo ENEM tende a direcionar para um determinado sentido, como se fosse o único possível, silenciando o fato da pluralidade de perspectivas de considerar esse tema. O estudo foi feito a partir da análise de quinze questões que abordam diretamente essa temática, que foram selecionadas após uma análise inicial de dez provas do ENEM, no período de 1998 a 2007, sendo utilizadas contribuições advindas de estudos de linguagem como referencial teórico-metodológico, notadamente aqueles que definem uma certa concepção de discurso, como produção histórico-social, e no que se refere à questão da textualização e interpretação; e contribuições da epistemologia das Geociências, como dispositivo analítico construído para as análises. A análise focou o processo de produção do discurso, considerou o texto analisado como parte desse processo e não apenas os ‘conteúdos’ das questões ou suas condições externas de produção, levando em conta a natureza histórico-social do texto, buscando entender como os modos dessas textualizações se aproximam ou limitam as questões de uma abordagem geocientífica. Esse olhar, para as avaliações do ENEM, permitiu avançar os limites da constatação de equívocos conceituais, para compreender o processo pelo qual o campo epistemológico das Geociências intervém como condição de produção da textualização dessa temática. Este trabalho faz parte de um projeto mais amplo, desenvolvido em rede com outras instituições (UFSCar e UFSC), e apoiado pelo Observatório da Educação/CAPES/INEP.

Palavras-chave: Análise de Discurso, Epistemologia, Geociências, ENEM, Mudanças Climáticas Globais.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA**

**TEXTUALIZATION THE THEME “GLOBAL CLIMATE CHANGE”
IN MATTERS OF ENEM IN VIEW OF GEOSCIENCES**

ABSTRACT

Masters Degree Dissertation
Daiane Martins Galvão

This research aimed to understand how the High School National Examination (ENEM) embodies, in the form of questions, the theme of Global Climate Change, considering the Geosciences as aspect of this significance, as an epistemological perspective that allows us a deeper insight about the subject. This theme can and has been signified by different means from different perspectives directions of interpretations, producing different versions. We investigated the possible presence and the influence from the perspective of Geosciences in versions produced by ENEM on this topic and confirmed that the discourse made by ENEM tends toward a certain meaning direction and places it as if it were the only possibility, silencing the fact of plurality of perspectives to consider this theme. The discussion was based on analysis of fifteen questions that directly address this theme that were selected after an initial analysis of the ten exams of ENEM, in the period of 1998 to 2007, using contributions from studies of language as theoretical and methodological framework, especially those that set a certain conception of discourse, as a historical-social production, and in relation to the case of textualization and interpretation, and contributions of the epistemology of Geosciences, built as analytical device for analysis. The analysis focused on the production process of the discourse, considered the text as part of that process and not just the 'content' of the issues or their external conditions of production, taking into account the historical and social nature of the text, seeking to understand as the way these textualizations are close to a geoscientific approach. This look to the evaluations of ENEM allowed to proceed beyond finding of the conceptual errors, to understand the process by which the epistemological field of Geosciences operates as a condition of production of textualization of this theme. This work is part of a larger project, developed by networking with other institutions (UFSC and UFSCar), and supported by the Observatório da Educação (Education Observatory)/ CAPES / INEP.

Keywords: Discourse Analysis, Epistemology, Geosciences, ENEM, Global Climate Change.

INTRODUÇÃO

(...) Por que fazer? Porque fazer é mais difícil do que não fazer e dificilmente se poderá dizer que o feito o foi para ninguém.

João Cabral de Melo Neto¹

A presente pesquisa teve o propósito de investigar como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) tem abordado, colocado em texto, alguns conhecimentos das Geociências, especificamente aqueles relacionados às Mudanças Climáticas Globais, na produção de determinadas versões sobre essa temática. Os objetivos estão vinculados a algumas considerações e motivações como a busca pelo entendimento de como o ENEM pode ser indutor do currículo, de conteúdos e práticas no Ensino Médio, ou seja, da veiculação de determinadas interpretações sobre essa temática na escola. A discussão foi feita a partir da análise de dez provas do ENEM (período de 1998 a 2007), sendo utilizadas contribuições advindas de estudos de linguagem, notadamente aqueles que definem uma certa concepção de discurso e no que se refere à questão da textualização e interpretação (ORLANDI, 1996, 2005, 2007); e contribuições de estudos epistemológicos, no caso, da epistemologia das Geociências (POTAPOVA, 1968; FRODEMAN, 2001). Os referenciais teórico-metodológicos adotados para este estudo são detalhados no capítulo 1.

O ENEM é uma avaliação nacional realizada anualmente, foi criado em 1998 e desenvolvido pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Esse exame foi proposto pelo Ministério da Educação e centrado na avaliação de desempenho por competências e habilidades, possui como um dos objetivos avaliar o desempenho do estudante ao fim da escolaridade básica, aferindo o desenvolvimento de competências fundamentais ao exercício pleno da cidadania. A partir de 2009 houve uma reformulação do ENEM, proposta apresentada pelo Ministério da Educação revelando algumas mudanças na constituição da prova. O ENEM, no período de 1998 a 2007 (foco desta pesquisa), foi estruturado a partir de uma matriz que indica a associação entre conteúdos, competências e

¹ **João Cabral de Melo Neto** inaugurou um novo modo de fazer poesia em nossa literatura. Nasceu em Recife (PE) em 1920 e ingressou na carreira diplomática aos 25 anos, exercendo sua profissão em diversos países, por mais de quarenta anos.

habilidades básicas próprias ao jovem e jovem adulto, na fase de desenvolvimento cognitivo e social correspondente ao término da escolaridade básica. Considerou como referências norteadoras: a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), os Parâmetros Curriculares Nacionais, as Diretrizes do Conselho Nacional de Educação sobre a Educação Básica e os textos da Reforma do Ensino Médio (BRASIL, 2005). Outros aspectos sobre os objetivos específicos e os eixos teóricos que estruturam essa avaliação são expressos no segundo capítulo deste trabalho.

Mostraremos, entre outras coisas, que o discurso produzido pelo ENEM sobre as Mudanças Climáticas Globais é produto de uma interpretação que enfatiza aspectos voltados ao aumento da temperatura e a catástrofes que estariam ocorrendo em várias partes do planeta, dando ênfase somente para o discurso relacionado à manutenção e preservação da vida, principalmente humana, na Terra, as quais são notícias geralmente veiculadas pela mídia. Ou seja, o discurso apresentado por esse exame direciona somente um sentido e coloca-o como se fosse o único possível, silenciando a questão da pluralidade de perspectivas de considerar essa temática. Diante disso, buscamos colocar em discussão os limites do discurso único, sentido único, dando margem para a polissemia, os múltiplos dizeres, valorizando outras possibilidades pedagógicas, da multiplicidade de sentidos, reforçando a necessidade de refletir sobre uma educação que coloque o aluno/leitor diante das alternativas possíveis sobre um determinado assunto, deixando aparecer a idéia da leitura e versão da realidade.

Os discursos sobre as Mudanças Climáticas Globais e o Aquecimento Global são muito difundidos e produzidos por diferentes atores sociais, diferentes áreas do conhecimento, diferentes instituições cujos funcionamentos não são independentes. Essa temática tem feito sentarem juntos políticos e cientistas, misturarem-se argumentos e posição que não se distinguem bem se são políticas ou científicas, ou ambas simultaneamente; o debate em torno do assunto é intenso, múltiplo, heterogêneo, podendo ser visto em discussões constantes na mídia, bem como no contexto escolar. Tais assuntos têm profundas implicações simultaneamente ambientais, econômicas, políticas e sociais e mesmo científicas, pois estamos diante de um objeto de conhecimento tão complexo que põe em discussão os limites e possibilidades das atuais configurações da produção de conhecimentos sobre a natureza/sociedade e sobre o consumo energético em nossa sociedade.

No entanto, a escolha dessa temática se deu por sua complexidade, por ser um tema que possibilita tratar de assuntos que atualmente tem ampla e muito diversificada circulação, o que implica em uma grande variedade de discursos e posições, tanto político-sociais, quanto epistemológicas, envolvendo conhecimentos de diferentes áreas, com suas respectivas e diferenciadas interpretações sobre a temática. É um tema que permite refletir as relações entre produção, formulação e circulação de conhecimentos científicos, e que permite uma entrada para os conhecimentos geocientíficos na escola, sem deixar de considerar os aspectos sociais e políticos nelas necessariamente implicados.

Embora não seja um tema cientificamente estável, ou seja, sobre o qual já se tenha um conjunto mais solidificado de conhecimentos científicos, trata-se de um assunto que já tem sido explorado no contexto escolar de várias maneiras, por meio de livros didáticos, revistas de divulgação científica, exibição de audiovisuais, e outros materiais e práticas. Dentre as quais estão as avaliações externas à escola, por exemplo, através do SAEB (Sistema de Avaliação da Educação Básica), SARESP (Sistema de Avaliação e Rendimento Escolar do Estado de São Paulo), Prova Brasil (avaliação dos estudantes de ensino fundamental de 4^a e 8^a séries), e aquela que tomei para estudo o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) o que reforça ainda mais a importância de compreendermos que interpretações dessa temática estão colocadas para circular, para ser significadas na escola. Assim, supomos que essas avaliações, particularmente o ENEM no caso do Ensino Médio, têm um caráter de contribuir e participar do ensino de certos conhecimentos, produzir determinados sentidos sobre diversas temáticas sociocientificamente relevantes, diretamente ou indiretamente, e participar da formação dos currículos escolares e da formação escolar dos leitores de ciências.

Este trabalho traz reflexões do núcleo de pesquisas do Instituto de Geociências, coordenado pelo Prof. Dr. Henrique César da Silva, que integram juntamente com os coordenadores, professores universitários, alunos de mestrado, de doutorado, de iniciação científica e professores da educação básica, o projeto denominado “Processos Avaliativos Nacionais como Subsídios para a Reflexão e o Fazer Pedagógicos no Campo do Ensino de Ciências da Natureza”, no âmbito do Observatório da Educação² envolvendo núcleos de pesquisas de três universidades, UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), UFSCar (Universidade Federal de São Carlos) e UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas). Três

² Trata-se de uma linha de financiamento de pesquisa vinculada à CAPES, ao INEP e ao MEC. Edital: 001/2008.

eixos nortearam esse projeto mais amplo: Geociências/contextualização e interdisciplinaridade (conteúdo, epistemologia e noção de ambiente); Linguagem, discurso e leitura (dimensão histórica e social dos sistemas simbólicos mediadores); e CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). Esse projeto maior teve como objetivos gerais: 1) compreender a relação entre sistemas nacionais de avaliação, com ênfase no ENEM, seus princípios, instrumentos e resultados, assim como outras bases de dados sobre educação do INEP, como o Censo Escolar, e micro-análises de sala de aula ou da realidade e das condições locais, como subsídios para elaborações de práticas e reflexões pedagógicas e curriculares pelo professor; 2) compreender como professores da rede pública representam, interpretam e utilizam bases de dados do INEP na relação com seu trabalho pedagógico; 3) compreender o sistema nacional de avaliação de aprendizagem representado pelo ENEM, a partir de três eixos complementares: as representações de leitura da ciência, das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e da noção de interdisciplinaridade que esse sistema subentende; 4) contribuir para construir política de formação de professores para a área de ciências da natureza.

O dispositivo teórico adotado neste estudo tem o intuito de mediar o movimento entre a descrição e a interpretação. Esta fundamentação sustenta-se na concepção de linguagem e discurso da Análise de Discurso francesa (AD), referencial teórico-metodológico, que coloca a interpretação em questão e trabalha seus limites e mecanismos, como parte dos seus processos de significação. Investiga o processo de materialização do texto, o porquê foi dito daquela maneira e não de outra, verificando as condições de produção do texto. Este pressuposto teórico busca compreender como os objetos simbólicos produzem sentidos, analisando os próprios gestos de interpretações, que considera como atos do domínio simbólico. E como os sentidos, ou seja, efeitos de sentido, se materializam em objetos textuais, no caso, questões de uma avaliação educacional oficial nacional.

Este estudo possui caráter qualitativo, uma vez que é feita uma análise de efeitos de sentidos, com foco em sentidos que dizem respeito a uma abordagem geocientífica da temática, ou seja, para o qual buscamos suporte na epistemologia das Geociências. O que possibilitou uma descrição e explicação minuciosa dos dados de linguagem, na sua forma textual, sem perder de vista que o contexto também faz parte da significação, para, então, ser feita uma discussão. É nesse sentido que a interpretação e descrição formaram uma ligação.

A grande contribuição da AD para este trabalho, levando em conta o ensino, é que ela nos permite uma relação “menos ingênua com a linguagem”, coloca-nos em “estado de reflexão” para que não tenhamos a “ilusão de sermos conscientes de tudo”, nos possibilita “situar melhor quando confrontamos com a linguagem e, por ela, com o mundo, com os outros sujeitos, com os sentidos, com a história” (ORLANDI, 2005, p.9), o que nos instiga a questionamentos sobre o sujeito falante ou o leitor sobre o que produzem e o que ouvem nas diferentes manifestações da linguagem. Esses questionamentos nos permitem problematizar as maneiras de ler, a levar o indivíduo a perceber que não pode não estar sujeito à linguagem, a seus equívocos, a sua opacidade, a perceber que não há neutralidade. É nesse sentido que podemos dizer que o discurso é a textualização do político.

Dessa forma, ao buscar compreender como um objeto simbólico produz sentido, ou seja, como o ENEM produz sentido sobre a temática das Mudanças Climáticas Globais, por meio do dispositivo teórico-metodológico da AD, é necessário construir um dispositivo de interpretação, analítico, que leve em conta as especificidades do discurso analisado, do material empírico a ser analisado e as questões específicas que estamos investigando.

Dentro do quadro teórico da Análise de Discurso é pressuposto que uma análise não é igual à outra, haja vista que mobiliza conceitos específicos, possibilitando distintos recortes conceituais para um mesmo objeto. Diante disso, a AD distingue o dispositivo teórico da interpretação, que objetiva mediar o movimento entre a descrição e a interpretação sustentado em princípios gerais desse referencial, e o dispositivo analítico, que é individualizado e definido por cada analista, pois depende da natureza do material e a finalidade da análise. No caso específico desta pesquisa, o dispositivo analítico construído para as análises está pautado nas relações epistemológicas das Geociências, a qual se mostrou apropriado para esta pesquisa, pois forneceu elementos sobre as especificidades desse campo de conhecimento para que pudéssemos compreender as peculiaridades do processo de textualização das Mudanças Climáticas Globais no ENEM. Essa temática pode e vem sendo significada, por diversos meios, a partir de diferentes perspectivas, direções de sentidos, produzindo diferentes versões. O que buscamos investigar foi a possível presença, a possível influência, da perspectiva das Geociências nas versões produzidas pelo ENEM sobre essa temática. Assim, quisemos ler, interpretar as questões do ENEM com uma certa especificidade que precisa ser considerada, verificando sua direção específica, foco de

discussão deste trabalho, em meio a outras possibilidades. É nesse sentido que a epistemologia das Geociências entra como dispositivo analítico.

É característica das Geociências produzirem um conjunto de discursos, de dizeres, que abordam objetos de conhecimento em termos de suas dinâmicas histórico-sistêmicas em múltiplas escalas de tempo e de espaço, considerando sempre a escala global, e em suas conexões com o local; sistemas e sub-sistemas naturais em diferentes escalas e suas interconexões, dando destaque, no caso da geologia, às formas fixadas (registros nas rochas de sua história e de seu ambiente), considerando a complexidade, esferas terrestres e suas interconexões, ciclos da matéria e da energia, o tempo geológico, entre outros.

Segundo Potapova (1968, p.88) “todos os processos naturais contemporâneos, ocorrendo no domínio do planeta Terra, são em certo sentido geológicos. São estudados normalmente por diferentes ciências, mas a geologia procura por traços de tais processos em estado fixado, de modo a conseguir uma compreensão de como se desenvolveram historicamente”.

Epistemologicamente, leva-se em consideração que, as Ciências da Terra representam um modo específico de raciocínio e de significar a realidade, implicando que se significa a temática das Mudanças Climáticas Globais de uma maneira particular em meio a outros possíveis, que é, portanto, mais interpretativo do que factual, mais histórico do que experimental, mais sistêmico e sintético do que fragmentado e analítico (FRODEMAN, 2001), o que implica num modo específico de significar, produzir sentidos sobre o mundo, constituindo simultaneamente em lugares específicos de significações. Até que ponto isso atravessa, constitui as questões do ENEM?

As Geociências têm papel de destaque no âmbito de formar uma visão de natureza abrangente, histórica, e para contribuir no ensino, tanto nas universidades formando os diferentes profissionais, quanto na educação básica formando o cidadão comum, pois a ambos é indispensável um conhecimento sobre o planeta em que vivemos. As Geociências proporcionam essa compreensão em termos de um sistema, o que permite ter uma imagem dos processos de maneira global podendo ser relacionados a visões parciais, implicando em especificidades nos modos como significamos as relações entre o homem e a natureza. Segundo Carneiro *et al* (2003, s.p.) “a Terra é um sistema: ela troca matéria e energia com o resto do universo, seja em um pequeno intervalo de tempo (digamos segundos) até longos períodos (p.ex., centenas de milhões de anos)”.

Para este trabalho foram sintetizados quatro aspectos relevantes do conhecimento geocientífico, ou seja, da sua maneira peculiar de significar o mundo estabelecidos como categorias de análise dos dados, que são: interconexões entre as esferas terrestres, escala temporal, escala espacial, e relação homem x natureza, que permitem estudar e explicar a dinâmica natural e a relação com a dinâmica humana, social, dinâmicas que, integradas, fazem parte do funcionamento do planeta.

No entanto, este trabalho tem como objetivo principal compreender como o ENEM materializa, na forma de questões, determinadas interpretações/abordagens da temática das Mudanças Climáticas Globais, ou seja, como se caracteriza o processo de textualização de sentidos, considerando as Geociências, em meio a outras abordagens possíveis, como uma perspectiva epistemológica que nos permite uma visão específica, um modo particular, de significar essa temática.

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- Compreender como os conhecimentos das Geociências e as formas de abordagem foram possíveis dentro de uma determinada interpretação da situação sócio-histórica relacionadas àquela questão em meio a outras possibilidades. Que outros conhecimentos ou formas de abordagem foram apagados?;
- Investigar as habilidades que foram avaliadas no conjunto de questões que abordam a temática, verificando se há alguma tendência ou predominância nessa atribuição. Há outras habilidades da lista do ENEM que também poderiam ser vinculadas a esse conjunto de questões? Que outras habilidades seriam necessárias para se compreender essa temática sob um ponto de vista geocientífico, que não estão listadas pelo ENEM? O próprio formato do ENEM funciona como condição de produção para a interpretação que ele produz sobre o tema, textualizada na forma de uma questão?;
- Analisar as condições de produções que poderiam estar relacionadas a esses processos de textualizações. Como os modos dessas textualizações aproximam ou limitam as questões de uma abordagem geocientífica?;
- Examinar a presença de características epistemológicas do conhecimento das Geociências relacionadas a essas questões, e o potencial desses aspectos para a produção de questões com

enfoque geocientífico. Que aspectos epistemológicos desse conhecimento específico elas estão ou poderiam estar relacionadas?

Como recorte e foco da pesquisa foram selecionados todas as questões que abordam diretamente as Mudanças Climáticas Globais, um conjunto de quinze questões, e analisados elementos da linguagem que remetam a conhecimentos das Geociências, os quais representam mais um modo de pensamento/modo de significar implicado nas realidades que enfrentamos.

A análise dos dados foi constituída de duas vertentes que se complementam, uma visando propiciar uma visão mais geral sobre como a temática é abordada no ENEM e a outra propiciando uma análise de maiores detalhes dos processos de textualização, dividida em etapas que consideraram tanto o funcionamento da linguagem quanto a epistemologia das Geociências. Maiores detalhes sobre os procedimentos e análises dos dados foram relatados no capítulo 3.

1. REFERENCIAIS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

(...) O problema do conhecimento da Natureza não se pode dissociar do problema da natureza do conhecimento.

Edgar Morin³

No presente capítulo são traçadas as bases conceituais usadas neste estudo para identificar diversos elementos importantes na materialidade textual (verbal e imagética) que participam dos processos de compreensão da atribuição de sentidos do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) ao significar a temática das Mudanças Climáticas Globais. Pressupõe-se uma relação entre produção de sentidos e produção de um sujeito de significação, sujeito discursivo. Para isso, foi considerado tanto o funcionamento da linguagem quanto a epistemologia das Geociências, apropriando dos respectivos referenciais teórico-metodológicos.

O referencial teórico abordado para a compreensão da linguagem desenvolvida pelo ENEM são noções desenvolvidas na linha de investigação da Análise de Discurso de origem francesa (AD), tal como vêm sendo desenvolvidas no Brasil por Orlandi (1996, 2005, 2007). Essa linha de investigação tem por objetivo trabalhar uma forma de análise que não separa forma e conteúdo e considera o contexto histórico-social das produções das significações na relação com a materialidade textual (verbal e imagética). Assim, buscou-se identificar diversos elementos importantes que participam dos processos de produção de significações, na relação dessa materialidade com a exterioridade da linguagem, ou seja, o contexto histórico-social.

Considerando que o contexto do conhecimento geocientífico é parte das condições que podem influenciar em configurações específicas ao tratar das Mudanças Climáticas Globais, neste estudo apropria-se da epistemologia das Geociências como dispositivo analítico, o qual se mostrou apropriado para esta pesquisa, pois fornece elementos sobre as especificidades desse campo de conhecimento para compreendermos as peculiaridades sobre a maneira como essa temática é textualizada no contexto do ENEM.

Neste sentido, considera-se que a epistemologia das Geociências implicaria numa formação discursiva específica. Ou que, significar a temática das Mudanças Climáticas Globais a

³ MORIN, E.; LE M., J.. **A inteligência da complexidade**. Ed. 2. São Paulo: Periópolis, 2000. 212 P.

partir das Geociências tem suas especificidades, sua direção específica, em meio a outras possibilidades, foco de discussão deste trabalho.

1.1. Linguagem

Para compreender como o ENEM aborda conhecimentos sobre Mudanças Climáticas Globais e verificar qual é o enfoque, utilizou-se como referencial teórico- metodológico a Análise de Discurso de origem francesa (AD), de acordo com Orlandi (2007):

A Análise de Discurso, como seu próprio nome indica, não trata da língua, não trata da gramática, embora todas essas coisas lhe interessem. Ela trata do discurso. E a palavra discurso, etimologicamente, tem em si a idéia de curso, de percurso, de correr por, de movimento. O discurso é assim palavra em movimento, prática de linguagem: com o estudo do discurso observa-se o homem falando. (ORLANDI, 2007, p.15).

A AD, surgida na década de 1960, converte-se em instrumental de grande utilidade na identificação das representações sociais pertinentes ao tema desta pesquisa. Pois, nesta tendência linguística entende-se que o estudo da linguagem não pode estar desvinculado de suas condições de produção, assim, compreender os sentidos implica em buscar as condições de produção dos discursos, que incluem o contexto sócio-histórico e ideológico de formulação dos textos, do qual fazem parte os sujeitos, as posições em que eles se situam e o interdiscurso.

A AD procura compreender como a língua faz sentido, “não trabalha com a língua enquanto um sistema abstrato, mas com a língua no mundo, com maneiras de significar, com homens falando, considerando a produção de sentidos enquanto parte de suas vidas, seja enquanto sujeitos, seja enquanto membros de uma determinada forma de sociedade”. (ORLANDI, 2007, p.15). Segundo a autora:

Compreender é saber como um objeto simbólico (enunciado, texto, pintura, música, etc) produz sentido, como as interpretações funcionam. Saber como as interpretações funcionam. A compreensão procura a explicitação dos processos de significação presentes no texto e permite que se possam “escutar” outros sentidos que ali estão, compreendendo como eles se constituem. (ORLANDI, 2007, p.26).

Dentro desse quadro teórico na Análise de Discurso não é possível considerar os discursos investigados do ENEM enquanto transmissão de informações, como se os sentidos estivessem

contidos nos textos, ou como se fossem transferidos entre texto e leitor, pois é na relação entre a materialidade textual e o interdiscurso que eles se produzem. Para Orlandi (2007, p.21) “as relações de linguagem são relações de sujeitos e de sentidos e seus sentidos são múltiplos e variados. Daí a definição de discurso: discurso é efeito de sentidos entre locutores”.

As reflexões sobre os discursos neste trabalho estão sustentadas na intenção de relacionar condições de produção e efeitos de sentidos. O discurso é um objeto histórico-ideológico, e o texto um feixe de diferentes sentidos possíveis, conforme as condições de produção em que os enunciados desse discurso são (re)produzidos e a forma como o sujeito (autor e leitor) se inscreve nesses enunciados.

Neste sentido, a proposta deste estudo inclui também as imagens como parte da textualidade dos materiais impressos, de acordo com a Análise de Discurso que trata essa dimensão imagética como um discurso, partindo do princípio de que ela é produto de uma interpretação e pode ser interpretada de diversas formas (SILVA *et al*, 2006), também conforme determinadas condições de produção. Assim, consideram que as imagens, como os textos escritos, não são transparentes e que produzem diferentes sentidos de acordo com a formação do leitor, sua cultura e história, e o contexto de leitura, que fazem parte das condições de produção (ORLANDI, 2007).

1.1.1. Processo de textualização do ENEM

Neste trabalho, focaremos a compreensão no processo do discurso do ENEM (em texto), as condições específicas do dizer, a qual o texto faz parte. Nossa preocupação está em verificar como os conhecimentos sobre Mudanças Climáticas Globais foram possíveis dentro da determinada situação de ensino relacionada ao ENEM, e não somente análise do conteúdo.

Diferentemente da análise do conteúdo, a AD considera que a linguagem não é transparente. Segundo Orlandi (2007, p.90) “um texto é sempre um conjunto de formulações entre outras possíveis, movimento do dizer face ao silêncio tomado aqui como horizonte discursivo, o ‘a dizer’ e não o vazio. O texto é descritivo, é material, palpável, mas o sentido não está nele, não está fixado no texto. O texto não carrega o sentido. É lugar de jogo de sentidos, de trabalho da linguagem, de funcionamento da discursividade”.

A unidade da AD é o texto, já que nele se materializa a discursividade, constituindo assim, o discurso. É através da visão da materialização da língua no texto em sua discursividade, isto é, é em funcionamento que o texto produz sentido e nele podemos compreender as cargas ideológicas que determinam as formações discursivas. Para Orlandi (2005, p.16) “pensar o texto em seu funcionamento, é pensá-lo em relação às suas condições de produção, é ligá-lo a sua exterioridade”. Isto implica dizer que o discurso não pode ser analisado sem levar em consideração as condições de produção do mesmo, uma vez que as palavras em si próprias não apresentam sentido e, além disso, a construção de sentido depende também de aspectos extralingüísticos em “que a própria textualidade traz nela mesma sua historicidade, isto é, o modo como os sentidos se constituem, considerando a exterioridade inscrita nela e não fora dela”. (ORLANDI 2005, p.16).

O sentido de um enunciado numa determinada formação discursiva varia de acordo com o lugar ideológico e a posição ocupada pelo sujeito numa dada condição de produção. Assim, entendemos que a formação discursiva não pode ser definida apenas como aquilo que pode ou deve ser dito num determinado enunciado e espaço, mas também como aquilo que não pode ou não deve ser dito num determinado contexto de enunciação. Vemos, dessa forma, que as formações discursivas não devem ser consideradas isoladamente, mas partindo da visão de que elas interagem entre si, já que o discurso é produzido mediante a sua relação com o outro e, conforme já mencionamos, a partir das posições ideológicas daqueles que o produzem.

Se para a AD o texto é visto num contexto mais amplo, incluindo os aspectos sócio-histórico-ideológicos dos interlocutores, bem como, as condições de produção em que está inserido, não podemos pensar o texto inserido na AD como algo translúcido, pois conforme menciona Orlandi (2005, p.18), o agrupamento de formações discursivas forma um complexo com dominante e “esse complexo com dominante das formações discursivas é o que chamamos interdiscurso, que também está afetado pelo complexo de formações ideológicas”.

Ao analisarmos os textos do ENEM buscamos verificar o processo de materialização, o porquê foi dito daquela maneira e não de outra, e identificar as condições de produção do discurso, ou seja, estamos analisando sua textualização. Neste sentido, a análise da textualização está aqui relacionada à ideia de versão, “a versão significa: direção, espaço significante, recorte do processo discursivo, gesto de interpretação, identificação e reconhecimento do sujeito e do sentido” (ORLANDI, 2007).

Esta compreensão perpassa, portanto, uma busca pelas condições de produção do discurso e pela constituição da subjetividade que nele está diluída. É dentro desse contexto mais amplo que encontramos o interdiscurso, que se caracteriza como “o saber discursivo que torna possível todo dizer e que retorna sob a forma do pré-construído, o já dito e que está na base do dizível” (ORLANDI, 2001, p.31).

Para tanto, a busca pelas condições de produção do discurso não pode ser descomprometida com o aspecto histórico e ideológico “dos bastidores da encenação dos sujeitos e dos sentidos” (ORLANDI, 2001, p.95).

1.1.2. Interpretação produzida pelo ENEM

A AD teoriza a interpretação, isto é, coloca a interpretação em questão. Esse referencial permite compreender como objetos simbólicos produzem sentidos, analisando assim os próprios gestos de interpretação. Neste sentido, Orlandi (1996) relata que:

A interpretação está presente em toda e qualquer manifestação da linguagem. Não há sentido sem interpretação. Mais interessante ainda é pensar os diferentes gestos de interpretação, uma vez que as diferentes linguagens, ou as diferentes formas de linguagem, com suas diferentes materialidades, significam de modos distintos. Como a linguagem tem uma relação necessária com os sentidos e, pois, com a interpretação, ela é sempre passível de equívoco. Dito de outro modo, os sentidos não se fecham, não são evidentes, embora pareçam ser. Além disso, eles jogam com a ausência, com os sentidos do não-sentido. (ORLANDI, 1996, p.9).

A AD parte de alguns pressupostos como o de que não há sentido sem interpretação e esta se encontra presente em dois níveis: o de quem fala e o de quem analisa. De acordo com Orlandi (2007):

A Análise do Discurso não estaciona na interpretação, trabalha seus limites, seus mecanismos, como parte dos processos de significação. Também não procura um sentido verdadeiro através de uma “chave” de interpretação. Não há esta chave, há método, há construção de um dispositivo teórico. Não há verdade oculta atrás do texto. Há gestos de interpretação que o constituem e que o analista, com seu dispositivo, deve ser capaz de compreender. (ORLANDI, 2007, p.26).

Pensar o texto em seu funcionamento, é pensá-lo em relação às suas condições de produção, é ligá-lo a sua exterioridade. Para Orlandi (2006):

Isto implica dizer que o discurso não pode ser analisado sem levar em consideração as condições de produção do mesmo, uma vez que as palavras em si mesmas não apresentam sentido e, além disso, a construção de sentido depende também de aspectos extralingüísticos em que a própria textualidade traz nela mesma sua historicidade, isto é, o modo como os sentidos se constituem, considerando a exterioridade inscrita nela e não fora dela. (ORLANDI, 2006, p.16).

Se o texto em sua materialidade é parte das condições de produção de leituras (possibilidades de interpretação) ele é também produto de interpretação. Ou seja, pressupõe-se que no contexto do conhecimento das Geociências o conhecimento científico se textualiza em determinadas direções, diferentemente do modo como se textualizaria em outras condições, quando não intervissem aspectos de sua epistemologia.

Segundo Orlandi (1996):

A interpretação se faz, assim, entre a memória institucional (arquivo) e os efeitos da memória (interdiscurso). Se no âmbito da primeira a repetição congela, no da segunda a repetição é a possibilidade mesma do sentido vir a ser outro, em que a presença e ausência se trabalham, paráfrase e polissemia se delimitam no movimento da contradição entre o mesmo e o diferente. O dizer só faz sentido se a formulação se inscrever na ordem do repetível, no domínio do interdiscurso. (ORLANDI, 1996, p.68).

Face ao dispositivo teórico da AD, buscam-se por meio das análises os objetivos propostos para este estudo. As análises apontam para relações entre conteúdo e forma do texto; demonstram “pontos de deriva” que representam espaços de interpretação em que o texto foi produzido e com os quais ele poderia ser lido em sala de aula, dando margem ao trabalho de leitura (interpretação) dos sujeitos leitores (ORLANDI, 2007).

A análise é fundamentada pela teoria da AD, onde tomamos o texto como parte de um processo discursivo mais abrangente e de lugar de jogo de sentidos, de trabalho da linguagem, de funcionamento da discursividade, para análise dos processos de textualização e significação do discurso científico envolvido no contexto desses materiais.

A análise consiste em investigar o processo de materialização do texto, onde são verificadas as regularidades e diferenças, assim como o que não está dito e pensar em outras possibilidades ou filiações. Esse olhar parte de fora do conteúdo e do seu ensino, buscando

compreender os mecanismos de linguagem, pois se torna tão presente que as vezes é esquecida. Busca-se relacionar a palavra ao modo de pensar, epistemológico, visando compreender o motivo de ter sido dito daquela maneira e não de outra.

Para a AD não interessa apenas interpretar, levando em conta que não há como escapar disso, mas ela tenta ir um pouco além e mostrar os mecanismos que geraram a interpretação naquela direção e não outra (ORLANDI, 1996). Diante disso, a análise é fundamentada pelo processo de produção do discurso, levando em conta a natureza histórico-social de propriedade desses textos e não apenas uma análise de conteúdo. Assim, estamos preocupados em compreender como alguns conteúdos foram possíveis dentro de uma determinada situação de ensino.

De acordo com esse referencial, uma análise não é igual à outra porque mobiliza conceitos específicos, possibilitando distintos recortes conceituais. Por isso a AD distingue o dispositivo teórico da interpretação, que objetiva mediar o movimento entre a descrição e a interpretação sustentado em princípios gerais da AD, e o dispositivo analítico construído pelo analista a cada análise. Segundo Orlandi (2007),

O que define a forma do dispositivo analítico é a questão posta pelo analista, a natureza do material que analisa e a finalidade da análise. [...] Como a pergunta é de responsabilidade do pesquisador, é essa responsabilidade que organiza sua relação com o discurso, levando-o à construção do “seu” dispositivo analítico, optando pela mobilização desses ou aqueles conceitos, esse ou aquele procedimento, com os quais ele se compromete na resolução de sua questão. Portanto, sua prática de leitura, seu trabalho com a interpretação, tem a forma de seu dispositivo analítico. (ORLANDI, 2007, p.27).

O dispositivo analítico construído para essa análise específica está pautado nas relações epistemológicas das Geociências. Esse campo de conhecimento, os conhecimentos epistemológicos, ajudou a entender o referente (natureza do seu discurso, do que ele fala explicitamente e implicitamente) que neste caso está focado na temática das Mudanças Climáticas Globais. Levando em conta que as Geociências têm papel de destaque no âmbito de formar uma visão de natureza abrangente, histórica, e para contribuir no ensino, tanto nas universidades formando os diferentes profissionais, quanto na educação básica formando o cidadão comum, pois a ambos é indispensável um conhecimento claro sobre o entendimento da Terra como um sistema, o que permite ter uma imagem dos processos de maneira global podendo ser relacionados a visões parciais, e relações entre o homem e a natureza.

1.2. Aspectos do pensamento Geológico

A diversidade de disciplinas científicas possibilita observações do mundo a partir de diferentes perspectivas, assim como interpretações e explicações de acordo com diferentes modelos. A construção do conhecimento em Geologia apresenta pontos importantes como a valorização da descrição e da analogia, que aparecem na Geologia como ferramentas de trabalho fundamentais para se conhecer os elementos gerais e particulares dos fenômenos.

É possível identificar nas Ciências da Terra um método diferente de raciocínio, segundo Frodeman (2001, p.44), “um método que é mais deliberativo do que simplesmente de cálculo, mais interpretativo do que puramente factual, e mais histórico do que experimental”.

De acordo com Potapova (1968, p.86), ao caracterizar uma ciência, falamos de seu objeto e metodologia. O objeto de qualquer ciência compreende certos fenômenos do mundo material e ele é inesgotável como a própria ciência. O conceito “objeto de uma ciência” deve ser distinto do conceito “objeto de investigação”, e pode ser definido como um processo histórico e geológico.

Em relação a questões metodológicas, Chamberlin (1897) destacou, em seu artigo “*The method of multiple working hypothesis*”, que o método das ciências geológicas deveria ser criativo, e que o papel da criatividade era importante na geração de múltiplas hipóteses de trabalho, em contraposição ao método de trabalho envolvendo uma hipótese única.

O objeto da Geologia caracteriza-se por conter em si elementos de ciências da natureza e elementos de ciência histórica. Para Potapova (1968, p.87), “o objeto da pesquisa geológica – o processo histórico-geológico – é visto como um processo de interação entre a composição material e a estrutura, ambas as quais mudam no tempo geológico e espaço”.

Na História da Geologia existem duas descobertas que definem o modo como os geólogos vêem a Terra: o tempo geológico e a tectônica de placas. Para Dodick e Orion (2003) tempo geológico ou tempo profundo corresponde à ideia de que estruturas e sistemas terrestres acontecem em períodos de bilhões de anos a frações de segundo.

A geologia pode então ser entendida como uma ciência histórica da natureza, cuja meta é reconstituir a historicidade do planeta, revelando-lhe as origens. De acordo com Potapova (1968, p.87), “a geologia é uma ciência histórica da natureza por se dedicar ao estudo do desenvolvimento histórico dos processos naturais fixados na crosta terrestre e dependente de

métodos de investigação histórico-comparativos”. Para isso, analisa os produtos de processos que já se encerraram ou que se encontram em curso, procurando ‘inferir’ suas origens e ordem cronológica.

É uma ciência que procura conhecer e interpretar o passado da Terra. O planeta Terra tem uma longa história que pode ser, em grande parte, reconstituída. A dinâmica litosférica, a atuar ao longo de milhões anos, deixou marcas que hoje podem ser ‘lidas’ e interpretadas pelos geólogos. A história da Terra está marcada por grandes eventos, entre eles o aparecimento da Vida e a sua evolução.

Além disso, a geologia também pode ser vista como uma ciência de observação e de interpretação, uma vez que o trabalho de campo do geólogo está associado à procura de afloramentos, ao estudo das diferentes estruturas e na prospecção mineral. Mas como é possível medir o tempo se ele não constitui substância, forma ou massa, não sendo palpável ou concreto? O tempo é contínuo e a história geológica da Terra é episódica, sendo seu registro complexo, incompleto e, muitas vezes, de difícil acesso. Isto se deve ao fato de nosso planeta possuir uma dinâmica, dada pelo ciclo das rochas.

Segundo Compiani (2007, p.31) “a Geologia é ciência histórica, diferentemente da lógica da causa para o efeito, muito característica das ciências físicas e químicas. Seu conceito de experiência é calcado na observação de contextos, na qualidade das observações e interpretações de formas fixadas de produtos e processos passados, codificando-as, espaço-temporalmente, no desvendar da história da Terra”.

Os processos da Geologia por se darem na natureza e não em laboratórios onde as variáveis podem ser controladas caracterizam-se por formar sistemas abertos, nos quais se pode constatar que uma grande quantidade de variáveis se relaciona, ao longo do tempo e do espaço, envolvendo causalidades complexas. A complexidade aparece, então, como uma característica específica do objeto de estudo das ciências geológicas.

Segundo Morin (2002), pesquisador que há cinquenta anos interessa-se pela complexidade crescente do conhecimento científico e por suas interações com as questões humanas, um pensamento que influenciou e continua a influenciar decisivamente a reflexão sobre a ciência no final do século XX, é a complexidade - ligação entre a unidade e a multiplicidade:

A complexidade é um progresso de conhecimento que traz o desconhecido e o mistério. O mistério não é somente privativo; ele nos libera de toda racionalização delirante que pretende reduzir o real à idéia. Ele nos traz, sob forma de poesia, a mensagem do inconcebível. (MORIN, 2002).

Com efeito, cada vez mais este pensamento influencia os mais diversos campos do conhecimento, tais como as ciências físicas, biológicas e humanas, além da própria Filosofia. De acordo com Morin (2000) isto acontece porque:

Não é um pensamento que elimina a certeza pela incerteza, que elimina a separação pela inseparabilidade, que elimina a lógica para permitir todas as transgressões. A caminhada consiste, ao contrário, em fazer um ir e vir incessante entre as certezas e as incertezas, entre o elemento e o global, entre o separável e o inseparável. Do mesmo modo, ela utiliza a lógica clássica e os princípios de identidade, de não contradição, de dedução, de indução, mas conhece seus limites, e sabe que, em certos casos, é preciso transgredí-los. Não se trata, pois, de abandonar os princípios de ordem, de separabilidade e de lógica, mas de integrá-los numa concepção mais rica. Não se trata de opor um holismo global e vazio ao reducionismo mutilante; trata-se de ligar as partes à totalidade. (MORIN, 2000).

Outra característica importante do objeto da Geologia diz respeito à construção do seu conhecimento. Por estudar processos que ocorreram no passado e em escalas muito variadas, a Geologia é uma ciência que se preocupa com o não visível, ou seja, não é possível uma visualização integral dos seus processos geológicos. Ela trabalha através de registros das rochas hoje existentes, e, a partir deles, tenta reconstituir a evolução dos processos que deram origem a essas rochas. Conforme Potapova (1968, p.87), a geologia “tomada no seu sentido mais amplo, como a mais ampla ciência do planeta”. Sua tarefa é estudar a história da terra como um todo, suas várias esferas, camadas ou estratos e o núcleo.

Segundo Frode man (2001) as ciências históricas distinguem-se pelo papel decisivo da interpretação na sua explicação:

A interpretação é um tipo de explicação imaginária de fenômenos naturais em que os detalhes ganham sentido na estrutura da história. Ao contrário das ciências experimentais, em que previsões são feitas pela combinação de leis universais com a descrição de condições iniciais (o modelo dedutivo-nomológico), as ciências históricas não se empenham em fazer previsões. As narrativas históricas não explicam um acontecimento submetendo-o a uma generalização, mas integrando-o num todo organizado. (FRODEMAN, 2001, p.55).

Outra característica que torna essa ciência diferente das ciências exatas, como a Física e a Química, é o fato de que, em razão dos seus processos se desenvolverem sem um controle completo e envolverem variadas escalas de tempo e de espaço, os mesmos não podem ser reproduzidos fielmente em laboratórios. Ou seja, é apenas de forma hipotética e reconstitutiva que podemos reproduzir processos geológicos em condições de laboratório. Segundo Gonçalves *et al* (2009):

Estudos de laboratório em muitas ciências empíricas ajudam a determinar regularidades e leis da natureza. Neste caso, estrutura de raciocínio empreendida no ensino de laboratório conduz a demonstrar certo fenômeno previsto. O campo não é laboratório de ensino dos estudos da Terra, nele múltiplos raciocínios e caminhos podem ser seguidos porque não há preparo prévio de amostras, ou seja, existe um potencial muito mais alto do que no experimento de laboratório de se encontrar algo novo e liminar (para que inexistisse explicação prévia). Além disso, esse papel limitado do experimento facilita a controvérsia. (GONÇALVES *et al*, 2009, p.5).

Para Anguita (1994, *apud Carneiro et al*, 2004, p.555) o entendimento da Terra como um sistema “permite explorar uma visão holística do planeta” e oferece uma dimensão mais clara.

À medida que as teorias da Terra foram se consolidando, foi sendo reconhecida a importância do conhecimento geológico para a resolução de problemas naturais e o de bem-estar da humanidade. Portanto, se faz presente a necessidade de introduzir e discutir esses métodos e princípios na formação de cidadãos. Conforme Carneiro *et al* (2004, p.559), “o conhecimento da Geologia proporciona compreensão mínima do funcionamento do planeta e lança as bases do efetivo exercício da cidadania.”

De acordo com Carneiro *et al* (2003):

O planeta imaginado como um sistema passou a ser analisado em termos de sua longa história (tempo geológico). Os processos naturais e sociais não devem ser mais estudados separadamente. Todas as esferas materiais do planeta (atmosfera, hidrosfera, litosfera, manto, núcleo, biosfera e esfera social) participam em múltiplas interações. Só desse modo podemos compreender o que vai acontecer no futuro com a agricultura, o solo, o clima, a água. (CARNEIRO *et al*, 2003, s.p.).

A história da geologia também se torna importante no conhecimento geológico, segundo Gonçalves *et al* (2009, s.p.), “a história da Geologia revela como noções de processo, equilíbrio dinâmico, conservação de massa contribuíram para adotar a perspectiva de que a natureza muda com o tempo. Esta mudança é absolutamente independente de qualquer atividade humana”.

A procura de teorias explicativas sobre a dinâmica da Terra representou sempre um dos maiores desafios para os geólogos. Para isso, utilizam-se métodos e princípios comuns aos demais ramos das ciências que ajustam aos seus objetos de estudo.

Desse modo, os procedimentos metodológicos típicos da geologia como múltiplas hipóteses explicativas, visualidade, raciocínio histórico e analógico, valorização da interpretação e imaginação que foram expressos por Potapova (1968), Frodeman (2001) e outros, afastam-na das ciências experimentais “clássicas” como a Física e a Química. Embora o geólogo dependa de certos conhecimentos astronômicos, biológicos e climatológicos (entre outros), que lhes dão subsídios para seus estudos.

É uma ciência que busca entender como funciona o planeta e determinar as causas dos fenômenos. Algumas limitações dessa abordagem favoreceram o nascimento da concepção integradora de Geologia e ciências afins proporcionada pelas Ciências da Terra (CARNEIRO *et al.*, 2004).

1.3. Geociências

Os termos “Ciências da Terra” ou “Geociências” são aplicados às ciências relacionadas com o estudo do planeta Terra e sua dinâmica. São as ciências que consideram os principais componentes do planeta Terra, oceanos, água potável, rochas, solos, entre outros. Aplicam conhecimentos da Física, Geografia, Matemática, Química, História e Biologia de modo a construir um conhecimento quantitativo das principais áreas ou esferas do sistema Terra.

As Geociências se tornam importantes devido ao seu caráter de síntese e interdisciplinaridade (FRODEMAN, 2001), por meio de estudos da Terra como um sistema dinâmico, sujeito a transformações cíclicas movidas por fluxos de matéria e energia, fornecendo uma perspectiva mais abrangente do planeta.

A revista *Nature Geoscience*⁴ cita as principais disciplinas de Geociências, as quais são tratadas em seu conteúdo nos tópicos de estudos das Ciências da Terra: Ciências Atmosféricas; Biogeoquímica; Ciência Climática; Geobiologia; Geoquímica; Geomática e Sensoriamento

⁴ A **Nature Geoscience** é uma revista mensal multi-disciplinar destinada a pesquisa através de todo o espectro das Ciências da Terra com trabalhos em áreas correlatas. Disponível em: <http://www.nature.com/ngeo/index.html>> Acesso em: 25 fev 2010.

Remoto; Geologia; Geomagnetismo e Paleomagnetismo; Geomorfologia; Geofísica; Glaciologia; Hidrologia e Limnologia; Mineralogia e Física Mineral; Oceanografia; Paleontologia; Paleoclimatologia e Paleoceanografia; Petrologia; Ciência Planetária; Sismologia; Física Espacial; Tectônica; Vulcanologia.

Conforme Frodeman (2001, p.43), “as Ciências da Terra estão destinadas a ganhar importância cultural no século XXI, representando uma grande oportunidade para essa comunidade, caso seja capaz de se adaptar à constante modificação das exigências que a sociedade irá colocar sobre ela”. O autor destaca três razões para que as Ciências da Terra se transformem na ciência central no século XXI:

- a natureza do raciocínio geológico, que oferece um modelo epistemológico mais adequado às realidades das nossas vidas do que as ciências experimentais;
- a importância dos fatos geológicos, que definem a natureza e os limites dos parâmetros básicos da cultura humana;
- a pertinência da perspectiva geológica, que é fundamentalmente sintética e interdisciplinar, e que incorpora os pontos de vista que resultaram da descoberta do “profundo” tempo geológico.

No enfoque educativo das Ciências da Terra, são os professores que realizam experiências de ensino que visam alguma integração dos saberes disciplinares e implicam algum tipo de trabalho de colaboração entre duas ou mais disciplinas (CARNEIRO *et al*, 2005). Cuello (1988) indicou possibilidades para se desenvolver um programa interdisciplinar baseado em Geociências.

A educação em Geociências promove uma visão global da Terra como um sistema aberto e dinâmico, abrangendo outros subsistemas terrestres perpassados por ciclos e fluxos de matéria e energia, apta a referir-se ao complexo, ao contexto, de forma multidimensional e numa concepção global, pois, quanto maior a concepção do geral, maior é a sua facilidade de tratar problemas especiais.

A busca do entendimento da complexa interação entre os sistemas do planeta Terra e da vida tem ocupado espaços cada vez maiores na educação, inclusive na pauta dos veículos de comunicação. As Mudanças Climáticas Globais, o Aquecimento Global, a perda da biodiversidade planetária, a demanda crescente por recursos naturais e energéticos, os problemas

ambientais e a sustentabilidade das cidades são algumas das designações comuns para referir-se às interações parciais entre as esferas terrestres.

Nos últimos tempos, os cidadãos brasileiros passaram a prestar mais atenção aos fenômenos climáticos do planeta. Quase que diariamente, os meios de comunicação vêm explorando essa temática através de notícias, algumas vezes sensacionalistas, que têm provocado algumas reações na população, principalmente medo e incerteza com relação ao futuro do planeta. O mesmo acontece no ensino, quando essa temática é inserida no contexto escolar.

Segundo Vieira e Bazzo (2007, p.6) no caso do Aquecimento Global, “grande parte das informações que chegam aos alunos por diferentes meios, acaba passando a imagem de um fenômeno catástrofica e indiscutível sobre o qual se supõem que haja um consenso científico”. Os autores citam duas hipóteses que tratam das controvérsias sobre as causas do Aquecimento Global:

“Hipótese 1 – O aquecimento global é real e causado pela atividade humana (queima de combustíveis fósseis – carvão, petróleo e gás, queima das florestas tropicais etc). Por isso, os governos devem tomar medidas urgentes para salvar o mundo da catástrofe.”

“Hipótese 2 – O aquecimento global é real, mas não se tem certeza sobre as suas causas. Pode se tratar de atividade solar e parte de um ciclo de aquecimento e esfriamento das temperaturas na Terra. Nesse caso, não há nada que os governos possam fazer a respeito.”

De acordo com Gonçalves *et al* (2009, s.p.) “a idéia negativa da atividade humana sobre a natureza é parte da cultura. Esse é um tema complicado porque há associação entre mudanças ambientais e atitudes morais e políticas, isso é largamente explorado e, muitas vezes, cruza com o conhecimento científico”. O autor segue dizendo que, “por mais difícil que seja perceber isso pelos nossos sentidos, o homem não é o único e sequer o mais importante agente de transformação do planeta. Tudo à nossa volta está se modificando”.

Assim, ciente da pluralidade de perspectivas de considerar essa temática, ou seja, uma só interpretação, é necessário pensar em uma educação que coloque o leitor diante das alternativas possíveis sobre um determinado assunto, deixando aparecer a idéia da leitura e versão da realidade. Dessa maneira, torna-se interessante inserir essa temática no contexto escolar, apresentando as controvérsias relacionadas. Vieira e Bazzo (2007, p.4) relatam que assuntos

controversos ainda são pouco discutidos em sala de aula, além de citar a importância desse tipo de discussão, segundo alguns propósitos:

1. partilhar diferentes perspectivas sobre um mesmo assunto;
2. alcançar uma melhor compreensão de variedade de respostas possíveis a uma questão;
3. fazer uma escolha entre diferentes valores;
4. despertar o interesse pela atualidade científica.

Sob esta perspectiva que foi investigado como o Exame Nacional do Ensino Médio textualiza a temática das Mudanças Climáticas Globais, considerando as Geociências como uma perspectiva epistemológica que nos permite enxergá-la de um modo particular.

1.4. Categorias de Geociências

O dispositivo analítico, no caso específico deste trabalho, o conhecimento das Geociências, trata de conteúdos sobre as dinâmicas histórico-sistêmicas naturais em múltiplas escalas de tempo e de espaço, considerando sempre a escala global e suas conexões com o local, sistemas e sub-sistemas naturais em diferentes escalas e suas interconexões, dando destaque, no caso da geologia, às formas fixadas (registros nas rochas de sua história e de seu ambiente), considerando a complexidade, esferas terrestres e suas interconexões, ciclos da matéria e da energia, o tempo geológico, entre outros. Para esta pesquisa, foram sintetizados três aspectos importantes do conhecimento das Geociências como categorias usadas para análises dos dados (em capítulo posterior apresentado neste trabalho), que são: interconexão entre as esferas terrestres, escala temporal, e escala espacial.

Esferas Terrestres e interconexões

As esferas materiais do planeta interagem continuamente formando um sistema integrado, a saber: atmosfera, hidrosfera, geosfera, crosta, litosfera, manto e núcleo, biosfera, antroposfera ou noosfera. As chamadas “esferas terrestres” são as separações dos materiais terrestres e os

processos típicos em grandes domínios, para compreender o que acontece em nosso planeta. Vale ressaltar que o planeta é unificado e o que acontece em uma esfera interfere em todas as demais, ou seja, as esferas terrestres participam em múltiplas interações. Para enfatizar a atuação de processos, na interação entre as várias esferas, Carneiro *et al* (2009, p.51) apresentam as esferas terrestres e alguns processos:

Atmosfera: engloba os gases que compõem os materiais terrestres. Dentre os processos que acontecem na atmosfera, destaca-se a função de distribuir a energia solar e a umidade em toda a superfície.

Hidrosfera: envolve toda a água do planeta e os fenômenos relacionados à circulação desse fluido pelos continentes e oceanos, tanto na forma líquida quanto gasosa (vapor) ou sólida. Neste caso costuma-se usar o nome criosfera para a esfera congelada.

Geosfera: é o nome dado a toda a parte sólida da Terra, formada por camadas de distinta composição material, como a crosta, o manto e o núcleo, ou camadas cujo comportamento mecânico obedece a certos padrões, como a litosfera e a astenosfera. Na geosfera é possível encontrar registros das principais mudanças ambientais que ocorreram e ocorrem na Terra.

Crosta: é a camada externa da geosfera cuja composição a distingue do manto e núcleo, mas seu comportamento mecânico permite considerá-la parte da litosfera.

Litosfera: é o envoltório sólido rochoso externo do planeta. Inclui a crosta (continental e oceânica) e a parte mais externa do manto superior. Os processos e transformações na litosfera ocorrem lentamente, permitindo que funcione como um campo transitório, geologicamente falando, onde interagem os fenômenos da superfície e do interior do planeta.

Manto e núcleo: são as esferas rochosas internas. Embora sejam inacessíveis à observação direta pelo homem, sabe-se que são responsáveis por muitos fenômenos observados na superfície, como o magnetismo terrestre ou a contínua emissão de calor, desde o interior quente.

Biosfera: compreende todos os organismos vivos, dos reinos animal, vegetal, protista, bactéria e fungi. Podemos subdividir a matéria viva, devido às formas peculiares de organização

material, em dois grandes domínios – a biosfera e a esfera social –, que se mantêm intimamente relacionadas.

Antroposfera ou noosfera: a esfera social é formada pelas sociedades humanas e os processos superficiais que promovem. A ideia de interação no âmbito de Sistema Terra exige abordar a noosfera integrada com as demais esferas, de modo a se visualizar a Terra como resultado de mútuas interações. Enquanto a biosfera se transforma mediante mecanismos explicados pela teoria da evolução, a esfera social – da qual fazemos parte – modifica-se sobretudo por meio de instrumentos culturais e que podem ser explicados pela economia, política e formas de organização social.

Escala Temporal

A idade da Terra foi estabelecida de acordo com descoberta e refinamento dos métodos de datação radiométrica no decorrer do século XX. Assume-se para a Terra uma idade de cerca de 4,6 bilhões de anos (TEIXEIRA *et al*, 2001; PRESS *et al*, 2006; EICHER, 1969). Para ter uma visão sintética ao explicar o tempo geológico de uma maneira mais compreensível, EICHER (1969) comprimiu todos os 4,6 bilhões de anos de tempo geológico em um só ano:

Nesta escala, as rochas mais antigas reconhecidas datam de março. Os seres vivos apareceram inicialmente nos mares, em maio. As plantas e animais terrestres surgiram no final de novembro e os pântanos, amplamente espalhados que formaram os depósitos de carvão pensilvanianos, floresceram durante cerca de quatro dias no início de dezembro. Os dinossauros dominaram nos meados de dezembro, mas desapareceram no dia 26, mais ou menos na época que as montanhas rochosas se elevaram inicialmente. Criaturas humanóides apareceram em algum momento na noite de 31 de dezembro, e as mais recentes capas de gelo continentais começaram a regredir da área dos Grandes Lagos e do norte da Europa a cerca de 1 minuto e 15 segundos, das 11h:59m:45s até 11h59m:50s. Colombo descobriu a América 3 segundos antes da meia noite, e a ciência da geologia nasceu com os escritos de James Hutton exatamente há pouco mais de 1 segundo antes do final de nosso movimento ano dos anos. (EICHER, 1969, p.34).

A escala de tempo geológico representa a linha do tempo desde o presente até a formação da Terra, está dividida em intervalos que possuem um significado em termos de evolução, que se baseiam nos grandes eventos geológicos da história do planeta. A escala de tempo geológico

(representada pela Figura 1.1), que começa a ser estabelecido ainda no século XIX, está dividida em graus hierárquicos cada vez menores da seguinte forma: Éons, Eras, Períodos, Épocas.

Unidades de tempo					Desenvolvimento de plantas e animais
Eon	Era	Período	Ma	Época	
Fanerozóico	Cenozóico	Quaternário	1,8	Holoceno	Desenvolvimento do Homem
				Pleistoceno	
		Terciário		Plioceno	"Idade dos Mamíferos"
				Mioceno	
				Oligoceno	
				Eoceno	
	Mesozóico	Cretáceo	65,5	"Idade dos Répteis"	Extinção dos dinossauros e muitas outras espécies Primeiras plantas com flores Primeiros pássaros Dinossauros dominantes
		Jurássico	145,5		
		Triásico	199,6		
	Paleozóico	Permiano	245	"Idade dos Anfíbios"	Extinção de trilobitas e muitos animais marinhos Primeiros répteis Grandes pântanos de carvão Anfíbios abundantes Primeiros insetos fósseis Primeiras plantas terrestres Primeiros peixes Trilobitas Primeiros organismos com conchas
		Carbonífero	299		
		Devoniano	359		
		Siluriano	416	"Idade dos Invertebrados"	
		Ordoviciano	443		
Cambriano		488			
		542			
Proterozóico	Pré-Cambriano	2500		Primeira fauna de metazoários grandes Primeiros organismos multicelulares ₁	
Arqueano				Primeiros organismos unicelulares Idade mínima da crosta	
			4030		
			4566		Origem do Sistema Solar

Figura 1.1 – Escala do Tempo Geológico com indicação de alguns eventos importantes na evolução da vida.

Fonte: Carneiro *et al* (2009, p.16).

Em Carneiro *et al* (2009, p.55), é apresentada uma classificação simplificada em ciclos e processos que observamos diretamente e aqueles que são mais difíceis de serem reconhecidos, porém, apresentados pela mídia, que permite que alguns eventos sejam comparados conforme as sequências de intervalos de tempo. São os ciclos:

Ciclos de duração extremamente longa, medidos em dezenas de milhões a bilhões de anos passados. Processos evolutivos da crosta, manto e núcleo da Terra; formação de continentes, ilhas e áreas oceânicas; deriva continental; formação de cadeias montanhosas devido a colisões entre placas; erosão e aplainamento das cadeias de montanhas; transgressões e regressões em escala continental; fases orogenéticas (formação de montanhas ou terras emersas) e metalogenéticas (formação de recursos minerais); surgimento da vida e criação da atmosfera, estratosfera etc.; evolução das espécies etc.

Ciclos de duração longa, medidos em várias dezenas, em centenas de milhares até alguns milhões de anos. Ciclos climáticos globais de longa duração; oscilações climáticas entre eras glaciais e interglaciais no sistema terrestre; desenvolvimento de solos muito espessos; variações no sistema de correntes oceânicas profundas; intemperismo químico extensivo; evolução das espécies; mudança no sentido de movimento das placas tectônicas; flutuações eustáticas (do nível do mar em relação às terras emersas) com amplitudes acima de 100 m; variações de excentricidade da órbita da Terra; inversão do campo magnético.

Processos de duração média, medidos em séculos a poucos milhares de anos. Variações climáticas globais; formação de planícies de inundação; variações da linha de costa; assoreamento de lagos; formação de solos de 0,5 a 2,0 m de espessura; precessão e variações na inclinação do eixo da Terra; depósitos tecnogênicos (lixo, esgotos, efluentes industriais e rejeitos em geral, etc.) e modificações do meio ambiente pela esfera antrópica.

Processos de duração curta, medidos em ano, vários anos e décadas. Formação da camada de húmus do solo; variações climáticas sazonais; variação da calota polar; crescimento anual dos animais e vegetais; depósitos tecnogênicos e modificações do meio ambiente pelo homem (poluição do ar e das águas superficiais e subterrâneas); subsidências.

Processos de duração muito curta, medidos em meios-dias, dias e semanas. Ciclo das marés e depósitos correlatos; variação diurna de temperatura devido à rotação da Terra; tempestades e inundações com depósitos de inunditos [sedimentos ligados a inundações] e escorregamentos; cataclismas vulcânicos e depósitos de tufos e piroclastos inconsolidados; depósitos tecnogênicos e modificações do meio ambiente pela esfera antrópica (incêndios, desmatamentos, poluição do ar e águas superficiais etc.).

Períodos excessivamente curtos, medidos em segundos, minutos e horas. Tempestades e furacões, terremotos e tsunamis; correntes de turbidez; cataclismas vulcânicos; deslizamentos e avalanches; impacto de meteoritos; catástrofes em geral; depósitos tecnogênicos e modificações do meio ambiente pela esfera antrópica (incêndios, poluição sonora etc.). E ainda, os processos e ciclos mais lentos são identificados somente por meio de evidências indiretas, já vez que não temos acesso à observação direta da longa cadeia de fenômenos envolvidos.

Escala Espacial (global/planetária ou local)

Usa-se a estratégia de estudar o planeta em escala global, regional ou local devido a sua complexidade, portanto, é necessário ser simplificado para conseguir fazer previsões. (CARNEIRO *et al*, 2003).

Para Compiani (2007), o focar para relação local/global aponta para a necessidade das metodologias de estudos do meio e trabalhos de campo. Os locais, as regiões, o ambiente podem ser tratados a partir das dimensões:

- **horizontal** – local - particular/singular/histórico rumo a contextualização;
- **vertical** – global - geral/propriedade/generalização rumo à descontextualização.

A horizontalidade enfatiza as relações entre as partes e o todo, faz com que um fenômeno, objeto, aspecto seja contextualizado, situado espaço-temporalmente e comparado com outros a partir de sua localidade, acentuando-se as particularidades, singularidades e relações na busca de padrões (...). A verticalidade enfatiza o caráter processual dos fenômenos, das coisas. Observa os diferentes contextos da horizontalidade, buscando explicá-los em conjunto ou conjuntos, em termos de propriedades, categorias: há um rumo para a descontextualização, para as generalizações, em que se ‘apagam’ tempo e espaço. (COMPIANI, 2007, p. 34).

Compiani (2007) cita uma proposta de metodologia de hierarquização das observações de campo em Geologia (Figura 1.2), o que possibilita entender como pode ser feito um trabalho/estudo sobre o local/global.

HIERARQUIZAÇÃO	ATIVIDADES
1 - Situação dentro de grandes unidades geológicas e de relevo	Visão panorâmica da paisagem
2 - Situação do afloramento no contexto da paisagem próxima	Procurar obter conhecimentos dos elementos morfológicos da paisagem para isolar unidades do relevo
3 - Visão de conjunto do afloramento	Observação do afloramento a distância reconhecendo feições geométricas, estrutura e disposição dos materiais
4 - Estudo em detalhe do afloramento	Descrição e identificação de cada unidade litológica reconhecendo as estruturas e contatos
5 - Estudo de amostra de mão	Classificação dos tipos de rochas em função da identificação de componentes texturais, minerais e/ou fósseis presentes

Quadro 1. Hierarquização das observações de campo.
(Adaptado de Bach *et al.*, 1988)

Figura 1.2 – Hierarquização das observações de campo.

Fonte: Compiani (2007, p.34).

1.4.1. Categorias e o sistema climático global

As categorias apresentadas no tópico anterior fazem parte de aspectos essenciais e importantes do conhecimento das Geociências para a compreensão do sistema climático global. O clima terrestre não é estático, sofre alterações ao longo do tempo e a maior parte destas transformações ocorre em escalas temporais de meses, anos, milênio a milhões de anos e são naturais. Variações na quantidade de radiação solar recebida pelo planeta, pequenas variações da órbita, erupções vulcânicas injetando gases e aerossóis na atmosfera, acopladas a variações naturais das correntes oceânicas e circulação atmosférica, são responsáveis pela variabilidade e

mudança climática natural. Portanto, o clima se transforma ao longo do tempo sob a influência de vários fatores ainda incertos pela comunidade científica relacionados às reais interferências dessas mudanças, porém os discursos sobre essas influências circulam entre sendo: sua própria dinâmica interna; os forçamentos externos naturais (como erupções vulcânicas e variações solares); e os forçantes antrópicos (devido às atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento).

A complexidade do sistema climático global resulta em parte da complexidade de cada um de seus subsistemas e suas propriedades físicas individuais, e em parte da natureza das interações que existem entre eles, pois todos esses elementos influenciam uns aos outros com múltiplas interações, entre diversos sistemas que se interagem, e desenvolvidas em períodos de tempo muito variáveis, desse modo, os diferentes componentes do planeta Terra contribuem de forma diferenciada para o estabelecimento do estado de equilíbrio dinâmico a que chamamos de Clima.

No caso específico do ENEM, os sentidos trabalhados sobre a temática das Mudanças Climáticas Globais abrangem todas as influências de transformações do sistema clima? Há ênfase em algum dos fatores de alteração do clima? O que caracteriza esse direcionamento/ênfase?

2. EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM)

(...) Além de diretrizes curriculares para a educação nacional, a LDB/96 determina expressamente que a União organize um processo nacional de avaliação do rendimento escolar, para todos os níveis de ensino, com o objetivo de definir prioridades e melhorias no que se refere à qualidade (art.9,VI). Com isso, a avaliação ganha destaque e se converte em instrumento imprescindível às reformas educacionais, articulando-se aos demais aspectos da política educativa.

(BRASIL, 2005, p.32)

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é uma avaliação nacional realizada anualmente, desenvolvida em 1998 pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)⁵, órgão que centraliza e coordena os principais mecanismos de avaliação da educação brasileira, vinculada ao Ministério da Educação (MEC).

O ENEM funciona como indutor de mudanças do currículo, de conteúdos e práticas no Ensino Médio, ou seja, interfere e possibilita a veiculação de determinadas interpretações no âmbito escolar. Segundo Minhoto (2009):

O ENEM como expressa a matrix, representa de forma mais lapidada a tendência de substituir alguns conceitos e referências presentes na escola – como os de transmissão de conhecimentos e conteúdos -, se mostra como um instrumento que auxilia a nortear parte do que a escola – e seus professores e alunos – deve fazer para que seja assegurado o desenvolvimento das novas competências e habilidades requeridas pela sociedade contemporânea, o que permite aos educandos, segundo os elaboradores do exame, exercer sua cidadania com autonomia e liberdade. Entretanto, tem sido pouco possível avaliar precisamente a interferência que o exame vem exercendo no âmbito escolar, visto que pode ser considerada uma iniciativa relativamente recente. É preciso considerar o fato de o ENEM participar, parcial ou integralmente, dos processos seletivos para o ensino superior deve repercutir significativamente nas atividades cotidianas do ensino médio. (MINHOTO, 2009, p.27).

⁵ INEP é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Educação (MEC), cuja missão é promover estudos, pesquisas e avaliações sobre o Sistema Educacional Brasileiro com o objetivo de subsidiar a formulação e implementação de políticas públicas para a área educacional a partir de parâmetros de qualidade e equidade, bem como produzir informações claras e confiáveis aos gestores, pesquisadores, educadores e público em geral. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/institucional/>>. Acesso em: 18 fev 2010.

As interpretações sobre a temática das Mudanças Climáticas Globais estão presentes no ENEM e conseqüentemente entram na escola, por exemplo, pelos professores em suas práticas de sala de aula ao abordarem as questões nas atividades didáticas (ZIMMERMAN, 2008).

Esses discursos também chegam à escola por diversos outros meios, segundo Silva e Boveloni (2009), esses discursos têm chegado à escola tanto pela mídia quanto pelos livros didáticos, e que essa entrada mostra um predomínio do sentido antropogênico para as influências nas transformações do clima, e estão associadas a várias atividades humanas, entre elas, às relacionadas ao aumento de CO₂ atmosférico. Relatam que há mais ênfase nos impactos ambientais como sendo consequência do consumismo, aumento de população e práticas energéticas, outros aspectos, como o desmatamento, fato importante na questão do Aquecimento Global. Portanto, como o ENEM pode ser indutor do currículo, de conteúdos e práticas no Ensino Médio? Os sentidos produzidos pelo ENEM sobre a temática MCG são os mesmos sentidos que têm chegado à escola?

A seguir são apresentadas informações gerais sobre o ENEM a fim de apresentar o processo avaliativo como um todo. Dadas as respostas com base, principalmente, na Fundamentação Teórico-Metodológica do ENEM (BRASIL, 2005), são levantadas informações sobre quais os objetivos do ENEM, como a prova é organizada e quais os eixos teóricos que estruturam esse exame.

2.1. Objetivos do ENEM

O ENEM é um exame proposto pelo Ministério da Educação e centrado na avaliação de desempenho por competências e possui como um dos objetivos avaliar o desempenho do estudante ao fim da escolaridade básica, para aferir o desenvolvimento de competências fundamentais ao exercício pleno da cidadania.

De acordo com o Relatório Pedagógico de 2007, o ENEM é:

Um dos instrumentos a serviço de uma educação básica que confere efetiva autonomia aos jovens brasileiros, concebido e aperfeiçoado de forma a contemplar todas as dimensões práticas, críticas e éticas da formação escolar, sinalizadas pela LDB; incorporar o caráter dinâmico do conhecimento e de sua aplicação na vida pessoal e social; permitir ao estudante uma avaliação comparativa de seu preparo geral para a vida

em sociedade, garantindo seu direito de divulgar ou não seu resultado individual; considerar, respeitar e valorizar a unidade e a diversidade cultural no Brasil. (BRASIL, 2008b, p.41).

Participam do ENEM alunos que estão concluindo ou que já concluíram o ensino médio em anos anteriores. Conforme Brasil (2002b), esse exame pretende, ainda, alcançar os seguintes objetivos específicos:

a) “oferecer uma referência para que cada cidadão possa proceder a sua auto-avaliação com vistas às suas escolhas futuras, tanto em relação ao mercado de trabalho quanto em relação à continuidade de estudos”;

b) “estruturar uma avaliação da educação básica que sirva como modalidade alternativa ou complementar aos processos de seleção nos diferentes setores do mundo do trabalho”;

c) “estruturar uma avaliação da educação básica que sirva como modalidade alternativa ou complementar aos exames de acesso aos cursos profissionalizantes pós-médios e ao ensino superior”.

Ao participar do ENEM, o candidato poderá avaliar sua capacidade de utilizar os conhecimentos adquiridos na escola para resolver problemas presentes no seu dia-a-dia, interpretando dados e informações que estão cada vez mais disponíveis nos livros, nos jornais, nas revistas, na televisão, na internet, na natureza e em sua vida social. Em ambientes tão complexos como os da sociedade em que vivemos, é muito importante pensar por si mesmo e saber expor suas idéias.

Outra finalidade do ENEM, de acordo com Brasil (2005), é que quando a prova entra na escola possibilita a discussão entre professores e alunos dessa nova concepção de ensino preconizada pela LDB, pelos Parâmetros Curriculares Nacionais e pela Reforma do Ensino Médio, norteadores da concepção do exame.

Neste trabalho foram focadas as avaliações do ENEM cujo período foi de 1998, ano de criação, a 2007. Em 1998 o ENEM teve cerca de 150 mil participantes. No ano de 2007, dez anos depois, o número de concluintes e egressos do Ensino Médio que realizaram o exame, voluntariamente, aumentou para cerca de 2,7 milhões. Como se pôde perceber, o Exame não teve grande adesão no início. Para que isso ocorresse, foram instituídos alguns incentivos como: a isenção do pagamento da inscrição de alunos oriundos de escolas públicas, e o estímulo para que

Instituições de Ensino Superior (IES) utilizem sua nota como instrumento de seleção para o acesso a cursos de graduação.

Essa avaliação, até o ano de 2008, era uma prova clássica com 63 questões interdisciplinares. As provas eram compostas de duas partes, sendo uma a parte objetiva constituída de 63 questões de múltipla escolha de igual valor e outra parte a redação. A elaboração foi feita por uma equipe composta por professores que trabalham em diferentes redes e níveis de ensino, havendo também o Comitê Técnico, responsável pela avaliação externa do exame aprimorando assim aspectos teóricos e metodológicos, e o Consultivo responsável por questões relacionadas aos efeitos sócio-políticos decorrentes dos resultados.

A partir de 2009 houve uma reformulação do ENEM, proposta apresentada pelo Ministério da Educação revelando algumas mudanças na constituição da prova. Sua utilização ganhou mais importância e também foi tomada como forma de seleção unificada nos processos seletivos das universidades públicas federais. Segundo o INEP, a proposta teve como principais objetivos democratizar as oportunidades de acesso às vagas federais de ensino superior, possibilitar a mobilidade acadêmica e induzir a reestruturação dos currículos do ensino médio. Cerca de 500 universidades já usam o resultado do exame como critério de seleção para o ingresso no ensino superior, seja complementando ou substituindo o vestibular. (BRASIL, 2010).

O objetivo de reformulação do ENEM foi aplicar quatro grupos de provas diferentes em cada processo seletivo, além de redação. O novo exame é composto por perguntas objetivas em quatro áreas do conhecimento: linguagens, códigos e suas tecnologias (incluindo redação); ciências humanas e suas tecnologias; ciências da natureza e suas tecnologias e matemáticas e suas tecnologias. Cada grupo de testes é composto por 45 itens de múltipla escolha, aplicados em dois dias (BRASIL, 2010).

Segundo o MEC, a nova proposta busca como principais objetivos:

Democratizar as oportunidades de acesso às vagas federais de ensino superior, possibilitar a mobilidade acadêmica e induzir a reestruturação dos currículos do ensino médio. A grande vantagem que o MEC está buscando com o novo ENEM é a reformulação do currículo do ensino médio. O vestibular nos moldes de hoje produz efeitos insalubres sobre o currículo do ensino médio, que está cada vez mais voltado para o acúmulo excessivo de conteúdos. A proposta é sinalizar para o ensino médio outro tipo de formação, mais voltada para a solução de problemas. Outra vantagem de um exame unificado é promover a mobilidade dos alunos pelo País. Centralizar os exames seletivos é mais uma forma de democratizar o acesso a todas as universidades. O Ministério da Educação apresentou uma proposta de reformulação do Exame Nacional do Ensino

Médio (Enem) e sua utilização como forma de seleção unificada nos processos seletivos das universidades públicas federais. (BRASIL, 2010, s.p.).

De acordo com Brasil (2010), a média de desempenho obtida no ENEM é cada vez mais imprescindível para pleitear uma vaga nas instituições de ensino superior que adotarem o exame como ferramenta de seleção, de maneira integral ou parcial. Além disso, o ENEM continua a servir como referência para uma auto-avaliação sobre o ensino médio e qualidade do ensino, e sua nota continuará a ser critério de seleção de bolsas de estudo no Programa Universidade para Todos (ProUni).

2.2. Eixos teóricos que estruturam o ENEM

O próprio formato do ENEM funciona como condição de produção para a interpretação que ele produz sobre a temática das Mudanças Climáticas Globais, textualizada na forma de questões, ou seja, o próprio formato do ENEM, os seus eixos teóricos que o norteiam, e que contribuem na organização de sua elaboração, a saber: competências e habilidades, situações-problema, interdisciplinaridade e contextualização, funcionam como condicionante levando a um possível direcionamento de sentidos. Portanto, ao buscar pela interpretação que o ENEM produz, levaremos em consideração também as características do seu próprio formato.

2.2.1. Competências e habilidades

Os exames do ENEM, no período focado neste trabalho de 1998 a 2007, anterior a reforma ocorrida em 2009, buscaram avaliar as estruturas mentais que são desenvolvidas, ampliadas, alteradas e reafirmadas através de interações com o meio físico e social ao longo da vida do educando; particularmente aquelas que estão relacionadas com as atividades escolares.

O modelo de avaliação do Enem foi desenvolvido com ênfase na aferição das estruturas mentais com as quais construímos continuamente o conhecimento e não apenas na memória, que, importantíssima na constituição dessas estruturas, sozinha não consegue fazer-nos capazes de compreender o mundo em que vivemos. (BRASIL, 2005, p.07).

São consideradas para essa avaliação, então, estruturas mentais que são quantificadas e qualificadas através de competências e habilidades que estejam de acordo com o que se espera de um aluno que chega ao término do Ensino Médio, ou seja, após onze anos de formação escolar (para o ensino regular). O exame concebe competência como “ações e operações que o sujeito utiliza para estabelecer relações com e entre os objetos, situações, fenômenos e pessoas que deseja conhecer e as habilidades instrumentais referem-se, especificamente, ao plano do saber fazer” (Matrizes Curriculares de Referências do Saeb, 1998, apud BRASIL, 2005, p.7).

De acordo com o Relatório Pedagógico de 2007:

O ENEM é estruturado a partir de uma matriz que indica a associação entre conteúdos, competências e habilidades básicas próprias ao jovem e jovem adulto, na fase de desenvolvimento cognitivo e social correspondente ao término da escolaridade básica. Considera como referências norteadoras: a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), os Parâmetros Curriculares Nacionais, as Diretrizes do Conselho Nacional de Educação sobre a Educação Básica e os textos da Reforma do Ensino Médio. Cada uma das cinco competências que estruturam o Exame, embora correspondam a domínios específicos da estrutura mental, funcionam de forma orgânica e integrada. E elas expressam-se, especificamente no caso do Enem, em vinte e uma habilidades. (BRASIL, 2008b, p.41).

A Matriz de Competências foi desenvolvida por um grupo de profissionais da educação para estruturar o ENEM, a fim de definir claramente seus pressupostos e delinear suas características operacionais. O modelo da Matriz contempla a indicação das competências e habilidades gerais próprias do aluno, relacionadas abaixo (BRASIL, 2002b).

Competências

I. Dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica.

II. Construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.

III. Selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de

diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.

IV. Relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.

V. Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

É importante destacar que o exame concebe que as competências e as habilidades formam um conjunto, não podendo, então, ser dissociadas. Na Figura 2.1 tem-se a estrutura de distribuição da prova objetiva (anterior a reformulação de 2009). Através de 63 questões de múltipla escolha era feita uma avaliação global das competências e habilidades que mantêm relação entre si.

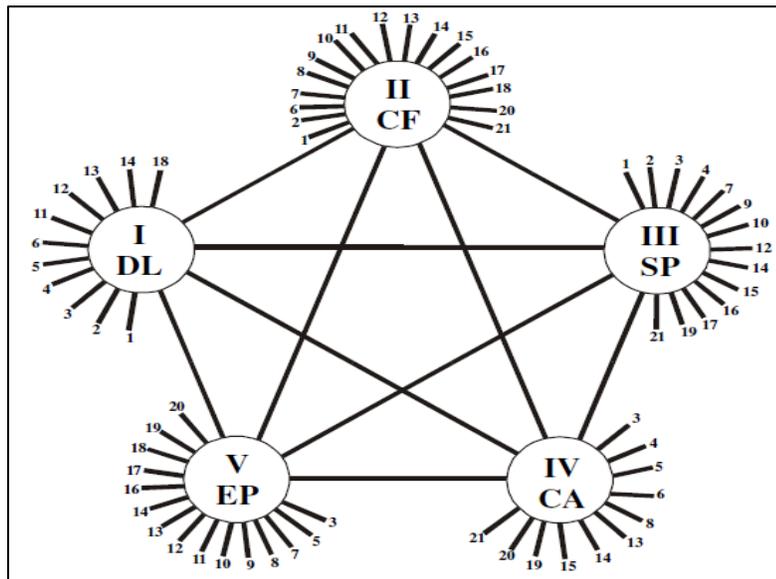


Figura 2.1 - Modelo para estabelecer relação entre competências e habilidades com as respectivas questões para medir o desempenho dos estudantes.

Fonte: (BRASIL, 2002b).

As cinco competências que são avaliadas no ENEM na parte objetiva da prova expressam-se por meio de 21 habilidades, relacionadas abaixo (BRASIL, 2002b). Cada uma das 21 habilidades é medida três vezes (três questões para cada habilidade).

Habilidades

1. Dada a descrição discursiva ou por ilustração de um experimento ou fenômeno, de natureza científica, tecnológica ou social, identificar variáveis relevantes e selecionar os instrumentos necessários para realização ou interpretação do mesmo.

2. Em um gráfico cartesiano de variável socioeconômica ou técnico-científica, identificar e analisar valores das variáveis, intervalos de crescimento ou decréscimo e taxas de variação.

3. Dada uma distribuição estatística de variável social, econômica, física, química ou biológica, traduzir e interpretar as informações disponíveis, ou reorganizá-las, objetivando interpolações ou extrapolações.

4. Dada uma situação-problema, apresentada em uma linguagem de determinada área de conhecimento, relacioná-la com sua formulação em outras linguagens ou vice-versa.

5. A partir da leitura de textos literários consagrados e de informações sobre concepções artísticas, estabelecer relações entre eles e seu contexto histórico, social, político ou cultural, inferindo as escolhas dos temas, gêneros discursivos e recursos expressivos dos autores.

6. Com base em um texto, analisar as funções da linguagem, identificar marcas de variantes lingüísticas de natureza sociocultural, regional, de registro ou de estilo, e explorar as relações entre as linguagens coloquial e formal.

7. Identificar e caracterizar a conservação e as transformações de energia em diferentes processos de sua geração e uso social, e comparar diferentes recursos e opções energéticas.

8. Analisar criticamente, de forma qualitativa ou quantitativa, as implicações ambientais, sociais e econômicas dos processos de utilização dos recursos naturais, materiais ou energéticos.

9. Compreender o significado e a importância da água e de seu ciclo para a manutenção da vida, em sua relação com condições socio-ambientais, sabendo quantificar variações de temperatura e mudanças de fase em processos naturais e de intervenção humana.

10. Utilizar e interpretar diferentes escalas de tempo para situar e descrever transformações na atmosfera, biosfera, hidrosfera e litosfera, origem e evolução da vida, variações populacionais e modificações no espaço geográfico.

11. Diante da diversidade da vida, analisar, do ponto de vista biológico, físico ou químico, padrões comuns nas estruturas e nos processos que garantem a continuidade e a evolução dos seres vivos.

12. Analisar fatores socioeconômicos e ambientais associados ao desenvolvimento, às condições de vida e saúde de populações humanas, por meio da interpretação de diferentes indicadores.

13. Compreender o caráter sistêmico do planeta e reconhecer a importância da biodiversidade para preservação da vida, relacionando condições do meio e intervenção humana.

14. Diante da diversidade de formas geométricas planas e espaciais, presentes na natureza ou imaginadas, caracterizá-las por meio de propriedades, relacionar seus elementos, calcular comprimentos, áreas ou volumes, e utilizar o conhecimento geométrico para leitura, compreensão e ação sobre a realidade.

15. Reconhecer o caráter aleatório de fenômenos naturais ou não e utilizar em situações problema processos de contagem, representação de frequências relativas, construção de espaços amostrais, distribuição e cálculo de probabilidades.

16. Analisar, de forma qualitativa ou quantitativa, situações-problema referentes a perturbações ambientais, identificando fonte, transporte e destino dos poluentes, reconhecendo suas transformações; prever efeitos nos ecossistemas e no sistema produtivo e propor formas de intervenção para reduzir e controlar os efeitos da poluição ambiental.

17. Na obtenção e produção de materiais e de insumos energéticos, identificar etapas, calcular rendimentos, taxas e índices, e analisar implicações sociais, econômicas e ambientais.

18. Valorizar a diversidade dos patrimônios etno culturais e artísticos, identificando-a em suas manifestações e representações em diferentes sociedades, épocas e lugares.

19. Confrontar interpretações diversas de situações ou fatos de natureza histórico-geográfica, técnico-científica, artístico-cultural ou do cotidiano, comparando diferentes pontos de vista, identificando os pressupostos de cada interpretação e analisando a validade dos argumentos utilizados.

20. Comparar processos de formação socioeconômica, relacionando-os com seu contexto histórico e geográfico.

21. Dado um conjunto de informações sobre uma realidade histórico-geográfica, contextualizar e ordenar os eventos registrados, compreendendo a importância dos fatores sociais, econômicos, políticos ou culturais.

2.2.2. Situações-problemas

Outro eixo norteador importante do ENEM é a situação-problema como avaliação e aprendizagem. Essa característica funciona como condição de produção para a interpretação que ele produz sobre o tema. Portanto, é importante entender como o ENEM cria questões através de situações-problemas. Brasil (2005) defende o enfrentamento de situações-problema como um desafio fundamental nas relações com pessoas, objetos ou tarefas. Parte do princípio que situações-problema expressam uma concepção de aprendizagem ou forma de conhecimento, sem a qual tais relações ficam “prejudicadas” ou “insuficientes” seja no plano dos objetivos, seja dos resultados esperados.

Segundo Brasil (2005), uma das características importantes da noção de competência é desafiar o sujeito a mobilizar os recursos no contexto de situação-problema para tomar decisões

favoráveis ao seu objetivo ou metas. Segue a perspectiva de Piaget, relatando que mobilizar recursos é uma propriedade fundamental aos esquemas de ação, corresponde ao que chama coordenar meios e fins, sendo essa a própria função da inteligência.

De acordo com Brasil (2005)

Uma situação-problema, em um contexto de avaliação, define-se por uma questão que coloca um problema, ou seja, faz uma pergunta e oferece alternativas, das quais apenas uma corresponde ao que é certo quanto ao que foi enunciado. Para isso a pessoa deve analisar o conteúdo proposto na situação-problema e recorrendo às habilidades (ler, comparar, interpretar, etc) decidir sobre a alternativa que melhor expressa o que foi proposto. (BRASIL, 2005, p.30).

O ENEM é a adepto a questões partindo de situações-problemas como uma técnica de avaliação em um contexto em que se quer verificar competências e habilidades das pessoas não só em frente de situações-problema, no sentido estrito, mas de outras formas de competências e habilidades. Brasil (2005, p.31) relata que “uma boa questão deve propor um percurso entre uma situação de partida, que corresponde à proposição do enunciado, até um ponto de chegada, que corresponde à escolha da alternativa, suposta pelo avaliado, como o que melhor representa resposta correta”.

Para a realização das questões do Exame, é criado um conjunto de situações-problemas que sejam expressões significativas, independente de serem fáceis, difíceis ou intermediárias na ótica do participante. São levadas em consideração perguntas como (BRASIL, 2005, p.31):

“O enunciado cria um contexto ou circunstância que dá ao item uma autonomia, no sentido de ser um bom recorte ou situação-problema?”

“A tarefa a ser realizada (especificada, principalmente, nas competências transversais que definem o que se espera do trabalho proposto) está bem caracterizada e torna (a tarefa) possível de ser realizada nos limites (espaciais e temporais)?”

“As alternativas estão bem formuladas e criam obstáculos que convidam à reflexão do aluno e expressam diferentes graus de articulação entre o enunciado e a alternativa que melhor define a resolução do problema proposto? É o conjunto do item que regula e dá direção ao trabalho?”

2.2.3. Interdisciplinaridade e contextualização

No ENEM, com a interdisciplinaridade, busca-se integrar e complementar ações que envolvem disciplinas diversas. Segundo Brasil (2005) “parece cada vez mais difícil o enquadramento de fenômenos que ocorrem fora da escola no âmbito de uma única disciplina”.

A perspectiva assumida de que o conhecimento não é construído linearmente, e sim por meio de redes, favorece o trabalho interdisciplinar. Ao considerar, como função da educação básica, a construção da cidadania, Brasil (2005) relata que “raros são os conceitos realmente significativos que não envolvem naturalmente relações referentes a diversas disciplinas”.

Através das situações-problemas, para que se construa sentido, são incorporados nos conteúdos fatos no contexto em que se originam, ou seja, apresenta-se o conteúdo em um contexto específico, e não somente o conteúdo. De acordo com Brasil (2005) os conteúdos são contextualizados:

À medida que possibilitam o recorte espaço-temporal no qual os eventos sociais, econômicos, políticos ou culturais ganham sentido, refazendo as teias de relações das nossas tradições e raízes culturais e da memória coletiva. Tal propósito procura atender a necessidade dos jovens em demonstrar o domínio de compreensão da realidade social, dando consistência ao seu posicionamento crítico (BRASIL, 2005, p.67).

No entanto, segundo Brasil (2005, p.67), “o ENEM tem como pressuposto que os conteúdos aprendidos devem estar a serviço da inteligência e do resgate dos sentidos e significados humanos presentes nos conteúdos escolares”.

3. ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados foi constituída de duas vertentes que se complementam, dividida em etapas. Uma vertente trabalha em uma escala menor, buscando propiciar uma visão mais geral sobre como a temática das Mudanças Climáticas Globais (MCG) é abordada/textualizada no ENEM, e a outra vertente, em uma escala maior, propicia uma análise de maiores detalhes dos processos de textualização. As etapas consideram tanto o funcionamento da linguagem quanto a epistemologia das Geociências, são elas: o procedimento de seleção do material analisado e aspectos gerais de como a temática aparece no ENEM; o contexto mais amplo como condição de produção; o ENEM como condição de produção (análise geral do conjunto); presença/ausência de elementos das Geociências no ENEM; relação homem x natureza no ENEM; e contribuição do conhecimento das Geociências. As etapas buscaram a descrição da materialidade, significação da imagem, relação entre o texto e a fonte que o texto foi extraído, pontos que remetam ao interdiscurso, relação com o contexto e os possíveis efeitos de sentidos.

Os procedimentos de análises dos dados tiveram o intuito de verificar o processo de textualização da temática MCG pelo ENEM, seguindo a noção de “textualização” atribuída pela AD, que está relacionada à ideia de versão, direção, espaço significante, gesto de interpretação. Assim, foram investigadas como as questões do ENEM foram produzidas, o papel dos conhecimentos geocientíficos relacionados a elas e como as questões se aproximam dos aspectos das geociências ou não, respondendo o objetivo geral e os específicos apresentados neste trabalho.

A análise abrangeu dois níveis, o descritivo e o interpretativo, ou seja, os efeitos de sentido que se instituem no encontro entre a sequencialidade linguística e o interdiscurso. O empreendimento teórico e metodológico abordado possibilitou instituir um lugar em que os sentidos podem ser analisados no texto a partir do encontro entre sujeito, língua e história. No entanto, o que buscamos foi identificar o modo como o ENEM “fala” sobre a temática MCG, para isso, foi importante recuperar as marcas linguísticas e interpretá-las a partir do contexto social em que se situa o texto publicado, apontando para várias questões como: qual a direção, espaço significante, recorte do processo discursivo, gesto de interpretação? É possível identificar

e reconhecer o sujeito e o sentido? Qual o efeito-leitor correspondente? Qual a situação histórico-social? Há relação com outros textos produzidos em volta e que podem se elencar?

As análises foram realizadas em 5 etapas que se complementam, a saber:

Etapa 1: Procedimento de seleção do material analisado e aspectos gerais de como a temática aparece no ENEM

No primeiro momento teve procedência a seleção do material analisado, os quais foram obtidos ao observar/analisar as avaliações do ENEM correspondentes ao período de 1998 a 2007, e verificado se havia a presença de questões estabelecendo alguma relação direta com a temática MCG, questões que abordam assuntos relacionados ao efeito estufa, protocolo de Kyoto, mudanças do clima, aquecimento global, dióxido de carbono (CO₂), e/ou ciclo do carbono, em busca da seleção do corpus analisado na pesquisa. Como os discursos sobre essa temática não se restringem àqueles produzidos no interior de disciplinas científicas, muito menos do campo das ciências da natureza, não delimitamos o recorte para analisar apenas aquelas que tivessem relação explicitamente com conceitos científicos das ciências naturais. As informações foram extraídas do documento divulgado pelo INEP “Relatório Pedagógico”⁶ de cada ano em que a prova foi aplicada, ou seja, segundo os próprios formuladores.

No momento de seleção dos dados foram notadas características importantes além de várias abordagens das Geociências, porém, recebeu atenção especial as questões que tratam, especificamente, da temática MCG. Esse primeiro olhar foi importante para fazer um perfil panorâmico, verificando a frequência com que a temática aparece nas avaliações e em quais provas e questões encontram-se mais ou menos presentes, além de apresentar aspectos gerais de como a temática aparece no ENEM.

Etapa 2: O contexto mais amplo como condição de produção

⁶ Foram consultados os Relatórios Pedagógicos dos exames/anos em que as provas foram aplicadas: 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007. Documentos obtidos no site do INEP. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/>>. Acesso em: 29 out 2009.

Na etapa 2 foi apresentado um contexto mais amplo, referente aos discursos que circulavam sobre a temática MCG na época em que a prova foi aplicada, visto como um condicionante na produção das questões, os quais se encontravam em discussões constantes na mídia, em eventos políticos organizados para estabelecer tratados ambientais internacionais que determinam diretrizes para que os países sigam, por meio organizações não governamentais, e no contexto escolar (p.ex., livros didáticos), tratando de assuntos que têm profundas implicações ambientais, econômicas, políticas e sociais. Essa temática era discutida não somente entre os cientistas, mas também entre os políticos, governantes e público em geral. Portanto, foi levado em conta a exploração dos meios de comunicação com relação a essa temática, visto como um condicionante na produção das questões.

Etapa 3: O ENEM como condição de produção (análise geral do conjunto)

Na etapa 3 foi feita uma análise constituindo um panorama geral, apontando aspectos gerais sobre como o tema aparece no ENEM. Todas as questões selecionadas foram examinadas, com o intuito de revelar aspectos que envolvam o modo de pensar geocientífico. Assim, foram investigados aspectos do próprio ENEM, como:

- As habilidades que cada questão busca avaliar e relações com elementos das Geociências (essas informações foram identificadas na Matriz de Competências desenvolvida para estruturar o ENEM);

- As múltiplas escolhas como tipo de questão abordada pelo ENEM, e a presença de questões em que o tema foi abordado de forma indireta, inclusive as questões que apresentam a temática apenas nas respostas incorretas;

- Os temas propostos para as redações, identificando a presença/ausência dos assuntos avaliados nessa outra parte que compõe a avaliação do ENEM;

- As situações-problemas apresentadas pelo ENEM e a relação com o contexto da época em que o exame foi aplicado. A mídia, por exemplo, poderia ser apontada como parte dessas condições de produção? Para verificar essa relação com a mídia, buscaram-se os acontecimentos apresentados pela mídia, através de notícias (jornais e revistas), na época em que as provas do

ENEM foram aplicadas, e verificadas as fontes/referências apropriadas pelas situações-problemas que seguem nas questões, a função desses textos.

Etapa 5: Presença/ausência de elementos das Geociências no ENEM

Na etapa 4 foram investigados elementos das Geociências, relacionados às MCG, presentes nas questões ou aqueles que não apareceram. A análise foi realizada de acordo com três conhecimentos sintetizados desse campo de conhecimento, com o intuito de investigar suas versões de sentidos. As categorias geocientíficas foram: esferas terrestres, escala espacial (global/planetária ou local) e escala temporal.

Etapa 6: Relação homem x natureza no ENEM

Na etapa 6 foi feito um breve relato sobre a ênfase que o ENEM dá para as relações sociais ao abordarem a temática MCG.

Etapa 7: Contribuição do conhecimento das Geociências

Por fim, na etapa 7, como contribuição deste estudo, foi apresentado aspectos de uma outra maneira possível de significação dessa temática que não é trabalhada pelo ENEM, abordando o clima como sendo transformado ao longo do tempo sob a influência de fatores naturais, com base no conhecimento das Geociências, como uma possibilidade de significação particular dessa temática, entre outras possíveis, pois é um sentido que também é importante de ser trabalhado na escola. Desse modo, não procuramos interceder por um “sentido único”, mas mostrar que há múltiplos sentidos possíveis para a abordagem dessa temática e eles poderiam ser trabalhados pelo ENEM.

3.1. Procedimentos de seleção do material analisado e aspectos gerais de como a temática aparece no ENEM

Foram investigadas as provas do ENEM no período de 1998 a 2007 e verificado todas as questões (total de 630 questões) de diversas áreas do conhecimento avaliadas pelo ENEM. Dessa primeira leitura foi selecionado o material de investigação, um conjunto de 15 questões abordando diretamente a temática MCG. As provas e outras informações importantes foram extraídas do Relatório Pedagógico de cada ano em que a prova foi aplicada, ou seja, segundo os próprios formuladores.

Após esse levantamento foram verificadas as habilidades que cada questão busca avaliar, identificadas na Matriz de Competências desenvolvida para estruturar o ENEM, a fim de definir claramente seus pressupostos e delinear suas características operacionais. Segue o Quadro 3.1 contendo o conjunto dessas questões e as habilidades avaliadas em cada uma delas.

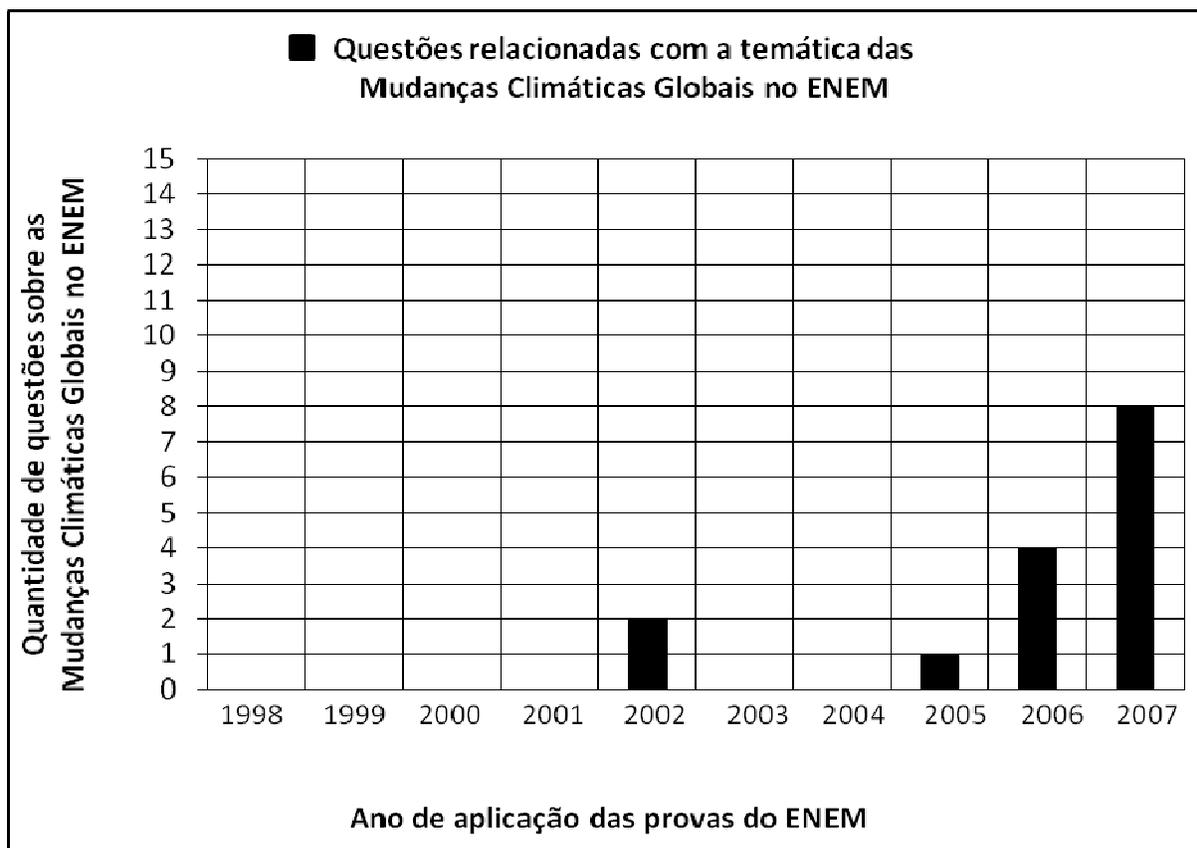
Quadro 3.1 – Conjunto de questões que abordam a temática das Mudanças Climáticas Globais presentes nas provas do ENEM, período de 1998 a 2007, e as habilidades que cada questão busca avaliar (todas as questões encontram-se em anexo A).

Ano	Questão	Habilidade
2002	05	13 - Compreender o caráter sistêmico do planeta e reconhecer a importância da biodiversidade para preservação da vida, relacionando condições do meio e intervenção humana.
2002	48	03 - Dada uma distribuição estatística de variável social, econômica, física, química ou biológica, traduzir e interpretar as informações disponíveis, ou reorganizá-las, objetivando interpolações ou extrapolações.
2005	40	08 - Analisar criticamente, de forma qualitativa ou quantitativa, as implicações ambientais, sociais e econômicas dos processos de utilização dos recursos naturais, materiais ou energéticos.
2006	12	10 - Utilizar e interpretar diferentes escalas de tempo para situar e descrever transformações na atmosfera, biosfera, hidrosfera e litosfera, origem e evolução da vida, variações populacionais e modificações no espaço geográfico.
2006	30	09 - Compreender o significado e a importância da água e de seu ciclo para a manutenção da vida, em sua relação com condições socioambientais, sabendo quantificar variações de temperatura e mudanças de fase em processos naturais e de intervenção humana.
2006	31	09 - Compreender o significado e a importância da água e de seu ciclo para a manutenção da vida, em sua relação com condições socioambientais, sabendo quantificar variações de temperatura e mudanças de fase em processos naturais e de intervenção humana.
2006	33	16 - Analisar, de forma qualitativa ou quantitativa, situações-problema referentes a perturbações ambientais, identificando fonte, transporte e destino dos poluentes, reconhecendo suas transformações; prever efeitos nos ecossistemas e no sistema produtivo e propor formas de intervenção para reduzir e controlar os efeitos da poluição ambiental.
2007	12	12 - Reconhecer o caráter aleatório de fenômenos naturais ou não e utilizar em situações problema processos de contagem, representação de frequências relativas, construção de espaços amostrais, distribuição e cálculo de probabilidades.

2007	39	16 - Analisar, de forma qualitativa ou quantitativa, situações-problema referentes a perturbações ambientais, identificando fonte, transporte e destino dos poluentes, reconhecendo suas transformações; prever efeitos nos ecossistemas e no sistema produtivo e propor formas de intervenção para reduzir e controlar os efeitos da poluição ambiental.
2007	40	09 - Compreender o significado e a importância da água e de seu ciclo para a manutenção da vida, em sua relação com condições socioambientais, sabendo quantificar variações de temperatura e mudanças de fase em processos naturais e de intervenção humana.
2007	41	13 - Compreender o caráter sistêmico do planeta e reconhecer a importância da biodiversidade para preservação da vida, relacionando condições do meio e intervenção humana.
2007	42	02 - Em um gráfico cartesiano de variável socioeconômica ou técnico-científica, identificar e analisar valores das variáveis, intervalos de crescimento ou decréscimo e taxas de variação.
2007	58	17 - Na obtenção e produção de materiais e de insumos energéticos, identificar etapas, calcular rendimentos, taxas e índices, e analisar implicações sociais, econômicas e ambientais.
2007	59	16 - Analisar, de forma qualitativa ou quantitativa, situações-problema referentes a perturbações ambientais, identificando fonte, transporte e destino dos poluentes, reconhecendo suas transformações; prever efeitos nos ecossistemas e no sistema produtivo e propor formas de intervenção para reduzir e controlar os efeitos da poluição ambiental.
2007	60	08 - Analisar criticamente, de forma qualitativa ou quantitativa, as implicações ambientais, sociais e econômicas dos processos de utilização dos recursos naturais, materiais ou energéticos.

Por meio desse conjunto de questões foi possível perceber, primeiro, a presença/ausência da temática MCG ao longo dos anos em que as provas foram aplicadas. Os anos que mais se destacam ao apresentar questões que abordam esses assuntos foram em: 2002 (com duas questões), 2005 (com uma questão), 2006 (com quatro questões) e 2007 (com oito questões). Nos outros anos não foram identificadas questões que tratam dessa temática de forma direta, revelando ausência desses assuntos nos anos: 1998, 1999, 2000, 2001, 2003 e 2004. No gráfico da Figura 3.1 é possível observar a frequência desse conjunto de questões.

Figura 3.1 – Conjunto de questões que abordam a temática das Mudanças Climáticas Globais no ENEM, período de 1998 a 2007.



Foi possível perceber também alguns aspectos gerais de como a temática aparece no ENEM. A maioria das questões diz respeito apenas a aspectos políticos e econômicos da temática MCG, com situações-problemas referentes às perturbações ambientais, efeitos nos ecossistemas e no sistema produtivo, e propostas de intervenção para redução e controle dos efeitos da poluição ambiental. Como exemplo a questão **Q.39-2007**, que apresenta as mudanças causadas pelo Aquecimento Global associadas apenas as suas implicações econômicas e sociais numa determinada região, como podem ser notadas pela situação-problema exibida nela, sempre remetendo a elementos como “fazendeiros”, “pobres”, “produção”, “cultivo”, “atividade lucrativa”, etc. A seguir é relatado o trecho dessa questão:

“(...) Os fazendeiros da região sudoeste de Bangladesh, um dos países mais pobres da Ásia, estão tentando adaptar-se às mudanças acarretadas pelo aquecimento global. Antes acostumados a produzir arroz e vegetais, responsáveis por uma boa parte da produção nacional, eles estão migrando para o cultivo de camarão. Com a subida do nível do mar, a água salgada penetrou nos rios e mangues da região, o que inviabilizou a agricultura, mas, de outro lado, possibilitou a criação de crustáceos, uma atividade até mais lucrativa. O lado positivo termina por aí. A maior parte da população local foi prejudicada, já que os fazendeiros não precisam contratar mão-de-obra, o que aumentou o desemprego. A Flora e a Fauna do mangue vêm sendo afetadas pela nova composição da água. Os lençóis freáticos da região foram atingidos pela água salgada.(...)” Q.39-2007.

As questões estabelecem relações com algumas áreas do conhecimento, por exemplo, a geografia e a biologia. A geografia parece estar mais associada a abordagem feita por essas questões, pois as relações humanas e aspectos políticos e econômicos estão diretamente relacionadas (na maioria das questões) associadas a essa temática. A relação homem x natureza é um dos temas centrais da geografia, que é uma ciência que tem por objetivo o estudo da superfície terrestre e a distribuição espacial de fenômenos significativos na paisagem. Nessa direção, o homem é entendido como um organismo capaz de modificar consideravelmente as forças da natureza.

Outras questões remetem mais explicitamente ou demandam mais o uso de conceitos das ciências da natureza, por exemplo, a questão **Q.12-2006**, que aborda as mudanças do clima como fenômeno natural, causa das transformações ocorridas na vegetação ocasionando a extinção de mamíferos na América do Sul, entretanto, não antropogênica. Porém, recorre ao discurso antropogênico na alternativa considerada incorreta (hipótese I), a qual aparece como uma hipótese a ser analisada, fazendo referência ao “homem” mesmo não havendo necessidade para a compreensão da questão, como no trecho *“os seres humanos, que só puderam ocupar a América do Sul depois que o clima se tornou mais úmido, mataram os grandes animais”*, levando os estudantes a pensarem nessa opção como uma possibilidade, embora considere como a alternativa correta aquela em que faz referência às mudanças naturais do clima como causa da extinção dos mamíferos na América do Sul em um determinado período (hipótese II), a qual coloca que *“os maiores mamíferos atuais precisam de várias áreas abertas para manter o seu modo de vida, áreas essas que desapareceram da América do Sul com a mudança climática, o que pode ter provocado a extinção dos grandes mamíferos sul-americanos”*. Neste caso, há uma abordagem

dos conhecimentos geocientíficos, apontando uma mudança natural do clima como causa da extinção dos mamíferos. Na outra alternativa de resposta, incorreta (hipótese III), aborda outra causa natural para o desaparecimento dos grandes mamíferos e das aves, a alternativa relata que *“a mudança climática foi desencadeada pela queda de um grande asteróide”*. A apresentação dessas hipóteses é seguida de um texto que diz *“é cientificamente aceitável o que se afirma”*, remetendo ao nosso imaginário como fonte de certezas e de confiança sobre as alternativas apresentadas.

Portanto, a questão **Q.12-2006** apresenta uma abordagem do clima por meio de processos e transformações que aconteceram ao longo do tempo, se aproximando dos conhecimentos geocientíficos que pressupõe que as condições ambientais climáticas se repetem e tal mudança é cíclica, como podemos verificar na situação-problema colocada pela questão:

“(...) Entre 8 mil e 3 mil anos atrás, ocorreu o desaparecimento de grandes mamíferos que viviam na América do Sul. Os mapas a seguir apresentam a vegetação dessa região antes e depois de uma grande mudança climática que tornou essa região mais quente e mais úmida. (...) As hipóteses a seguir foram levantadas para explicar o desaparecimento dos grandes mamíferos na América do Sul. (I) Os seres humanos, que só puderam ocupar a América do Sul depois que o clima se tornou mais úmido, mataram os grandes animais. (II) Os maiores mamíferos atuais precisam de vastas áreas abertas para manterem o seu modo de vida, áreas essas que desapareceram da América do Sul com a mudança climática, o que pode ter provocado a extinção dos grandes mamíferos sul-americanos. (III) A mudança climática foi desencadeada pela queda de um grande asteróide, a qual causou o desaparecimento dos grandes mamíferos e das aves. (...)” **Q.12-2006.**

A questão **Q.12-2006** relata dois períodos de mudanças do clima na América do Sul e suas transformações no decorrer do tempo. A maneira como aborda a temática das mudanças climáticas não é feita de maneira taxativa, como um efeito catastrófico, o efeito não é dito como algo desastroso, porém assume as transformações como consequência e relata a “extinção”, o que no nosso imaginário remete ao extermínio, chacina, anulação, revogação, abolição, desaparecimento. Não há uma diferenciação entre o efeito causado pelo homem e o causado por fatores naturais.

A partir desse primeiro olhar já começam a aparecer indícios de que há um predomínio da visão humana para esse fenômeno na abordagem feita pelo ENEM, que tem implicações sobre

uma determinada visão homem x natureza, à qual, uma maior ênfase nas Geociências poderia ter um papel no deslocamento para uma outra visão.

Na avaliação do ENEM de 2002, as questões selecionadas, a **Q.5-2002** e **Q.48-2002**, abordam o Protocolo de Kyoto⁷, apresentando dados da emissão de CO₂ em função da discussão a respeito da redução de emissão dos gases que agravam o efeito estufa. É o único ano em que o ENEM discute sobre o protocolo. Tal predominância é refletida do ano anterior, pois durante o ano de 2001 discutiu-se muito a cerca do protocolo, segundo a Revista VEJA (2001)⁸, “o ano de 2001 foi o ano da morte e da ressurreição do Protocolo de Kyoto, o mais ambicioso acordo ecológico global e um dos poucos temas ambientais capazes de ganhar espaço em primeira página”.

As duas questões, **Q.5-2002** e **Q.48-2002**, tratam da polêmica social, política e econômica das emissões de CO₂ em diversos países, e problematiza o rigor do Protocolo de Kyoto com os países em desenvolvimento. Iniciam com uma situação-problema que define o que é o Protocolo de Kyoto e enfatizam o anúncio do presidente dos Estados Unidos da América (EUA) George W. Bush ter dito que não ratificaria o Protocolo de Kyoto com argumentos de que “os custos prejudicariam a economia americana”. Foi em março de 2001 que o recém-eleito (à época) presidente George W. Bush deixou a comunidade ambientalista do planeta surpresa declarando que os Estados Unidos não ratificariam o Protocolo de Kyoto e não aceitou o compromisso posto pelo tratado que é diminuir a emissão de gases no efeito estufa, pois significaria para os EUA diminuir o ritmo de produção industrial, podendo significar desemprego e recessão em troca da suposta mudança energética. O mundo reagiu a essa negação e o assunto ganhou espaço na mídia, e no ano seguinte esteve presente no ENEM. A notícia de origem/fonte foi divulgada em 2001 pelo Jornal do Brasil de circulação nacional e usada na avaliação do ENEM de 2002. O que demonstra que o assunto abordado no ENEM foi influenciado por notícias de polêmicas sociais,

⁷ O **Protocolo de Kyoto** é consequência de uma série de eventos iniciada com a Toronto Conference on the Changing Atmosphere, no Canadá (out de 1988). Constituiu-se no protocolo de um tratado internacional com compromissos para a redução da emissão dos gases que agravam o efeito estufa, considerados como causas antropogênicas do aquecimento global. Discutido e negociado em Kyoto no Japão em 1997, foi aberto para assinaturas em dez de 1997 e ratificado em mar de 1999. Para este entrar em vigor precisou que 55% dos países, que juntos, produzem 55% das emissões, o ratificassem, assim entrou em vigor em 16 de fev de 2005.

⁸ Para entender o mundo novo. **Revista VEJA**. Edição 1732. Ed. Abril, 26 dez 2001. Disponível em: < <http://veja.abril.com.br/261201/sumario.html> > Acesso em: 15 nov 2009.

políticas e econômica relacionadas a temática das MCG que foram difundidas na mídia na época de produção das questões.

Na avaliação de 2006, foram identificadas quatro questões que tratam de assuntos sobre as mudanças acarretadas pelo Aquecimento Global, os assuntos discutidos eram: extinção de mamíferos, mudanças na vegetação, índice de emissão de CO₂, aquecimento global devido ao desequilíbrio energético e efeito estufa. A grande quantidade de questões encontradas também é refletida do ano anterior, em que ocorreram grandes catástrofes naturais, difundidas com intensidade pela mídia. Tais catástrofes foram relatadas pela Revista VEJA (2005)⁹, revelando que “em 2005, catástrofes naturais de grandes proporções serviram para colocar um pouco de humildade na soberbia humana. A tecnologia moderna, usada para dobrar a natureza em benefício do homem, revelou-se impotente diante das forças geológicas e climáticas. De várias formas, fenômenos naturais foram agravados pela ação humana”. Apontando, novamente, um reflexo das notícias veiculadas pela mídia, no caso sobre as catástrofes naturais, difundidas com intensidade pela mídia na época.

A avaliação de 2007 recebeu destaque entre as outras, com oito questões que abordam a temática das MCG. As questões tratam de assuntos sobre alterações climáticas, atividades produtivas como forma de enfrentar mudanças causadas pelo Aquecimento Global, o aumento da temperatura global interferindo em região de clima polar, os prejuízos que o Aquecimento Global pode causar à biodiversidade no Ártico, os fatores que influenciam o Aquecimento Global - atividade solar, gases estufa, ozônio, atividade vulcânica e aerossóis, emissão de gás estufa - produção e consumo do etanol, substituição da gasolina pelo etanol buscando diminuir o efeito estufa, e fontes de energia recomendável para diminuição do Aquecimento Global. Em 2007 houve uma ênfase dos assuntos relacionados ao “Aquecimento Global” nos enunciados, cujo fator responsável é, ou faz parte, o homem, e uma grande abordagem das consequências desse aquecimento para a biodiversidade. Novamente a predominância da temática na avaliação pode ser refletida pelo discurso da mídia no ano anterior, pois, conforme a VEJA (2006)¹⁰, “o aquecimento global é estudado há 25 anos – mas pode-se dizer que 2006 foi o ano em que a

⁹ A natureza se vingou. Revista **VEJA Retrospectiva**. Edição 1937. Ed. Abril, 28 dez de 2005. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/idade/exclusivo/281205/sumario.html>> Acesso em: 15 nov 2009.

¹⁰ O grito da Terra. Revista **VEJA Retrospectiva**. Edição 1989. Ed. Abril, 2006. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/idade/exclusivo/301206/sumario.html>> Acesso em: 15 nov 2009.

humanidade tomou consciência de que a crise ambiental é real e seus efeitos, imediatos. Novas pesquisas científicas dissiparam a mínima dúvida de que o aumento repentino da temperatura planetária se deve à ação humana, com escassa contribuição de qualquer outra influência da natureza”.

O panorama geral aponta uma abordagem da temática das MCG que trabalha muito a ideia do consumo de energia obtida pela queima de combustíveis fósseis, principal recurso energético empregado até hoje, ao falar sobre geração de energia elétrica, o sistema de transporte, etc. Está relacionada a maior fonte antropogênica de gases estufa como o dióxido de carbono, o uso de combustíveis fósseis é responsável por emissões de metano e outros compostos orgânicos. Esse posicionamento reforça o discurso de que os modelos Climáticos Globais têm estimado que as emissões antropogênicas estão causando uma intensificação do Efeito Estufa, colocando o homem como causa, ou pior, como única causa, apagando outros fatores.

Nas questões, não se evidenciam questionamentos sobre as mudanças do clima, se vem ocorrendo ou não, é apontado o aumento excessivo da temperatura, mas não é dito o quão complexo é o sistema climático. Será que a ação humana, num curto período de tempo (analisado aqui como tempo da Terra) teria o poder de modificar o clima de forma tão intensa? Esquece-se que o clima não é definido somente pela Temperatura, outros fatores tem grande papel para definição do clima na superfície. E que não devem ser deixados, deve-se levar em consideração também processos da macro-escala: geológicos e astronômicos. Pois, o aquecimento também pode ser provocado por variações climáticas naturais, que são determinados por fatores internos e externos à atmosfera. Os oceanos também podem influenciar a variabilidade climática, considerando-se um período mais longo. As circulações oceânicas podem influenciar fortemente a distribuição horizontal do calor entre o mar e a atmosfera. Outro fator relacionado à influência do oceano sobre o clima é seu tamanho (cobre aproximadamente 70% do planeta) e sua grande capacidade térmica. O Sol, principal fonte de energia atuante nos processos físicos presente na atmosfera, não tem a “produção” de energia estável, variando pouco de ano a ano. As erupções vulcânicas quando muito fortes e explosivas, lançando grandes quantidades de gases na atmosfera também alteram o padrão climático, podendo ocasionar resfriamento durante um período de tempo. Ou seja, são vários os fatores que devem ser levados em consideração quando o assunto em pauta é a Mudança Climática Global. A ação humana deve ser levada em consideração, mas

não podemos esquecer que a vida humana na Terra é muito recente, se levarmos em consideração o tempo geológico da Terra. Mudanças climáticas, eras glaciais, períodos longos de seca, já aconteceram sem nenhuma interferência humana.

A maior preocupação trazida pelo ENEM tem sido com mudanças relativamente recentes e ponderáveis nas concentrações de gases, devido a atividades antropogênicas, os processos são apresentados em tempo de duração curta, não é trabalhada a escala de tempo geológica levando em conta processos de períodos longos de tempo.

Fatores associadas às possíveis soluções para diminuição do Aquecimento Global também são inseridas nesse conjunto de questões. Como exemplo a questão **Q.60-2007** que aborda a diminuição do uso de combustíveis fósseis, coloca os gases liberados por esses combustíveis como “causadores” do aquecimento global e trata da possibilidade de diminuí-los, como no trecho abaixo.

Q.60-2007: *“qual das seguintes fontes de produção de energia é a mais recomendável para a diminuição dos gases causadores do aquecimento global? a) óleo diesel, b) gasolina, c) carvão mineral, d) gás natural, e) vento.”*

A questão **Q.41-2007** chama atenção para “os prejuízos que o aquecimento global pode acarretar à biodiversidade no Ártico”. Afirma que “os ursos polares acabam morrendo devido ao cansaço” porque “precisam nadar para encontrar alimentos”, devido ao “aquecimento global e à consequente diminuição da cobertura de gelo no Ártico”. O texto citado na questão não apresenta referência ou fonte. Segundo Lomborg (2002) a discussão sobre o aquecimento do planeta tem sido exagerada pelo movimento verde e pelos meios de comunicação,

O corte de emissões de gases-estufa salvaria 0,06 urso por ano – é o total de declínio da espécie que poderia hoje ser atribuído à mudança climática. Por outro lado, 49 ursos são mortos a tiros todo ano; conclusão: se quisermos ajudar os ursos, devemos parar de atirar neles em vez de gastar trilhões de dólares para cortar os gases que causam o degelo do Ártico. (LOMBORG, 2002).

Aspectos sobre o discurso que trata das incertezas envolvidas no processo do Aquecimento Global, incertezas quanto às prováveis consequências, sobre os dados, as previsões,

além das incertezas sobre as medidas necessárias para minimizar esse efeito, não são apresentadas. Reforçam o impacto da presença humana na Terra, e apresentam consequências desse aquecimento para o clima, como: o derretimento da água congelada na cobertura de montanhas e em geleiras, a elevação dos oceanos devido a esse derretimento e à expansão térmica da água, o aumento da quantidade de nuvens, vapor de água e, conseqüentemente, da quantidade de chuvas, alteração das características do ambiente em diferentes regiões, etc.

3.2. O contexto mais amplo como condição de produção

A presença da temática MCG não é exclusiva do ENEM, são discursos que podem ser vistos em discussões constantes na mídia, bem como no contexto escolar, por exemplo, nos livros didáticos, tratando de assuntos que têm profundas implicações ambientais, econômicas, políticas e sociais. São temas discutidos não somente entre os cientistas de várias áreas do conhecimento, como a física, biologia, climatologia, geologia, geografia, sociologia, oceanografia, paleoclimatologia, economia, mas também entre os políticos, governantes e público em geral.

Discutem-se por meio de reuniões para analisar a problemática do aquecimento global, a fim de estabelecer Tratados ambientais internacionais que determinam diretrizes que os países signatários devem seguir e cumprir em determinado tempo, como exemplo podemos mencionar o de Estocolmo em 1972 na Suécia (o primeiro evento); a ECO 92 - Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento em 1992 (que foi no Brasil); o Protocolo de Kyoto discutido no Japão em 1995, que teve data para começar e tem data para expirar (2012), gerando preocupação nos países signatários com os termos do seu substituto; o IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) encontro realizado a cada cinco anos para analisar e discutir a elevação da temperatura do nosso planeta; o COP 15 em 2009 (o mais recente) realizado em Copenhague na Dinamarca que buscou definir parâmetros e novas estratégias para a confecção de um novo documento, foram negociações consideradas “relevantes” acerca de novos termos, entre outros. Os discursos são divergentes, há questionamentos a cerca desses documentos, como: teriam esses protocolos força para fazer os países diminuírem a concentração de gases do efeito estufa presente na atmosfera? Os políticos do mundo estariam usando da “febre verde” para se promoverem na mídia assim como fazem as grandes indústrias e empresas?

Outros meios de discussões a cerca do clima são as organizações não-governamentais, como exemplo, o Greenpeace, com sede em Amsterdã, nos Países Baixos, e escritórios espalhados por 42 países, que aborda o assunto do Clima e Energia como sendo o “maior desafio da história humana”, com ações que buscam sensibilizar a opinião pública através de atos, publicidades e outros meios. A Fundação SOS Mata Atlântica também é uma entidade privada, sem vínculos partidários ou religiosos e sem fins lucrativos, foi criada em 1986 e tem como missão promover a conservação da diversidade biológica e cultural do Bioma Mata Atlântica e ecossistemas sob sua influência, estimulando ações para o desenvolvimento sustentável, bem como promover a educação e o conhecimento sobre a Mata Atlântica, mobilizando, capacitando e estimulando o exercício da cidadania socioambiental. Outro exemplo é o WWF-Brasil, que é uma organização não-governamental brasileira dedicada à conservação da natureza com os objetivos de harmonizar a atividade humana com a conservação da biodiversidade e promover o uso racional dos recursos naturais em benefício dos cidadãos de hoje e das futuras gerações, criado em 1996 e sediado em Brasília, desenvolve projetos em todo o país e integra a Rede WWF, com atuação em mais de 100 países e o apoio de cerca de 5 milhões de pessoas, incluindo associados e voluntários.

Os eventos e organizações relatados constituem-se em inegáveis marcos técnicos e científicos para a questão das mudanças climáticas e do aquecimento global. Elas têm um importante espaço nos meios de comunicação, e têm contribuído para projetar a questão de forma mais massiva na sociedade mundial.

Isso vem sendo presenciado também pela cobertura nos meios de comunicação, buscando cada vez mais informar sobre o tema através da TV, internet, jornais, revistas, cinema, etc., por meio de notícias, algumas vezes sensacionalistas, que têm provocado algumas reações na população, principalmente medo e incerteza com relação ao futuro do planeta. O mesmo acontece no ensino, quando essa temática é inserida no contexto escolar. De fato, há uma super popularização da questão. Mas, afinal, como os meios de comunicação têm abordado o tema? Há uma análise profunda ou apenas um caráter informativo pontual?

Desse modo, não há dúvidas de que o debate em torno da temática MCG é intenso e variado. Embora interessa-nos, enquanto professores e pesquisadores da área de Educação em Ciências, muito mais as conceituações sobre os fenômenos associados às mudanças climáticas do ponto de vista da compreensão do mundo natural, porém, não podemos negligenciar o fato de que

os sentidos produzidos pela ciência não são produzidos isoladamente e não circulam isoladamente em nossa sociedade, complexidade dentro da qual faz parte a escola. São discursos associadas a uma possível variação do clima atual em escala global ou dos climas regionais da Terra nos últimos tempos, assim como o discurso envolvendo o ‘Aquecimento Global’ cujo termo refere-se ao aumento da temperatura do planeta que, segundo uma de suas interpretações, estaria sendo causado, principalmente, pelo aumento da concentração de certos gases atmosféricos relacionados com o efeito estufa terrestre, entre eles, o CO₂.

Os discursos variam, por exemplo, devido a incertezas e desconhecimentos na modelagem de clima para obter projeções de clima futuro em nível global ou regional na atual geração de modelos, usados pelo IPCC, por exemplo. Destaco uma fonte adicional de incerteza, que é em relação à variabilidade natural do clima. Parte desta variabilidade é consequência de perturbações internas do sistema climático (não forçadas pelos gases de efeito estufa) e a outra seria associada à poluição atmosférica e liberação de gases de efeito estufa, devido ao desenvolvimento industrial em muitos países do mundo.

Desse modo, os discursos que circulam entre os mais distintos meios variam entre os que, sugerem um papel importante das atividades humanas na mudança de clima, como exemplo o discurso visto constantemente pela mídia, e aqueles que indagam se a ação humana num curto período de tempo (visto aqui como tempo da Terra – tempo geológico) teria o poder de modificar o clima de forma tão intensa.

Portanto, a primeira análise geral dá indícios de que os sentidos apresentados pelo ENEM confirmam um discurso único; aponta para um direcionamento do sentido antropogênico da temática, atribuindo importância sobre o conhecimento das causas e consequências somente às atividades humanas. Não mostram/informam o caráter polêmico que é caracterizado esse tema, ou seja, os múltiplos dizeres, a polissemia.

3.3. O ENEM como condição de produção (análise geral do conjunto)

Ciente da existência de diversos posicionamentos, após enfatizar aspectos relevantes das tendências que existem (circulam) sobre a temática das MCG, foi analisada as condições de

produção desse discurso, com o intuito de apontar pelo sentido que o ENEM dá para essa temática.

As condições de produção indicam como os enunciados desse discurso são (re)produzidos e a forma como o sujeito (autor e leitor) se inscreve nesses enunciados.

As próprias características do ENEM funcionaram como condicionante na produção dos discursos sobre essa temática, uma vez que estão intimamente ligadas à constituição do discurso. Isso quer dizer que o sentido de um enunciado depende das condições históricas e sociais e da situação em que o sujeito que o produz se encontra. Analisamos o fato de esse exame estar pautado em determinadas competências e habilidades; de apresentar situações-problema para problematizar e lidar com diferentes fontes; o fato das questões serem de múltiplas alternativas; da tendência dos temas propostos para as redações; e sobre as abordagens imagéticas, entre outros aspectos.

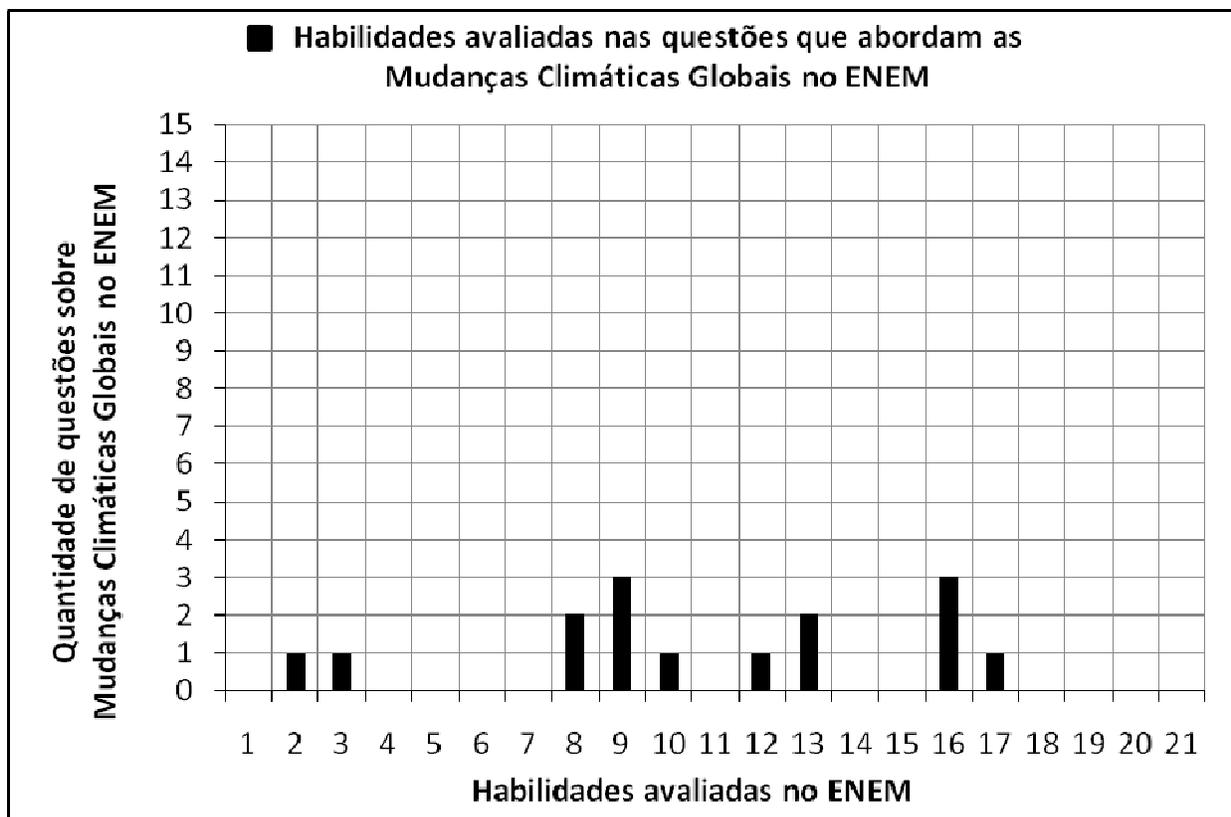
3.3.1. Competências e habilidades que são avaliadas

O próprio formato do ENEM, por exemplo, o fato de ser pautado em determinadas competências e habilidades é parte das condições de produção dos discursos. O ENEM é estruturado por uma Matriz de Competências, desenvolvida por profissionais da educação e coordenada pelo INEP, que define pressupostos e características operacionais do exame, tendo como concepção educacional a colaboração, complementaridade e integração entre os conteúdos das diversas áreas do conhecimento presentes nas propostas curriculares das escolas brasileiras de ensino fundamental e médio e considera que conhecer é construir e reconstruir significados continuamente, mediante o estabelecimento de relações de múltipla natureza, individuais e sociais. (BRASIL, 2002b, p.5).

A competência mais próxima de uma abordagem geocientífica é a C.II “*construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.*”

As cinco competências que são avaliadas no ENEM, na parte objetiva da prova, expressam-se por meio de vinte e uma habilidades, das quais nove estão presentes no conjunto de questões que abordam diretamente a temática das MCG, apontadas no gráfico da Figura 3.2.

Figura 3.2 - Distribuição das habilidades que são avaliadas nas questões que abordam a temática das Mudanças Climáticas Globais no ENEM.



Nove habilidades são avaliadas nas questões que tratam da temática MCG, são elas: h.2 (uma questão), h.3 (uma questão), h.8 (duas questões), h.9 (três questões), h.10 (uma questão), h.12 (uma questão), h.13 (duas questões), h.16 (três questões), h.17 (uma questão). Portanto, não havia nesse conjunto a presença de outras oito habilidades, são elas: h.1, h.4, h.5, h.6, h.7, h.11, h.14, h.15, h.18, h.19, h.20 e h.21.

Há um predomínio de quatro habilidades, a saber: h.8, h.9, h.13, h.16. As quatro habilidades tendem a avaliar as implicações/perturbações ambientais, sempre relacionadas a condições econômicas e sociais. Há uma tendência de relacionar com os processos de utilização e intervenção humana, dando maior atenção para a manutenção/preservação da vida no planeta. Não há preocupação em distinguir bem uma mudança natural de uma mudança causada por fatores humanos. A seguir, são apontados trechos das quatro habilidades predominantes nas

questões que tratam da temática MCG, que destacam os aspectos relacionados ao homem x natureza:¹¹

Habilidade 8 - *Analisar criticamente, de forma qualitativa ou quantitativa, as **implicações ambientais**, sociais e econômicas dos processos de utilização dos recursos naturais, materiais ou energéticos.*

Habilidade 9 - *Compreender o significado e a importância da água e de seu **ciclo** para a manutenção da vida, em sua relação com condições socio-ambientais, sabendo quantificar **variações de temperatura e mudanças de fase em processos naturais** e de intervenção humana.*

Habilidade 13 - *Compreender o **caráter sistêmico do planeta** e reconhecer a importância da biodiversidade para preservação da vida, relacionando **condições do meio** e intervenção humana.*

Habilidade 16 - *Analisar, de forma qualitativa ou quantitativa, situações-problema referentes a perturbações ambientais, identificando fonte, transporte e destino dos poluentes, reconhecendo suas transformações; prever efeitos nos ecossistemas e no sistema produtivo e propor formas de intervenção para reduzir e controlar os efeitos da poluição ambiental.*

Enquanto outras cinco habilidades são menos enfatizadas contemplando apenas uma questão cada habilidade, são elas h.2, h.3, h.10, h.12, h.17. Apontamos também as aproximações de aspectos sobre a relação homem x natureza, nessas habilidades:¹²

Habilidade 2 - *Em um gráfico cartesiano de variável socioeconômica ou **técnico-científica**, identificar e analisar valores das variáveis, intervalos de crescimento ou decréscimo e taxas de variação.*

Habilidade 3 - *Dada uma distribuição estatística de variável social, econômica, física, química ou biológica, traduzir e interpretar as informações disponíveis, ou reorganizá-las, objetivando interpolações ou extrapolações.*

Habilidade 10 - *Utilizar e interpretar diferentes **escalas de tempo** para situar e **descrever transformações na atmosfera, biosfera, hidrosfera e litosfera**, origem e evolução da vida, variações populacionais e modificações no espaço geográfico.*

¹¹ Em ‘negrito’ apontamentos relacionados a fatores naturais; em ‘sublinhado’ indicativos dos aspectos que envolvem o homem.

¹² Em ‘negrito’ apontamentos relacionados a fatores naturais; em ‘sublinhado’ indicativos dos aspectos que envolvem o homem.

Habilidade 12 - *Analisar fatores socioeconômicos e ambientais associados ao desenvolvimento, às condições de vida e saúde de populações humanas, por meio da interpretação de diferentes indicadores.*

Habilidade 17 - *Na obtenção e produção de materiais e de insumos energéticos, identificar etapas, calcular rendimentos, taxas e índices, e analisar implicações sociais, econômicas e ambientais.*

A habilidade que mais se aproxima ou incorpora elementos das Geociências é a h.10, que permite trabalhar diferentes escalas de tempo, transformações na atmosfera, biosfera, hidrosfera e litosfera, a qual é avaliada somente em uma questão que aborda o tema, a **Q.12-2006**, ou seja, pouco associada com a temática. Embora a questão examine a h.10, que está relacionada ao uso e interpretação de diferentes escalas de tempo para situar e descrever transformações, esta questão não considera um período de tempo grande, usualmente considerado na geologia. Segundo Compiani (2007), em geologia trabalha-se com gigantescas escalas espaciais e temporais. A questão trata de um período de escala de tempo de mil anos, relatadas nos trechos: “entre 8 mil e 3 mil anos atrás(...)” e “entre 20 mil e 13 mil anos(...)”. Trata-se de uma escala de tempo pequena em comparação com a idade da Terra que, segundo Carneiro *et al* (2005b), aceita-se hoje que a Terra tenha cerca de 4,6 bilhões de anos.

Outra habilidade que permite elementos geocientíficos é a h.13, presente em duas questões sobre a temática, que trata do caráter sistêmico do planeta, como objetivo a ser avaliado pela questão.

No entanto, nas habilidades que avaliam a temática das MCG há pouca abordagem de elementos das Geociências e quando são apresentados estão sempre associadas a fatores humanos. Não apresentam possibilidades de articulações dentro das ciências naturais sem estarem pautadas em aspectos sociais, políticos e econômicos. Porém, são habilidades capazes de proporcionar ao estudante uma visão do complexo sistema climático? Essas habilidades são de fato avaliadas nas questões? Que abordagens são significadas, há ênfases e direcionamentos?

3.3.2. Questões de múltiplas escolhas

O ENEM apresenta uma tendência de fechar os sentidos, é visto, por exemplo, no tipo de questão que é apresentada, a saber, as múltiplas escolhas, que espera do estudante, ao fazer a leitura da situação-problema proposta pela questão, o reconhecimento da alternativa correta em um conjunto de opções, buscando avaliar as competências e habilidades desenvolvidas por eles ao longo da escolaridade básica, a partir de uma Matriz de Competências especialmente desenvolvida para estruturar o exame.

As múltiplas escolhas buscam levar a medição dos níveis de compreensão e habilidade na aplicação de princípios, verificar a habilidade do aluno em reconhecer a informação adequada numa série de elementos e atribui pontuações diferenciando os alunos com altos níveis e habilidades. Mas isso se aplica nas questões do ENEM?

Segundo Brasil (2005, p.104), para que os pressupostos estejam contemplados nas questões do ENEM, o critério para a abordagem da alternativa correta é que seja indiscutivelmente a única; para as alternativas incorretas (distratores), é preciso que representem relações possíveis de serem estabelecidas pelo participante, mas não são condições suficientes para a resolução dos problemas.

O ENEM também aborda as MCG em alternativas consideradas incorretas, significando a temática indiretamente por meio das opções. Foram encontradas seis questões em que a temática apareceu apenas nas alternativas erradas, permeando de forma indireta sem fazer parte do assunto tratado na questão, embora proporcione um espaço para que o aluno reflita sobre esse tema. O conjunto de questões e os possíveis sentidos produzidos para essa temática, por meio das alternativas incorretas, estão listados no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 - Questões que apresentam a temática das Mudanças Climáticas Globais somente nas alternativas incorretas e sentidos produzidos por essas alternativas na relação com a questão.¹³

Ano; Questão; Síntese do assunto central tratado na questão	Questionamento proposto pela questão	Alternativa correta	Alternativa incorreta que aborda a temática	Sentidos produzidos pelas alternativas incorretas na relação com a questão
2000 23 Ciclo da água para geração de energia elétrica em uma barragem.	<i>Entre os possíveis impactos ambientais causados por essa construção, devem ser destacados:</i>	<i>(c) alagamentos e desequilíbrio da fauna e da flora</i>	<i>(a) chuva ácida e <u>efeito estufa</u></i> <i>(b) alagamentos e <u>intensificação o do efeito estufa</u></i>	Na mesma questão duas alternativas incorretas abordam assuntos relacionados ao “efeito estufa”, embora a opção correta não tenha relação direta com o tema. Essas alternativas incorretas remetem ao efeito no meio ambiente causado pelas alterações e/ou atividades do ser humano, ou seja, os “impactos ambientais”. Essa intervenção do homem na construção da barragem, modificação produzida, apresenta-se de maneira negativa ao ambiente, envolvendo fatores ecológico, social e/ou econômico. O “efeito estufa” é atribuído desse caráter negativo, como fenômeno de conflito.
2001 33	<i>O desaparecimento das três</i>	<i>(b) diminuição do número e da</i>	<i>(c) <u>Diminuição da temperatura</u></i>	A alternativa incorreta atribui a “diminuição da temperatura média anual”, um sentido diferente daquele apresentado

¹³ As questões que apresentam a temática das Mudanças Climáticas Globais somente nas alternativas incorretas estão em Anexo H.

Diminuição (com o tempo) de espécies de pássaros em fragmentos de florestas da Mata Atlântica degradadas.	<i>espécies nas regiões degradadas pode ser explicado pelo fato de que, nessas regiões, ocorreu:</i>	<i>diversidade de habitats</i>	<i>média anual</i>	pelo “Aquecimento Global”, onde aponta para a diminuição da temperatura, estaria esfriando ao invés de aquecendo, e esse fenômeno estaria causando o desaparecimento de espécies de passaros.
2001 60 A Mata Atlântica hoje é a floresta mais devastada do mundo. Mostra com imagens panorâmicas a devastação ao longo do tempo.	<i>Considerando as características histórico-geográficas do Brasil e a partir da análise das figuras é correto afirmar que:</i>	<i>(c) as atividades agrícolas, aliadas ao extrativismo vegetal, têm se constituído, desde o período colonial, na principal causa da devastação da Mata Atlântica</i>	<i>(a) as transformações climáticas, especialmente na região nordeste, interferiram fortemente na diminuição dessa floresta úmida</i>	A alternativa incorreta fala “em transformações climáticas”, mas não entra em fatores naturais sobre essas transformações, logo partindo para a “interferência”, apontando para as consequências como a devastação da Mata Atlântica.
2003 23 Grande elevação do número de casos de malária na Amazônia.	<i>Esse aumento pode ser relacionado a mudanças na região, como:</i>	<i>(c) o aumento da migração humana para fazendas, grandes obras, assentamentos e garimpos, instalados nas áreas de floresta</i>	<i>(a) as transformações no clima da região decorrentes do efeito estufa e da diminuição da camada de ozônio</i>	Neste caso a alternativa incorreta refere as transformações no clima sendo decorrentes do efeito estufa, porém não entra em detalhes do que seria esse efeito, e o que estaria causando esse efeito. A própria problematização direciona o sentido, a qual já pergunta sobre as mudanças na região, que na situação-problema já havia sido dita, que é a possível causa da elevação de casos de malária

				na Amazônia. Vai na direção de que o calor que fica retido, aumentando as temperaturas próximas à superfície terrestre, devido ao efeito estufa, pode efetivar o aumento de uma das doenças mais importantes da humanidade, a qual existe em todas as regiões onde existem humanos e mosquitos.
2004 42 Razões econômicas e ambientais sobre o gás natural tornar-se a principal fonte de energia em lugar do petróleo.	<i>Justifica-se essa previsão, entre outros motivos, porque o gás natural:</i>	<i>(b) tem novas jazidas sendo exploradas e é menos poluente que o petróleo</i>	<i>(e) não produz CO2 em sua queima, impedindo o efeito estufa</i>	A alternativa incorreta aponta que a produção de CO2 em sua queima impede o efeito estufa, valorizando a fonte de gás natural. A própria situação-problema já direciona o sentido da preocupação da produção de CO2, por meio das fontes de energia, em função das relações econômicas, sociais, justificativa pela preferência do gás natural.
2005 62 Um problema ainda não resolvido da geração nuclear de eletricidade é a destinação dos rejeitos radioativos, chamado “lixo atômico”.	<i>A complexidade do problema do lixo atômico, comparativamente a outros lixos com substâncias tóxicas, se deve ao fato de:</i>	<i>(a) emitir radiações nocivas, por milhares de anos, em um processo que não tem como ser interrompido artificialmente</i>	<i>(e) emitir radiações e gases que podem destruir a camada de ozônio e agravar o efeito estufa</i>	A alternativa incorreta trata do agravamento do efeito estufa relacionados aos problemas de resíduos nas áreas urbanas para a sociedade, o “lixo atômico”. Aponta de forma radical a “destruição” da camada de ozônio, remetendo a aniquilamento, extinção, do gás ozônio e consequentemente causa maior incidência dos raios ultravioleta, podendo afetar os seres humanos, os vegetais e espécies animais.

Embora em alguns anos das avaliações do ENEM não tenham sido encontradas questões tratando da temática MCG de forma direta, nesse caso, os anos 2000, 2001, 2003 e 2004, as avaliações acrescentaram uma relação indireta com essa temática nas opções consideradas incorretas, ou seja, o tema apareceu indiretamente, com predomínio nos assuntos relacionados ao efeito estufa.

O efeito estufa é um assunto amplamente difundido, no discurso escolar por meio dos livros didáticos, por exemplo, o qual se trata de um processo que ocorre quando uma parte da radiação solar refletida pela superfície terrestre é absorvida por determinados gases presentes na atmosfera e como consequência disso, o calor fica retido, aumentando as temperaturas próximas à superfície terrestre, antes de serem liberadas para o espaço. Nesse conjunto analisado, em que a temática aparece nas alternativas incorretas, as menções ao efeito estufa nunca são positivas. Das seis questões selecionadas, quatro abordam o efeito estufa com caráter negativo, como fenômeno de conflito, de impacto, além de meios de impedimento desse efeito. Dentro dessa visão antropocêntrica, silencia o aspecto de que em uma determinada faixa é de vital importância pois, sem ele, a vida como a conhecemos não poderia existir, no entanto, serve para manter o planeta aquecido, e assim, garantir a manutenção da vida. As outras duas questões apontam as transformações do clima ao longo do tempo, o que poderiam interferir, sentido de mudança negativa, no ambiente (devastação da Mata Atlântica e desaparecimento de espécies de pássaros). No entanto, essas alternativas incorretas funcionam como “distratores” (BRASIL, 2005). São postas como possíveis de serem estabelecidas pelos estudantes, representando relações possíveis dentro da situação-problema colocada pela questão, levando o estudante a pensar/refletir sobre o seu tema, que pode não ser o mesmo tratado na questão.

Outras questões em que a temática MCG são abordadas, de forma indireta, foram identificadas tratando de alguns assuntos próximos ao tema, e não dele próprio e diretamente. Duas questões foram selecionadas como exemplo dessa aproximação, a **Q.35-1999** e **Q.59-2002** (vide Anexo G).

A questão **Q.59-2002** discute a existência de vida fora da Terra, fazendo uma comparação entre o planeta Terra e o planeta Marte, apresentando critérios de diferentes escalas de

complexidade sobre a habitabilidade de Marte. Apresentando outras abordagens do conhecimento geocientífico, relacionadas com as MCG, que também poderiam ser significados por essa temática, pois são importantes para a noção de interdependência entre os processos naturais do planeta.

O ENEM foi elaborado de modo a permitir que o participante recorresse às suas competências e habilidades para determinar a alternativa correta que responda aos problemas propostos. Desse modo, há uma produção da imagem de neutralidade com que se colocam as questões do ENEM ao representarem uma situação socio-ambiental como se houvesse apenas uma perspectiva de considerá-la, ou seja, uma só interpretação, e colocando o leitor diante de uma única alternativa possível correta, apagando a ideia de que essa alternativa é uma leitura/versão da realidade, implicada em tensões com outras versões. A pergunta já direciona uma interpretação do contexto. No entanto, na questão poderia ter outros questionamentos que não aqueles apresentados? Que outras problematizações possíveis poderiam levar a outras interpretações da situação?

3.3.3. Temas propostos pelas redações

Os temas propostos para as redações também foram observados. A temática das MCG não foi abordada em nenhuma das redações do ENEM no período de 1998 a 2007, embora houvesse uma aproximação com a temática ambiental no ano de 2001, cujo tema foi “o desenvolvimento e preservação ambiental: como conciliar os interesses em conflito?”. Não tratou diretamente da temática, mas o sentido sobre a relação do homem x natureza seguiu a tendência identificada pelas análises já feitas, tratando das transformações ambientais com o foco de interesse as relações sociais, ou seja, o “homem”.

Segundo Brasil (2005) a redação é a parte importante na avaliação do ENEM, ela atribui pontuação que ajuda muito na soma final da nota, onde também são avaliadas as mesmas cinco competências examinadas na parte objetiva da prova, traduzidas para uma situação específica de produção de texto. A competência de leitura é avaliada por meio da correta compreensão da proposta, que não se resume ao tema.

No caso específico da proposta da avaliação de 2001, há um conjunto de pequenos textos materializados em textos verbais (trechos de: notícias de jornais, site da internet, organização não governamental que trata de questões ambientais, e revista) e não-verbais (quadrinhos publicado por jornal), que constitui um contexto no qual está inserido o tema “Desenvolvimento e preservação ambiental: como conciliar os interesses em conflito?”, conforme explicitado na Figura 3.6.

Com base na leitura dos textos e quadrinhos, é pedido que o estudante redija um texto em prosa, do tipo dissertativo-argumentativo, sobre o tema. Para desenvolver o assunto proposto, ele deve utilizar os conhecimentos adquiridos ao longo de sua formação. É um espaço onde ele poderá selecionar, organizar e relacionar os argumentos, fatos e opiniões apresentados em defesa de seu ponto de vista.

Figura 3.3 – Estrutura do enunciado e proposta da redação do ENEM de 2001.

Enem 2001
REDAÇÃO

(Culcos, *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 1978)

Embora os países do Hemisfério Norte possuam apenas um quinto da população do planeta, eles detêm quatro quintos dos rendimentos mundiais e consomem 70% da energia, 75% dos metais e 85% da produção de madeira mundial. (...)

Conta-se que Mahatma Gandhi, ao ser perguntado se, depois da independência, a Índia perseguiria o estilo de vida britânico, teria respondido: "(...) a Grã-Bretanha precisou de metade dos recursos do planeta para alcançar sua prosperidade; quantos planetas não seriam necessários para que um país como a Índia alcançasse o mesmo patamar?"

A sabedoria de Gandhi indicava que os modelos de desenvolvimento precisam mudar.


O planeta é um problema pessoal - Desenvolvimento sustentável. www.wwf.org.br

De uma coisa temos certeza: a terra não pertence ao homem branco; o homem branco é que pertence à terra. Disso temos certeza. Todas as coisas estão relacionadas como o sangue que une uma família. Tudo está associado. O que fere a terra, fere também os filhos da terra. O homem não lece a terra da vida; é antes um de seus fios. O que quer que faça a essa terra, faz a si próprio.

Trecho de uma das várias versões de carta atribuída ao chefe Seattle, da tribo Suquamish. A carta teria sido endereçada ao presidente norte-americano, Franklin Pierce, em 1854, a propósito de uma oferta de compra do território da tribo feita pelo governo dos Estados Unidos.

Estou indignado com a frase do presidente dos Estados Unidos, George Bush.

"Somos os maiores poluidores do mundo, mas se for preciso poluiremos mais para evitar uma recessão na economia americana".

R. K. Ourinhos, SP. (Carta enviada à seção *Comunidade Alameda* *Galvão*. Ano 10, junho de 2001).

PINGRY, Jaime e outros (Org.). *História da América através de textos*. 3ª ed. São Paulo: Contexto, 1991.

Com base na leitura dos quadrinhos e dos textos, redija um texto dissertativo-argumentativo sobre o tema:
Desenvolvimento e preservação ambiental: como conciliar os interesses em conflito?

Ao desenvolver o tema proposto, procure utilizar os conhecimentos adquiridos e as reflexões feitas ao longo de sua formação. Selecione, organize e relacione argumentos, fatos e opiniões para defender o seu ponto de vista, elaborando propostas para a solução do problema discutido em seu texto. Suas propostas devem demonstrar respeito aos direitos humanos.

Observações:

- Lembre-se de que a situação de produção de seu texto requer o uso da modalidade escrita culta da língua.
- O texto não deve ser escrito em forma de poema (versos) ou narrativa.
- O texto deverá ter no mínimo 15 (quinze) linhas escritas.
- A redação deverá ser apresentada a tinta e desenvolvida na folha própria.
- O rascunho poderá ser feito na última página deste caderno.

3

PROVA AMARELA - ①

Fonte: Brasil (2001)

As outras redações do período analisado também propuseram a tratar de temas de ordem social, científica, cultural ou política para que o estudante fizesse uma análise e estruturasse na forma de texto.

Tratou-se de temas polêmicos como: cidadania; direitos da criança e do adolescente; preservação ambiental; o direito de votar; violência na sociedade; liberdade de informação; trabalho infantil; poder de transformação da leitura; desafio de se conviver com as diferenças; tais temas estiveram na sua época em destaque nos órgãos de divulgação. Para uma melhor visualização desse relato, foram listados os títulos/temas das redações seguidos do ano em que a prova foi aplicada no Quadro 3.3.

Quadro 3.3 – Títulos/temas das redações do ENEM no período de 1998 a 2007.

Ano	Títulos/temas das redações
1998	Viver e aprender
1999	Cidadania e participação social
2000	Direitos da criança e do adolescente: como enfrentar esse desafio nacional?
2001	Desenvolvimento e preservação ambiental: como conciliar os interesses em conflito?
2002	O direito de votar: como fazer dessa conquista um meio para promover as transformações sociais que o Brasil necessita?
2003	A violência na sociedade brasileira: como mudar as regras desse jogo?
2004	Como garantir a liberdade de informação e evitar abusos nos meios de comunicação?
2005	O trabalho infantil na realidade brasileira
2006	O poder de transformação da leitura
2007	O desafio de se conviver com a diferença

3.3.4. Situações-problemas e as fontes atribuídas

As questões do ENEM foram baseadas em propostas que fossem capazes de avaliar os conhecimentos dos estudantes adquiridos ao longo de sua escolaridade básica, no entanto, as questões foram apresentadas no contexto de situações-problemas.

Em outras palavras, o participante recebeu situações-problemas de forma articulada, a partir das quais foram formuladas questões no formato de “múltiplas escolhas”. Ou seja, a questão apresentou um enunciado e um conjunto de supostas respostas, dentre as quais apenas uma foi a alternativa que responde corretamente ao problema proposto no enunciado.

A forma como o ENEM questiona, por meio das situações-problemas, apresenta a realidade por meio de modelos interpretativos da realidade. Mas, de onde surgiram esses modelos apresentados pelas situações-problemas? Há relação com outros textos produzidos em volta e que podem se elencar?

Do conjunto das quinze questões que abordam a temática MCG, em seis delas as situações-problemas não apresentaram fonte, deixando de lado a discussão de como os dados para a obtenção daquelas informações foram obtidos. No entanto, qual o efeito de sentido das fontes/referências? Qual a importância de citar ou não citar fonte?

Quando o ENEM cita uma fonte, a “voz do ENEM” se diferencia de outra voz, que é a original, responsável e fonte de legitimidade da informação. Quando ele não coloca, ele é a própria fonte, a interpretação é a do ENEM, ou seja, de um sujeito “inexistente”.

Como exemplo da ausência de fonte/referência, podemos observar a questão **Q.41-2007** (em anexo A):

“(...) Devido ao aquecimento global e à conseqüente diminuição da cobertura de gelo no Ártico, aumenta a distância que os ursos polares precisam nadar para encontrar alimentos. Apesar de exímios nadadores, eles acabam morrendo afogados devido ao cansaço. (...)”. **Q.41 ENEM 2007.**

O ENEM não atribuiu fonte para esse discurso, então, de onde surgiram essas ideias? A mídia, por exemplo, poderia ser apontada como parte dessas condições de produção? Que fatores influenciam a presença dos acontecimentos anunciados pela mídia no ENEM?

O discurso sobre “o urso polar” estar morrendo devido ao Aquecimento Global é recorrente dos livros didáticos e da mídia em geral. Faz parte das imagens catastróficas e sensacionalistas apresentadas quando o discurso foi voltado para os impactos ambientais causados pelo homem. Assim, houve uma tendência desse mesmo discurso sensacionalista, que é apresentado pela mídia, livros didáticos, entre outros meios, sobre o Aquecimento Global cujo fator causa “única” para o aquecimento do planeta seja o homem, prevalecendo a visão antropogênica.

Nas outras nove questões as referências foram admitidas, gerando maior credibilidade aos dados e informações explicitadas, pois a recorrência de fontes ‘importantes’ para aquele conhecimento pode gerar legitimidade aos dados recorridos, aspectos que constituem as condições de produção dos discursos. Sendo assim, qual a origem dos textos que são citadas nas questões, quais revistas, jornais, sites, entre outros? Que relações estabelecem com a temática? Qual o sujeito leitor dessas fontes?

Nessa direção, foram verificadas as fontes de origem dos textos/contextos apresentados no conjunto de questões que abordam a temática MCG, listadas no Quadro 3.4.

No conjunto de questões que abordam a temática MCG, o ENEM se apropriou de textos de diversos tipos de fonte para desenvolver as situações-problemas; são jornais de circulação nacional, revistas nacionais e internacionais, e site da internet. Indiretamente, o ENEM previu um leitor de mídia, incluindo a divulgação científica, que diariamente lê o jornal e revista, assiste a TV, etc., pois houve uma abordagem de fontes que tratam da atualidade das informações, caráter da mídia, do assunto que se busca discutir. Sendo o jornal com circulação diária e a revista semanal, quinzenal, mensal, bimestral, semestral, anual. Outra abordagem foi à internet, cujo potencial de velocidade das informações é visto crescente.

Quadro 3.4 – Fontes citadas nas situações-problemas das questões que abordam a temática das Mudanças Climáticas Globais no ENEM.

Ano e questão	Fonte
2002 - 5	Adaptado do Jornal do Brasil - 11/04/2001 <i>World Resources</i> 2000/2001
2002 - 48	Adaptado da Folha de São Paulo - 11/04/2001 Gráfico - Adaptado da Revista Veja Edição 1696 - 18/04/2001 ¹⁴
2005 - 40	<i>Gas World International – Petroleum Economist</i>
2006 - 12	Revista Pesquisa Fapesp, n. 98, 2004 ¹⁵
2006 - 30	Não citou
2006 - 31	Não citou
2006 - 33	Não citou
2007 - 12	Não citou
2007 - 39	Globo Rural, junho/2007, p. 18 (com adaptações) ¹⁶
2007 - 40	Scientific American Brasil, Ano 2, n. 21, 2004, p. 80 (com adaptações) ¹⁷
2007 - 41	Não citou
2007 - 42	Internet: < solar-center.stanford.edu > ¹⁸
2007 - 58	Globo Rural, junho/2007 (com adaptações)
2007 - 59	Globo Rural, junho/2007 (com adaptações)
2007 - 60	Não citou

As fontes usadas no conjunto de questões analisados, foram: o Jornal do Brasil, revista *World Resources*, jornal Folha de São Paulo, revista Veja, revista *Gas World International - Petroleum Economist*, a revista Fapesp, revista Globo Rural, revista Scientific American Brasil, e

¹⁴ Vide Anexo B.

¹⁵ Vide Anexo C.

¹⁶ Vide Anexo D.

¹⁷ Vide Anexo E.

¹⁸ Vide Anexo F.

site na internet: <solar-center.stanford.edu>. No Quadro 3.5 há uma breve apresentação da origem/instituição dessas fontes, inclusive sobre os seus meios de comunicação/divulgação, descrições relatadas pelas próprias empresas de comunicação.

Quadro 3.5 – Origem das fontes citadas pelas questões que abordam a temática das Mudanças Climáticas Globais no ENEM.

Fonte	Descrição
Jornal do Brasil	é um jornal publicado diariamente no Rio de Janeiro, mas de âmbito nacional, tendo surgido em 1891 para defender a Monarquia que havia sido deposta havia pouco tempo em sua época, foi o primeiro jornal brasileiro com site na internet, em 1995. ¹⁹
World Resources	é uma revista de artigos técnicos, científicos internacionais, publicada pelo “ <i>World Resources Institute</i> ”, centrada em cinco sistemas (lavouras, florestas, zonas costeiras, sistemas de água doce e pastagens), a revista analisa o valor dos bens e serviços atualmente prestados pelos ecossistemas e sua capacidade para continuar a produção. Vai ao ponto de recomendar mudanças radicais para a gestão destas bases biológicas da economia global e bem-estar humano, uma publicação conjunta da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Programa das Nações Unidas para o Ambiente, Banco Mundial e Instituto de Recursos Mundiais. ²⁰
Folha de São Paulo	é um dos jornais mais influentes do país, com publicação diária e circulação nacional. Foi fundado em 19/02/1921, com o nome de Folha da Manhã, tendo mudado para o nome atual na década de 1960. ²¹
Revista Veja	é uma revista semanal brasileira publicada pela Editora Abril, criada em 1968 por jornalistas, com uma tiragem superior a um milhão de exemplares, é uma revista de grande circulação no país. Seus textos são elaborados em sua maior parte por jornalistas, porém nem todas as seções são assinadas. ²²
Gas World International	a “ <i>The Petroleum Economist Ltd</i> ” é uma revista mensal com mais de 75 anos de história e uma das mais reconhecidas que aborda a temática energia,

¹⁹ Informações extraídas do próprio jornal: **Jornal do Brasil**. Disponível em: <<http://jbonline.terra.com.br/>>. Acesso em: 12/05/2010.

²⁰ Informações extraídas da própria revista: **Revista World Resources**. Disponível em: <<http://www.wri.org/publication/world-resources-2000-2001-people-and-ecosystems-fraying-web-life>>. Acesso em: 17/05/2010.

²¹ Informações extraídas do próprio jornal: **Folha de São Paulo**. Disponível em: <www.folha.uol.com.br>. Acesso em: 13/05/2010.

²² Informações extraídas da própria revista: **Revista Veja**. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/>>. Acesso em: 13/05/2010.

- Petroleum Economist	tendo como assinantes as 50 maiores companhias petrolíferas do mundo e os países soberanos da OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo). ²³
Revista Pesquisa Fapesp	é uma revista editada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), lançada em outubro de 1999. O objetivo básico da publicação é difundir e valorizar os resultados da produção científica e tecnológica brasileira, da qual a FAPESP é uma das mais importantes agências de fomento. Trata-se da única publicação jornalística do país especializada no segmento de ciência e tecnologia que tem por foco primordial a produção científica nacional, apesar de cobrir pontualmente as novidades internacionais. Por isso, a revista funciona como um pólo de contato e reconhecimento contínuo dos pesquisadores brasileiros e como referência indispensável para as editoriais de ciência e tecnologia dos veículos de comunicação nacionais. ²⁴
Globo Rural	é uma revista de publicação mensal da Editora Globo, fundada em 1985, abordando temas como produção agrícola, o mundo da pecuária, tecnologias, cultura popular, lazer, entretenimento, receitas culinárias, além de uma série de reportagens feitas com ênfase na prestação de serviços para o produtor rural. ²⁵
Scientific American Brasil	é uma revista mensal e tem como principal finalidade divulgar o conhecimento científico a um público não especializado. A edição brasileira da revista foi fundada em Abril de 2001, embora a versão americana date de 1845. A editora da revista, Duetto Editorial, é resultado da associação de duas editoras brasileiras, a Ediouro Publicações, com sede no Rio de Janeiro, e a Editora Segmento, com sede em São Paulo. ²⁶
Internet: <solar-center.stanford.edu>	é um site internacional de um centro de estudos financiado pela NASA, que fica em Stanford, na Califórnia, para tratar de assuntos do sistema solar para alunos do equivalente ao ensino fundamental e médio do Brasil. ²⁷

²³ Informações extraídas da própria revista: *Gas World International – Petroleum Economist*. Disponível em: <<http://www.petroleum-economist.com/default.asp?Page=1&hid=68>> Acesso em: 13/05/2010.

²⁴ Informações extraídas da própria revista: **Revista Pesquisa Fapesp**. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/>> Acesso em: 12/05/2010.

²⁵ Informações extraídas da própria revista: **Revista Globo Rural**. Disponível em: <www.revistagloborural.globo.com>. Acesso em 18/05/2010.

²⁶ Informações extraídas da própria revista: **Scientific American Brasil**. Disponível em: <<http://www2.uol.com.br/sciam/>> Acesso em: 22/05/2010.

²⁷ Informações extraídas do próprio site da internet: **Solar Center**. Disponível em: <solar-center.stanford.edu>. Acesso em 17/05/2010.

Essa análise aponta para o fato de que o ENEM atribui para o desenvolvimento de suas competências e habilidades, para a tomada de decisões, situações-problemas que se aproximem o máximo possível das condições reais globais de convívio social, porém não considera fatores naturais de transformações do planeta e do clima, os quais são importantes para compreender diversos fenômenos naturais, o complexo sistema climático, por exemplo.

3.3.5. Imagens abordadas

As situações-problemas apresentadas nas questões do ENEM também recorrem a imagens/figuras, de modo a trazer informações, dados e uma melhor compreensão do contexto que foi abordado. Desse conjunto de quinze questões que abordam a temática das MCG, duas dessas questões apresentaram gráficos, três recorreram a tabelas como fonte de dados, uma trouxe tabela e gráfico na mesma questão, e a outra uma representação por meio de dois mapas (antes e depois), e sete delas não apresentaram figuras. Tais figuras estão listadas no Quadro 3.6, as quais foram recortadas das questões para uma melhor explicitação, embora faça parte do contexto das situações-problemas.

Essa recorrência da linguagem visual, usada para representar modelos e explicações, é relevante em uma abordagem geocientífica, sobretudo o mapa geológico. É importante como forma para comunicar e ler o planeta (de modo global e integrado).

Sobre a linguagem visual no ensino de Geociências, Silva e Compiani (2006, p.216) fazem uma reflexão sobre a classificação das imagens destacando características próprias de temas geocientíficos, destacam a construção conceitual geológica, discutindo qual a geologia que se expressa através das imagens e textos dos livros didáticos, e também tratam da relação imagem-texto, citam funções das imagens podendo ser: “*función facilitación redundante, función catalización de experiencia, función descriptiva, función motivadora y función explicativa*”.

Uma figura recebeu destaque, trata-se de dois mapas panorâmicos apresentada na questão **Q.12-2006**, de modo a representar os dois períodos em que as mudanças do clima ocorreram e transformaram a vegetação da região em uma série histórica relatada por escala de tempo de mil anos. Os mapas possibilitam uma observação indireta do fenômeno, aponta a região das mudanças do clima e o intervalo de tempo entre essas mudanças. As imagens apresentam-se

sugerindo uma sequência de eventos, uma antes (à esquerda) e outra depois (à direita), buscando representar a vegetação da América do Sul antes e após uma “grande mudança climática” e demonstrar a transformação ocorrida naquela região. As figuras estão dispostas lado a lado e implica uma leitura temporal, anterior e posterior, o que é reafirmado pela legenda “antes e depois”. Elas assumem o caráter de evidência, de realidade, verdade, das mudanças que ocorreram naquele local, ou seja, uma maneira de provar a ocorrência dessas mudanças em um intervalo de tempo. Aparecem como uma tentativa de ilustração da argumentação do texto, podendo ser entendidas também como uma narrativa, construindo fatos, aspectos relacionados ao modo de pensar das Geociências (FRODEMAN, 2001). Essa abordagem, portanto, estabelece uma aproximação dos conhecimentos geocientíficos, pois é comum na geologia fazer observações indiretas de fenômenos, inclusive por meio de imagens panorâmicas.

É importante destacar que nas questões que envolveram esse conjunto de figuras não foi citado e nem discutido como os dados para a geração destas representações foram obtidos, os métodos, pressupostos teóricos e procedimentos.

Quadro 3.6 – Lista de figuras usadas nas situações-problemas das questões que abordam a temática das Mudanças Climáticas Globais no ENEM.

Figuras utilizadas nas questões sobre a temática		
Q.5 ENEM 2002		
Na tabela encontram-se dados sobre a emissão de CO ₂		
Países	Emissões de CO ₂ desde 1950 (bilhões de toneladas)	Emissões anuais de CO ₂ <i>per capita</i>
Estados Unidos	186,1	16 a 36
União Européia	127,8	7 a 16
Rússia	68,4	7 a 16
China	57,6	2,5 a 7
Japão	31,2	7 a 16
Índia	15,5	0,8 a 2,5
Polónia	14,4	7 a 16
África do Sul	8,5	7 a 16
México	7,8	2,5 a 7
Brasil	6,6	0,8 a 2,5

World Resources 2000/2001.

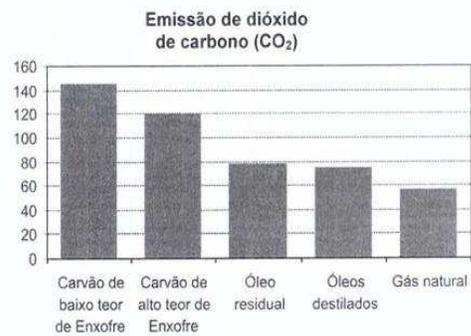
Q.12 ENEM 2006		
Revista Pesquisa Fapesp, n.º 98, 2004.		

Q.12 ENEM 2007

pacientes	problemas respiratórios causados pelas queimadas	problemas respiratórios resultantes de outras causas	outras doenças	total
idosos	50	150	60	260
crianças	150	210	90	450

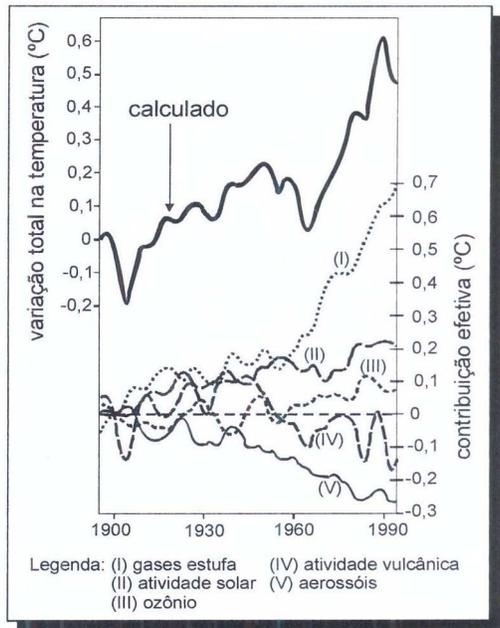
Q.40 ENEM 2005

	Distribuição de petróleo no mundo (%)	Distribuição de gás natural no mundo (%)
América do Norte	3,5	5,0
América Latina	13,0	6,0
Europa	2,0	3,6
Ex-União Soviética	6,3	38,7
Oriente Médio	64,0	33,0
África	7,2	7,7
Ásia/Oceania	4,0	6,0



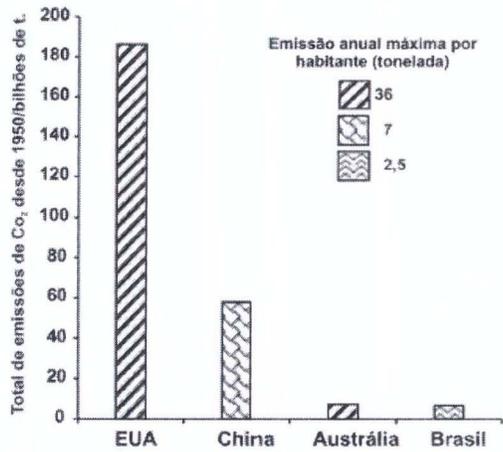
(Fonte: Gas World International – Petroleum Economist.)

Q.42 ENEM 2007



Internet: <solar-center.stanford.edu>.

Q.48 ENEM 2007



Adaptado da revista *Veja*, Edição 1696, 18/04/2001.

Q.58 e Q.59 ENEM 2007

	cana	milho
produção de etanol	8 mil litros/ha	3 mil litros/ha
gasto de energia fóssil para produzir 1 litro de álcool	1.600 kcal	6.600 kcal
balanço energético	positivo: gasta-se 1 caloria de combustível fóssil para a produção de 3,24 calorias de etanol	negativo: gasta-se 1 caloria de combustível fóssil para a produção de 0,77 caloria de etanol
custo de produção/litro	US\$ 0,28	US\$ 0,45
preço de venda/litro	US\$ 0,42	US\$ 0,92

Globo Rural, jun./2007 (com adaptações).

3.4. Presença/ausência de elementos das Geociências no ENEM

As condições de produções investigadas indicaram que as próprias características do ENEM funcionaram como condicionante na produção dos discursos sobre essa temática, uma vez que estão intimamente ligadas à constituição do discurso. Os discursos da temática MCG foram (re)produzidas dependentes das condições históricas e sociais e da situação em que se encontrava a repercussão dessa temática, principalmente na mídia.

Neste sentido, há alguns questionamentos, por exemplo, nas questões que abordam a temática das MCG como são abordados elementos das Geociências relacionados às interconexões entre as esferas terrestres, escalas temporais locais/globais e a escala geológica? O homem encontra-se presente? Onde e como ele está presente? Há espaço para a geologia nas questões do ENEM?

Esferas Terrestres e suas interconexões

No conjunto de questões que abordam a temática das MCG, há uma recorrência grande de assuntos que abordam a “atmosfera”, por exemplo, ao tratar dos gases que são emitidos na atmosfera, energia irradiada pelo Sol, entre outros, porém suas interconexões são pouco discutidas, com grande ênfase na interação com a esfera social (noosfera ou antroposfera) ao abordar as causas e consequências da mudança do clima, como nos exemplos a seguir:²⁸

“(...) os países mais industrializados devem reduzir até 2012 a emissão dos gases causadores do efeito estufa (...)”. Q.5-2002;

“(...) O gráfico mostra o total de CO2 emitido nos últimos 50 anos por alguns países, juntamente com os valores de emissão máxima de CO2 por habitante no ano de 1999 (...)”. Q.42-2002;

“(...) O aquecimento global que se verifica hoje decorre de pequeno desequilíbrio energético, de cerca de 0,3%, entre a energia que a Terra recebe do Sol e a energia irradiada a cada segundo (...)”. Q.31-2006;

²⁸ Receberam destaque em “negrito” trechos que explicitam melhor o que busca ser mostrado.

“(...) *As florestas tropicais úmidas contribuem muito para a manutenção da vida no planeta, por meio do chamado sequestro de carbono atmosférico (...)*”. **Q. 33-2006**;

“(...) *O aquecimento tem aumentado a precipitação de neve. Isso ocorre porque o gelo marinho, que forma um manto impermeável sobre o oceano, está derretendo devido a elevação de temperatura, o que permite que mais umidade escape para a atmosfera (...)*”. **Q.40-2007**;

“(...) *a substituição da gasolina pelo etanol em veículos automotores pode atenuar a tendência atual de aumento do efeito estufa (...)*”. **Q.59-2007**.

A presença predominante da atmosfera nesse conjunto de questões acontece porque é nessa esfera que ocorrem processos de troca de energia térmica importantes para o clima terrestre. Os acontecimentos que nelas ocorrem é que consegue explicar a energia adicional retida pela Terra e, conseqüentemente, sua maior temperatura superficial média.

A questão que remete mais explicitamente conceitos das ciências da natureza, envolvendo os elementos geocientíficos relacionados a temática das MCG é a questão **Q.12-2006**. A questão trabalha a relação entre as esferas, o texto cita as “transformações” ocorridas. Ou seja, a extinção dos mamíferos está relacionada à mudança da vegetação, ligada a fatores climáticos, que compreende outras relações. Essas relações fazem parte dos conhecimentos das Geociências. A questão aborda a atmosfera ao tratar do sistema clima, como visto na frase: “(...) *grande mudança climática que tornou essa região mais quente e mais úmida (...)*”; envolve também a biosfera, como apontados nos trechos: “(...) *desaparecimento de grandes mamíferos que viviam(...)* a vegetação dessa região (...)”. Essa questão trata do desaparecimento de mamíferos na América do Sul ocorridos por mudanças ocasionadas devido a transformações no clima, entretanto, não antropogênica. Apresenta uma abordagem do clima por meio de processos e transformações que aconteceram ao longo do tempo, se aproximando dos conhecimentos geocientíficos que pressupõe que as condições ambientais climáticas se repetem e tal mudança é cíclica (CARNEIRO *et al*, 2003), no entanto, não há uma abordagem que demonstre as complexas interações entre os componentes diversos do sistema clima.

Outras questões dizem respeito das MCG relacionados a apenas aspectos sociais, políticos e econômicos dessa temática, como exemplo a questão **Q.39-2007**, que aborda as mudanças causadas pelo Aquecimento Global implicadas a somente esses fatores.

A “hidrosfera” aparece correspondendo aos fenômenos de circulação dos líquidos, envolvendo as transformações de fase da água do planeta devido às mudanças do clima, tratando na maioria das vezes sobre as consequências dessas transformações aos seres humanos, animais, e vegetação, portanto, interagindo com a biosfera e novamente com a esfera social, como podemos ver nos exemplos a seguir:²⁹

“(…) com a subida do nível do **mar**, a **água salgada** penetrou nos **rios** e **mangue** da região (…)” **Q.39-2007**;

“(…) Ao contrário do esperado, o aquecimento tem aumentado a **precipitação de neve**. Isso ocorre porque **gelo marinho**, que forma um manto impermeável sobre o **oceano**, está **derretendo** devido a elevação de temperatura, o que permite que mais **umidade** escape para a atmosfera. Essa **umidade** cai na **forma de neve** (…). Quando a **neve** finalmente **derrete**, os ovos se **encharcam de água e goram** (…)” **Q.40- 2007**;

“(…) Devido ao aquecimento global e à conseqüente diminuição da **cobertura de gelo no Ártico**, aumenta a distância que os ursos polares precisam **nadar** para encontrar alimentos (…)” **Q.41- 2007**;

“(…) Considere que a Energia necessária para transformar 1Kg de **gelo** a **0°C em água líquida** seja igual a $3,2 \times 10^5$ J. Se toda a energia acumulada anualmente fosse usada para **derreter o gelo nos pólos** (a 0 °C), a quantidade de **gelo derretida** anualmente, em trilhões de toneladas (…)” **Q.31- 2006**.

Assuntos que envolvem a “geosfera” como o petróleo e gás natural são abordados, no entanto, apenas como fontes de energia, envolvendo somente questões políticas e econômicas sobre a recomendação e uso para a diminuição dos gases causadores do aquecimento global, sendo assim, estabelecendo relações com a esfera social, como nos seguintes exemplos:³⁰

²⁹ Idem.

³⁰ Idem.

“(…) Nos últimos meses o preço do **petróleo** tem alcançado recordes históricos (…) A tabela compara a distribuição das **reservas de petróleo e de gás natural** no mundo, e a figura, a emissão de monóxido de carbono entre vários tipos de fontes energéticas (…)” **Q.40-2005;**

“(…) As pressões ambientais pela redução na emissão de gás estufa, somadas ao anseio pela diminuição da dependência do **petróleo**, fizeram os olhos do mundo se voltarem para os combustíveis renováveis, principalmente para o etanol (…)” **Q.59-2007.**

A “biosfera”, nos casos analisados, compreende a presença de organismos vivos no planeta, estabelecendo relações com a esfera social, a vida, como vistos nos trechos a seguir:³¹

“(…) ocorreu o desaparecimento de **grandes mamíferos** que viviam na América do Sul. Os mapas a seguir representam a **vegetação** dessa região antes e depois de uma grande mudança climática que tornou essa região mais quente e mais úmida (…)” **Q.12-2006;**

“(…) As **florestas tropicais** úmidas contribuem muito para a **manutenção da vida no planeta** (…)” **Q.33-2006;**

“(…) A **flora e fauna do mangue** vem sendo afetadas pela nova composição da água (…)” **Q.39-2007;**

“(…) certa **espécie de pingüins** precisa de solos nus para construir seus ninhos de pedregulhos. Se a neve não derrete a tempo, eles **põem seus ovos** sobre ela (…)” **Q.40-2007;**

“(…) Devido ao aquecimento global e à conseqüente diminuição da cobertura de no Ártico, aumenta a distância que os **ursos polares** precisam nadar para encontrar **alimento**(…)” **Q.41-2007.**

Escala Temporal

No conjunto de questões que abordam a temática das MCG, a escala de tempo usada para descrever os fenômenos de mudança do clima corresponde a períodos e processos de: a) duração

³¹ Idem.

muito curta, medidos em semanas e meses; b) duração curta, medidos em ano, vários anos e décadas; c) duração média, medidos em séculos a poucos milhares de anos; d) apresentam também preocupações futuras, com relações aos próximos anos que ainda vão surgir. Como nos exemplos a seguir:³²

a) Período recente, referente aos últimos dias, semanas e meses:

“(…) Nos **últimos meses** o preço do petróleo tem alcançados índices recordes (…)” **Q.40-2005;**

“(…) O aquecimento global **que se verifica hoje** decorre de pequeno desequilíbrio energético, de cerca de 0,3%, entre a **energia que a Terra recebe do Sol e a energia irradiada a cada segundo** (…)” **Q.31- 2006;**

“(…) Os fazendeiros da região sudoeste de Bangladesh, um dos países mais pobres da Ásia, **estão tentando adaptar-se** às mudanças acarretadas pelo aquecimento global. **Antes acostumados** a produzir arroz e vegetais, responsáveis por boa parte da produção nacional, eles **estão migrando** para o cultivo do camarão (…)” **Q.39-2007;**

“(…) Líderes na produção e no consumo de etanol, Brasil e Estados Unidos da América (EUA) **produziram**, juntos cerca de 35 bilhões de litros do produto **em 2006** (…)” **Q.59-2007.**

b) Período referente aos últimos anos e décadas:

“(…) O aquecimento global **que se verifica hoje** decorre de pequeno desequilíbrio energético, cerca de 0,3%, entre a energia que a Terra **recebe** do Sol e energia **irradiada a cada segundo**, algo em torno de 1 W/m^2 . Isso significa que a Terra **acumula, anualmente**, cerca de $1,6 \times 10^{22} \text{ J}$ (…)” **Q.31- 2006;**

“(…) As florestas tropicais úmidas **contribuem** muito para a manutenção da vida no planeta, por meio do chamado seqüestro de carbono atmosférico. Resultados de observações **sucessivas nas**

³² Idem.

últimas décadas, indicam que a floresta amazônica é capaz de absorver até 300 milhões de toneladas de carbono por ano (...) **Q.33- 2006;**

*“(...) Nos últimos 50 anos, as temperaturas de inverno na península da antártica subiram quase 6 °C. Ao contrário do esperado, o aquecimento **tem aumentado** a precipitação de neve. Isso ocorre porque o gelo marinho, que forma um manto impermeável sobre o oceano, **está derretendo** devido a elevação de temperatura, o que permite que mais umidade escape para a atmosfera (...)* **Q.40-2007.**

c) Período medido em séculos a poucos milhares de anos:

*“(...) Entre 8 mil e 3 mil anos atrás, ocorreu o desaparecimento de grandes mamíferos que viviam na América do Sul. Os mapas a seguir apresentam a vegetação dessa região **antes e depois** de uma grande mudança climática que **tornou** essa região mais quente e mais úmida (...)* **Q.12- 2006.**

d) Período que envolve os próximos anos, no futuro:

*“(...) O Protocolo de Kyoto – uma convenção das Nações Unidas que é marco sobre mudanças climáticas, - **estabelece** que os países mais industrializados **devem reduzir até 2012** a emissão dos gases causadores do efeito estufa em pelo menos 5% **em relação aos níveis de 1990 (...)*** **Q.5- 2002;**

*“(...) Em março de 2001, o presidente dos Estados Unidos da América, George W. Bush, causou polêmica ao contestar o pacto de Kyoto (...) O protocolo **prevê** que os países industrializados **reduzam** suas emissões de CO₂ até 2012 em 5,2% em relação aos níveis de 1990 (...) O gráfico mostra o total de CO₂ emitido nos últimos 50 anos por alguns países, juntamente com os valores de emissão máxima de CO₂ por habitante **no ano de 1990 (...)** o tempo necessário para*

o Brasil atingir o acumulado atual dos EUA seria, aproximadamente, igual a: a) 60 anos; b) 230 anos; c) 460 anos; d) 850 anos; e) 1340 anos (...) ” **Q.48- 2002.**

Escala Espacial (global/planetária ou local)

Nas questões que abordam a temática MCG, há uma determinada frequência de atribuições relacionadas aos fenômenos em escala local ou regional, porém, deixando de associar com o global. Atribui referências de diversas escalas como regiões envolvendo áreas geográficas, são elas: a) cidades e países; b) abrangendo continentes; c) esfera terrestre e espacial. Como nos exemplos seguintes.³³

a) Cidades e países:

“(...) O Protocolo de Kyoto – uma convenção das Nações Unidas que é marco sobre mudanças climáticas, - estabelece que os países mais industrializados devem reduzir até 2012 a emissão dos gases causadores do efeito estufa (...)” **Q.5- 2002;**

“(...) o presidente dos Estados Unidos da América, George W. Bush, causou polêmica ao contestar o pacto de Kyoto, dizendo que o acordo é prejudicial à economia norte-americana em um momento em que o país passa por uma crise de energia (...) Se o Brasil mantivesse constante a sua população e o seu índice anual máximo de emissão de CO2, o tempo necessário para o Brasil atingir o acumulo atual dos EUA seria (...)” **Q.48-2002;**

“(...) ocorreu o desaparecimento de grandes mamíferos que viviam na América do Sul (...)” **Q.12-2006;**

“(...) Resultados de observações sucessivas, nas últimas décadas, indicam que a floresta amazônica é capaz de absorver até 300 milhões de toneladas de carbono por ano (...)” **Q.33 - 2006.**

³³ Idem.

“(…) Os fazendeiros da **região sudoeste de Bangladesh**, um dos **países mais pobres da Ásia**, estão tentando adaptar-se às mudanças acarretadas pelo aquecimento global (…)
Com a subida do nível do mar, a água salgada penetrou nos rios e mangues **da região**, o que inviabilizou a agricultura (…)” **Q.39- 2007**;

“(…) **Brasil e EUA** produziram, juntos, cerca de 35 bilhões de litros do produto em 2006 (…)” **Q.59- 2007**.

b) Continentes:

“(…) Distribuição de petróleo **no mundo** (…)
Distribuição de gás natural **no mundo** (…)
América do Norte (…)
América Latina (…)
Europa (…)
Ex-União Soviética (…)
Oriente Médio (…)
África (…)
Ásia/Oceania (…)” **Q.40- 2005**;

“(…) Nos últimos 50 anos, as temperaturas de **inverno na península antártica** subiram quase 6 °C (…)
O aquecimento global pode interferir no ciclo de vida de **espécies típicas de região de clima polar** (…)” **Q.40- 2007**;

“(…) Devido ao aquecimento global e à conseqüente diminuição da cobertura de **gelo no Ártico**, **aumenta a distância** que o urso polar precisa nadar para encontrar alimentos (…)
Alerta para os prejuízos que o aquecimento global pode acarretar à **biodiversidade no Ártico** (…)” **Q.41- 2007**.

c) Esfera terrestre e espacial:

“(…) A **Terra** é cercada pelo vácuo espacial, assim ela só perde energia ao **irradiá-la para o espaço** (…)” **Q.31- 2006**;

“(…) As **florestas tropicais** úmidas contribuem muito para a manutenção da vida no **planeta** (…)” **Q.33-2006**.

3.5. Relação homem x natureza no ENEM

A noosfera ou antroposfera aparece em destaque nas questões do ENEM que abordam a temática das MCG e interage com outras esferas abordadas nessas questões.

Trata-se da esfera social formada pelas sociedades humanas e os processos superficiais que promovem. É a esfera que nós seres humanos fazemos parte. O conceito de “conviver socialmente” levou à noção de noosfera, a humanidade se organiza de diversos modos e as relações se estabelecem devido à necessidade de viver em sociedade.

Portanto, fica evidente a preocupação do ENEM em discutir o clima com foco nas relações humanas, embora permeie por outras esferas, porém enfatizam assuntos envolvendo a organização social, a economia e política, como os exemplos a seguir:³⁴

“(...) Os seres humanos, que só puderam ocupar a América do Sul depois que o clima se tornou mais úmido, mataram os grandes animais (...)” Q.12-2006;

“(...) Os fazendeiros da região sudoeste de Bangladesh, um dos países mais pobres da Ásia, estão tentando adaptar-se às mudanças acarretadas pelo aquecimento global (...) possibilitou a produção de crustáceos, uma atividade até mais lucrativas (...)” Q.39-2007.

Porém, será que a ação humana, num curto período de tempo (analisado aqui como tempo da Terra) teria o poder de modificar o clima de forma tão intensa? Não seria interessante o ENEM trabalhar outros sentidos relacionados à temática das MCG? Quais sentidos sobre a temática MCG que o ENEM pode eventualmente trabalhar em suas questões?

Silva e Paula (2009) discutem os diversos pontos de vista e interesses de uma situação-problema, como é o aquecimento global, não responsabilizando simplesmente a ação humana durante sua breve história na Terra, nem a ciclicidade climática do planeta, e traz informações importantes sobre o tema, auxiliando na formação de uma opinião embasada em resultados científicos.

³⁴ Idem.

3.6. Contribuições do conhecimento das Geociências

A partir das análises deste trabalho, foi verificado que o ENEM apresenta pouco conteúdo de Geologia, apontando para uma ênfase nas relações social, econômica e política, abrindo espaço para o conhecimento das Geociências, porém não aparece o conteúdo do pensamento da Geologia diretamente.

O aprendizado em Geociências é parte importante da formação de uma cidadania consciente sobre as transformações que ocorrem no planeta, pois as pessoas são desafiadas a interagir fatos e descobertas científicas relacionadas a essas mudanças. O enfoque educativo das Geociências é baseado no esforço de tratar o planeta como uma entidade única que reúne a história geológica interagindo com as transformações sociais e isso implica em discutir, dentre outros aspectos, recursos naturais e impactos ambientais, mas dentro das dinâmicas planetárias já em curso. Possibilita um modo global e integrado de compreender todos os processos do planeta, em sua longa história temporal e suas relações com atividades sociais, econômicas e políticas em busca de um tratamento de forma integral.

O conhecimento das Geociências contribui para o desenvolvimento de habilidades e valores, e permitem adquirir ideias e conceitos produzidos pela comunidade científica, podendo mudar a visão de mundo da humanidade. Pois, alguém sem familiaridade com os conhecimentos geocientíficos, sobre as transformações naturais, fica limitado para discutir as mudanças que acontecem e das reais implicações das ações humanas sobre essas transformações.

Portanto, para se compreender o complexo sistema climático é importante que se leve em conta o contexto histórico terrestre, descrever processos levando em conta o tempo, trabalhar com o fato das escalas estarem relacionadas, buscar informações a partir do estudo local para entender o global e vice-versa, trabalhar com a descrição e a interpretação, entre outros aspectos.

São ideias que poderiam ser trabalhadas/abordadas no ENEM e, no entanto, não o foram ou foram poucas vezes, mas sempre relacionadas mais a fatores sociais. Neste sentido, foram pensadas algumas contribuições de elementos das Geociências que poderiam contribuir para satisfazer a proposta do ENEM, partindo das análises anteriores em busca de sugestões sobre o que poderia acrescentar.

No entanto, qual(ais) habilidade(s) permite que se tenha (por exemplo) uma visão histórica do tempo? Quais habilidades estariam implicadas numa visão sistêmica? Com essas habilidades se consegue preencher a proposta do ENEM?

Alguns destes aspectos foram relacionados no quadro produto/final Quadro 3.7, como acréscimo aos sentidos já apresentados pelo ENEM, vistos nas análises deste trabalho, apontando elementos novos do conhecimento das Geociências importantes para compreensão da temática das MCG e reforçando outros que já foram citados pelo exame. São características favoráveis para interpretar o planeta, contribuindo para possíveis habilidades importantes para a compreensão do sistema climático global.

Assim, é apresentada uma outra maneira possível de significação dessa temática que não é trabalhada pelo ENEM, abordado como fenômeno natural, com base nos conhecimentos das Geociências, considerando esses conhecimentos como uma possibilidade de significação particular dessa temática, entre outras possíveis, pois é um sentido que também é importante de ser trabalhado na escola.

Desse modo, não procuramos interceder por um “sentido único”, mas mostrar que há múltiplos sentidos possíveis para a abordagem dessa temática e eles poderiam ser trabalhados pelo ENEM e pela escola.

Quadro 3.7 – Elementos das Geociências importantes para compreensão do sistema climático global.

Geociências	Elementos das Geociências
Esferas Terrestres	Compreender os processos globais do mundo natural/social e as múltiplas inter-relações da natureza/sociedade, organização de todas as esferas materiais que se integram, para que sejam capazes de analisar, descrever e compreender o significado das mudanças climáticas globais, e não apenas os impactos e recursos naturais.
Escala local/global	Interpretar fatos, fenômenos e informações codificadas de acontecimentos e transformações regionais e alguns de seus nexos com a Terra inteira. Dessa maneira, espera-se que obtenham capacidade para integrar estudos de mudanças climáticas globais e de mudanças climáticas regionais.
Escala temporal	Utilizar métodos histórico-comparativos para transferir informação do presente para o passado, apoiando em vínculos analógicos e observação visual de fenômenos (usada para representar modelos e explicações, podem ser: gráficos, tabelas e sobretudo o mapa geológico, como formas para comunicar e ler o planeta de modo global e integrado), por meio do estudo de comparação dos processos atuais e seus produtos (registros geológicos) para interpretar a origem de marcas codificadas pela natureza. Desse modo, usar analogia para decodificar as mudanças climáticas globais, levando em conta o tempo geológico da Terra.

No entanto, para a construção desse quadro com elementos do conhecimento das Geociências relevantes para a compreensão da temática das Mudanças Climáticas Globais, foi levado em consideração que as esferas materiais do planeta interagem continuamente formando um sistema integrado, a saber: atmosfera, hidrosfera, geosfera, crosta, litosfera, manto e núcleo, biosfera, antroposfera ou noosfera. Vale ressaltar que o planeta é unificado e o que acontece em uma esfera interfere em todas as demais, ou seja, as esferas terrestres participam em múltiplas interações (CARNEIRO *et al*, 2009). Usa-se a estratégia de estudar o planeta em escala global, regional ou local devido a sua complexidade (CARNEIRO *et al*, 2003), porém, no caso específico do ENEM implicaria numa limitação: a da necessidade de considerar conhecimentos locais, regionais e não somente globais, que, para Compiani (2007), aponta para a necessidade das metodologias de estudos do meio e trabalhos de campo. Portanto, foi levado em conta que o clima terrestre não é estático, sofre alterações ao longo do tempo e a maior parte destas transformações ocorre em escalas temporais de décadas, séculos, milênios a milhões de anos e são naturais; e assumindo para a Terra uma idade de cerca de 4,6 bilhões de anos (TEIXEIRA *et al*, 2001; PRESS *et al*, 2006; EICHER, 1969).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta perspectiva de análise permitiu pensar a linguagem e o seu funcionamento discursivo nos dando indícios da versão que o ENEM produz (em texto) sobre a temática das Mudanças Climáticas Globais, possibilitando pensar nas Geociências de uma forma crítica, sem excluir as dimensões política, histórica e cultural relacionadas a esse tema, colocando em discussão os limites do discurso único.

Esse olhar para as avaliações do ENEM permitiu avançar os limites da constatação de equívocos conceituais, para compreender o processo pelo qual o campo epistemológico das Geociências, ou seja, um certo modo de pensar, compreender e significar o mundo, intervém como condição de produção da textualização de conhecimentos sobre esse tema.

A presença da temática das Mudanças Climáticas Globais nas questões do ENEM foi produzida de um encontro/cruzamento entre acontecimentos na mídia jornalística em geral, sentidos de mudança do clima que circulavam nos meios de divulgação da época em que o exame foi aplicado (onde há certa hegemonia da questão antropogênica) com a divulgação científica. Ao propiciar esse encontro, foi deslocado um sentido de simples associação da mudança climática ou mudança ambiental sendo igual às causas antropogênicas. No entanto, não foi produzido o sentido de quão complexo é o sistema climático global e das sociedades humanas como parte dessa complexidade pelo menos nos últimos milênios da história do planeta. Esquece-se que o clima não é definido somente pela Temperatura, pois outros fatores têm grande papel para definição do clima terrestre.

O ENEM já apresenta em suas competências e habilidades elementos do conhecimento das Geociências, porém as questões que compõem esse exame tende a enfatizar muito mais os aspectos políticos, econômicos e sociais relacionadas a temática das MCG em detrimento dos aspectos naturais. É visto que há um predomínio da visão antropogênica/humana que tem implicações sobre uma determinada concepção da relação homem x natureza, à qual, uma maior ênfase nas Geociências poderia ter um papel no deslocamento para outra visão, levando a outras interpretações possíveis para essa temática.

A ausência de uma leitura mais abrangente e sintética sobre o complexo sistema climático e de suas transformações acontece em parte pela quase ausência total na escola do pensamento

histórico que caracteriza a geologia, pela sua inexistência enquanto disciplina escolar e pelo seu quase total apagamento tanto da disciplina “ciências” do ensino fundamental quanto da disciplina “geografia” no ensino médio e fundamental. Para uma leitura com mais fundamento sobre o sistema clima seria importante que o estudante adquirisse esses conhecimentos na educação básica, sendo necessárias noções de tempo geológico, da periodicidade de certas transformações, entre outros conceitos geocientíficos, ajudando a construir a ideia de que a natureza muda ao longo do tempo, e de que o homem é parte dessas mudanças e não seu motor único e exclusivo.

A análise das informações coletadas revelou a produção da imagem de neutralidade com que se colocam as questões do ENEM ao representarem uma situação sócio-ambiental como se houvesse apenas uma perspectiva de considerá-la, ou seja, uma só interpretação e colocando o leitor diante de uma única alternativa possível, apagando a ideia de que essa alternativa é uma leitura/versão da realidade, implicada em tensões com outras versões.

De acordo da pluralidade de perspectivas de considerar essa temática destaco que é necessário pensar em uma educação que coloque o leitor diante das alternativas possíveis, deixando aparecer a ideia da leitura e versão da realidade. Dessa maneira, torna-se interessante inserir a temática das Mudanças Climáticas Globais no contexto escolar apresentando as controvérsias relacionadas, pois abre espaço para que os futuros cidadãos tomem parte em discussões científicas que envolvam argumentação e tomada de decisão, levando em conta que as controvérsias e incertezas sobre as possíveis causas e efeitos do fenômeno conhecido como Aquecimento Global ainda são pouco divulgadas, mas precisam chegar à sala de aula (VIEIRA e BAZZO, 2007). Essa abordagem contribui também para derrubar falsos mitos sobre a ciência (ausência de erros, incertezas, suposta neutralidade) e permite evidenciar as ligações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, como inter-relações associadas a controvérsias, possibilitando um lugar para essas relações no contexto educativo. No entanto, preocupei-me em trazer para o ENEM um discurso que rompesse com a aparente neutralidade que se expressa sob o caráter mais informacional desse exame, um discurso polêmico (ORLANDI, 1996) que colocasse em discussão os limites do discurso único, sentido único, dando margem para a polissemia, os múltiplos dizeres.

FONTES

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Gabarito da Prova de 1998**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/enem/1998/prova/GAB1998_AMARELA.pdf>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Gabarito da Prova de 1999**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/enem/1999/prova/GAB1999_AMARELA.pdf>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Gabarito da Prova de 2000**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/enem/2000/gabaritos/GAB2000_AMARELA.pdf>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Gabarito da Prova de 2001**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/enem/2001/prova/GAB2001_AMARELA.pdf>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Gabarito da Prova de 2002**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/enem/2002/prova/GAB2002_AMARELA.pdf>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Gabarito da Prova de 2003**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/enem/2003/GAB2003_AMARELA.pdf>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Gabarito da Prova de 2004**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/enem/2004/prova/GAB2004_AMARELA.pdf>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Gabarito da Prova de 2005**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/enem/2005/gabaritos/GAB2005_AMARELA.pdf>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Gabarito da Prova de 2006**. Disponível em: <http://localprovaenem.inep.gov.br/GABARITOS_ENEM_PROVA%201_AMARELA.pdf>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Gabarito da Prova de 2007**. In TERRA: Notícias sobre Educação. Disponível em: <http://educaterra.terra.com.br/vestibular/enem2007/PROVA_AMARELA.pdf>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Prova de 1998**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/basica/enem/provas_gabaritos/provas_gabaritos.htm>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Prova de 1999**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/enem/1999/prova/en99_amarela.pdf>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Prova de 2000**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/enem/2000/prova/en2000_amarela.pdf>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Prova de 2001**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/enem/2001/prova/amarela_2001.pdf>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Prova de 2002**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/enem/2002/enem_2002_amarela.pdf>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Prova de 2003**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/enem/2002/enem_2002_amarela.pdf>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Prova de 2004**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/enem/2004/prova/ENEM04_amarela.pdf>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Prova de 2005**. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/download/enem/2005/provas/amarela.pdf>>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Prova de 2006**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/download/enem/2006/provas/ENEM_PROVA_AMARELA.pdf>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Prova de 2007**. In TERRA: Notícias sobre Educação. Disponível em: <http://educaterra.terra.com.br/vestibular/enem2007/PROVA_AMARELA.pdf>. Acesso em 21 jun. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Relatório Pedagógico de 1998**. Brasília-DF, 1998. 124 P. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/>>. Acesso em 14 nov. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Relatório Pedagógico de 1999**. Brasília-DF, 2000. 233 P. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/>>. Acesso em 14 nov. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Relatório Pedagógico de 2000**. Brasília-DF, março de 2001. 161 P. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/>>. Acesso em 14 nov. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Relatório Pedagógico de 2001**. Brasília-DF, dezembro de 2001. 158 P. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/>>. Acesso em 14 nov. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Relatório Pedagógico de 2002**. Brasília-DF, novembro de 2002. 192 P. Disponível em: < <http://www.inep.gov.br/>>. Acesso em 14 nov. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Relatório Pedagógico de 2003**. Brasília-DF, maio de 2007. 196 P. Disponível em: < <http://www.inep.gov.br/>>. Acesso em 14 nov. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Relatório Pedagógico de 2004**. Brasília-DF, maio de 2007b. 179 P. Disponível em: < <http://www.inep.gov.br/>>. Acesso em 14 nov. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Relatório Pedagógico de 2005**. Brasília-DF, abril de 2007c. 187 P. Disponível em: < <http://www.inep.gov.br/>>. Acesso em 14 nov. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Relatório Pedagógico de 2006**. Brasília-DF, abril de 2008. 180 P. Disponível em: < <http://www.inep.gov.br/>>. Acesso em 14 nov. 2009.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Relatório Pedagógico de 2007**. Brasília-DF, maio de 2008b. 200 P. Disponível em: < <http://www.inep.gov.br/>>. Acesso em 14 nov. 2009.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Documento Básico**, Brasília-DF: MEC/INEP, 2002b. 27 P.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Fundamentação Teórico-Methodológica**. Brasília-DF: MEC/INEP, 2005. 121 P.

BRASIL. Ministério da Educação. **Sobre a reformulação do ENEM de 2009**. 2010. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=13427:perguntas-frequentes-novo-enem&catid=195:seb-educacao-basica>. Acesso em: 10 mai. 2010.

CARNEIRO C. D. R., GONÇALVES, P. W., CUNHA, C. A. L., NEGRÃO, O. B. M. **Introdução ao estudo de Ciência do Sistema Terra**. Disciplina GN 102 Ciência do Sistema Terra I, Texto-base: Roteiros de aula, orientações de estudo e leituras complementares. Campinas: IG-Unicamp, 2003. (edição dos autores).

CARNEIRO, C. D. R.; GONÇALVES, P. W.; LOPES, O. R. O ciclo das rochas na natureza. **Terrae Didatica**, 5 (1), 2009. p. 50-62.

CARNEIRO, C. D. R.; GONÇALVES, P. W.; NEGRÃO, O. B. M.; CUNHA, C. A. L. Ciência do sistema Terra e o entendimento da “máquina” planetária em que vivemos. **Geonomos**, v. 13, 2005. p. 11-18.

CARNEIRO, C. D. R.; MIZUSAKI, A. M. P.; ALMEIDA, F. F. M. de. A determinação da idade das rochas. **Terrae Didatica**, 1 (1), 2005b. p. 6-35.

CHAMBERLIM, T. C. Studies for students. The method of multiple working hypotheses. **The Journal of Geology**, Chicago, vol. 5, n-8, 1897, p 837-844.

COMPIANI, M. O lugar e as escalas e suas dimensões horizontal e vertical nos trabalhos práticos: implicações para o ensino de ciências e educação ambiental. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, 2007. p. 29-45.

CUELLO, A. La Geología como área interdisciplinar. Henares, **Revista de Geología**; Madrid, 1988, p. 367-387.

DODICK, Jeff; ORION, Nir. Geology as an Historical Science: Its Perception within Science and the Education System. **Science & Education**, v. 12, p. 197-211, 2003. 15 P.

EICHER, D. L. **Tempo geológico**. Série de Textos Básicos de Geociência. São Paulo: Edgard Blücher/Edusp. 1969.

FRODEMAN, R. A epistemologia das geociências. **In: L. Marques & J. Praia (coords.). Geociências nos currículos dos ensinos básicos e secundário**. Aveiro, Universidade de Aveiro, 2001. p. 39-57.

GONÇALVES, P. W.; *et al.* Do campo para o laboratório: como construir o conceito de mudança ambiental? **In: VII ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências)**. Florianópolis, novembro de 2009. Disponível em: <<http://www.foco.fae.ufmg.br/viienpec/index.php/enpec/viienpec/paper/viewFile/1176/409>> Acesso em: 20 mar. 2010.

LOMBORG, Bjorn. **O Ambientalista Cético**. 5 ed. São Paulo: Campus/Elsevier, 2002.

MINHOTO, M. A. Modelação Curricular do Ensino Médio: análise de prescrições legais e do papel da avaliação dos sistemas de ensino. **Jornal de Políticas Educacionais**. n. 5, janeiro-junho 2009, p. 27-36.

MORIN, Edgar. **O Método 1 - A natureza da natureza**. Trad. de Ilana Heinberg. (La Méthode 1 - la nature de la nature. Editions du Seuil, 1977). 2 ed. Porto Alegre: Sulina, 2002. 480 P.

MORIN, Edgar; LE MOIGNE, Jean-Louis. **A inteligência da complexidade**. 2a ed. São Paulo: Periópolis, (Série nova consciência), 2000. 212 P.

ORLANDI, Eni. P. **Análise de discurso**: princípios e procedimentos. 7 ed., Campinas, SP: Pontes, 2007. 100 P.

ORLANDI, Eni. P. **Discurso e texto**: formulação e circulação dos sentidos. 2 ed. Campinas, SP: Pontes, 2005. 224 P.

ORLANDI, Eni. P. **Divulgação científica e efeito leitor**: uma política social urbana. Guimarães, Eduardo (Org.). Produção e circulação do conhecimento: estado, mídia, sociedade. Campinas: Pontes, v. 1, 2001. p. 21-30.

ORLANDI, Eni. P. **Interpretação**: autoria, leitura e efeitos do trabalho simbólico. Petrópolis, RJ: Vozes, 1996.

ORLANDI, Eni. P. Introdução às ciências da linguagem. **Discurso e Textualidade**. In Suzy Lagazzi-Rodrigues e Eni P. Orlandi (orgs.). Campinas, SP: Pontes, 2006.

POTAPOVA, M. S. Geology as an historical science of nature. In: Interaction of sciences in the study of the Earth. Moscow: Progress Publisher. p.117–126, 1968. Tradução: Potapova M.S. Geologia como uma ciência histórica da natureza. **Terrae Didatica**, 3 (1), 86-91, 2008. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>> Acesso 25.08.2009.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZIENGER, J.; JORDAN, T. H. **Para Entender a Terra**. Porto Alegre: Bookman, 2006, 656 P., 21x26 cm.

SILVA, F. K. M.; COMPIANI, M. Las imágenes Geológicas y Geocientíficas em libros didácticos de ciencias. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 24, n. 2, 2006. p. 207-218.

SILVA, H. C.; BOVELONI, D. Los temas “Cambios climáticos” y “Calentamiento global” en los libros de texto: la falta de la mirada geológica. **Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra**. V. 17, n. 2, 2009.

SILVA, H. C.; ZIMMERMANN, E., CARNEIRO, M. H. S., GASTAL, M. L. CASSIANO, W. S. Cautela ao usar imagens em aulas de Ciências. **Ciência e Educação**, v. 12, n. 2, 2006. p. 219-233.

SILVA, R. W. C.; PAULA, B. L. Causa do Aquecimento Global: Antropogênica versus Natural. **Terrae Didatica**, 5 (1), 2009. p. 42-49.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. USP – São Paulo: Oficina de textos, 2001. 558 P., 21x28 cm.

VEIGA, J. Eli. **Aquecimento Global**. Frias contendas científicas. São Paulo: ed. Senac São Paulo. 2008. 112 P.

VIEIRA, K. R. C. F.; BAZZO, W. A. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, novembro de 2007. 12 P.

ANEXO A – Conjunto de questões que compõem o quadro 1 e as habilidades que cada questão busca avaliar (total 15 questões)

Fonte: Provas, gabaritos e Relatórios Pedagógicos do ENEM correspondentes aos anos: 2002, 2005, 2006 e 2007.

ENEM 2002 - QUESTÃO 5

Alternativa considerada correta: D

5

O Protocolo de Kyoto — uma convenção das Nações Unidas que é marco sobre mudanças climáticas, — estabelece que os países mais industrializados devem reduzir até 2012 a emissão dos gases causadores do efeito estufa em pelo menos 5% em relação aos níveis de 1990. Essa meta estabelece valores superiores ao exigido para países em desenvolvimento. Até 2001, mais de 120 países, incluindo nações industrializadas da Europa e da Ásia, já haviam ratificado o protocolo. No entanto, nos EUA, o presidente George W. Bush anunciou que o país não ratificaria "Kyoto", com os argumentos de que os custos prejudicariam a economia americana e que o acordo era pouco rigoroso com os países em desenvolvimento.

Adaptado do Jornal do Brasil, 11/04/2001

Na tabela encontram-se dados sobre a emissão de CO₂

Países	Emissões de CO ₂ desde 1950 (bilhões de toneladas)	Emissões anuais de CO ₂ per capita
Estados Unidos	186,1	16 a 36
União Européia	127,8	7 a 16
Rússia	68,4	7 a 16
China	57,6	2,5 a 7
Japão	31,2	7 a 16
Índia	15,5	0,8 a 2,5
Polónia	14,4	7 a 16
África do Sul	8,5	7 a 16
México	7,8	2,5 a 7
Brasil	6,6	0,8 a 2,5

World Resources 2000/2001.

Considerando os dados da tabela, assinale a alternativa que representa um argumento que se contrapõe à justificativa dos EUA de que o acordo de Kyoto foi pouco rigoroso com países em desenvolvimento.

- (A) A emissão acumulada da União Européia está próxima à dos EUA.
- (B) Nos países em desenvolvimento as emissões são equivalentes às dos EUA.
- (C) A emissão per capita da Rússia assemelha-se à da União Européia.
- (D) As emissões de CO₂ nos países em desenvolvimento citados são muito baixas.
- (E) A África do Sul apresenta uma emissão anual per capita relativamente alta.

Habilidade 13

Compreender o caráter sistêmico do planeta e reconhecer a importância da biodiversidade para preservação da vida, relacionando condições do meio e intervenção humana.

ENEM 2002 – QUESTÃO 48

Alternativa considerada correta: C

48

Em março de 2001, o presidente dos Estados Unidos da América, George W. Bush, causou polêmica ao contestar o pacto de Kyoto, dizendo que o acordo é prejudicial à economia norte-americana em um momento em que o país passa por uma crise de energia (...). O protocolo de Kyoto prevê que os países industrializados reduzam suas emissões de CO₂ até 2012 em 5,2%, em relação aos níveis de 1990.

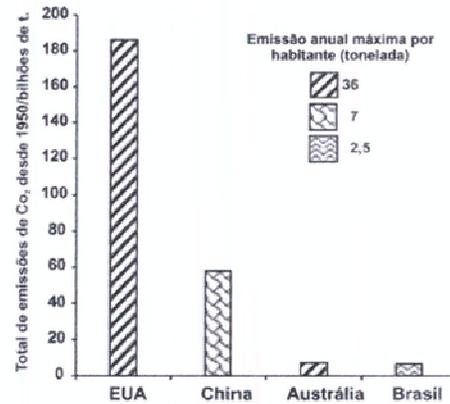
Adaptado da Folha de São Paulo, 11/04/2001.

O gráfico mostra o total de CO₂ emitido nos últimos 50 anos por alguns países, juntamente com os valores de emissão máxima de CO₂ por habitante no ano de 1999.

Dados populacionais aproximados (nº de habitantes):

- EUA: 240 milhões
- BRASIL: 160 milhões

Se o Brasil mantivesse constante a sua população e o seu índice anual máximo de emissão de CO₂, o tempo necessário para o Brasil atingir o acumulado atual dos EUA seria, aproximadamente, igual a



Adaptado da revista *Veja*, Edição 1696, 18/04/2001.

- (A) 60 anos. (B) 230 anos. (C) 460 anos. (D) 850 anos. (E) 1340 anos.

Habilidade 3

Dada uma distribuição estatística de variável social, econômica, física, química ou biológica, traduzir e interpretar as informações disponíveis, ou reorganizá-las, objetivando interpolações ou extrapolações.

ENEM 2005 – QUESTÃO 40

Alternativa considerada correta: C

40

Nos últimos meses o preço do petróleo tem alcançado recordes históricos. Por isso a procura de fontes energéticas alternativas se faz necessária. Para os especialistas, uma das mais interessantes é o gás natural, pois ele apresentaria uma série de vantagens em relação a outras opções energéticas. A tabela compara a distribuição das reservas de petróleo e de gás natural no mundo, e a figura, a emissão de monóxido de carbono entre vários tipos de fontes energéticas.

	Distribuição de petróleo no mundo (%)	Distribuição de gás natural no mundo (%)
América do Norte	3,5	5,0
América Latina	13,0	6,0
Europa	2,0	3,6
Ex-União Soviética	6,3	38,7
Oriente Médio	64,0	33,0
África	7,2	7,7
Ásia/Oceania	4,0	6,0

Emissão de dióxido de carbono (CO₂)

(Fonte: Gas World International – Petroleum Economist.)

A partir da análise da tabela e da figura, são feitas as seguintes afirmativas:

- I – Enquanto as reservas mundiais de petróleo estão concentradas geograficamente, as reservas mundiais de gás natural são mais distribuídas ao redor do mundo garantindo um mercado competitivo, menos dependente de crises internacionais e políticas.
- II – A emissão de dióxido de carbono (CO₂) para o gás natural é a mais baixa entre os diversos combustíveis analisados, o que é importante, uma vez que esse gás é um dos principais responsáveis pelo agravamento do efeito estufa.

Com relação a essas afirmativas pode-se dizer que

- (A) a primeira está incorreta, pois novas reservas de petróleo serão descobertas futuramente.
- (B) a segunda está incorreta, pois o dióxido de carbono (CO₂) apresenta pouca importância no agravamento do efeito estufa.
- (C) ambas são análises corretas, mostrando que o gás natural é uma importante alternativa energética.
- (D) ambas não procedem para o Brasil, que já é praticamente auto-suficiente em petróleo e não contribui para o agravamento do efeito estufa.
- (E) nenhuma delas mostra vantagem do uso de gás natural sobre o petróleo.

Habilidade 8

Analisar criticamente, de forma qualitativa ou quantitativa, as implicações ambientais, sociais e econômicas dos processos de utilização dos recursos naturais, materiais ou energéticos.

ENEM 2006 – QUESTÃO 12

Alternativa considerada correta: B

Questão 12

Entre 8 mil e 3 mil anos atrás, ocorreu o desaparecimento de grandes mamíferos que viviam na América do Sul. Os mapas a seguir apresentam a vegetação dessa região antes e depois de uma grande mudança climática que tomou essa região mais quente e mais úmida.

Entre 20 mil e 13 mil anos

Entre 8 mil e 3 mil anos

Revista Pesquisa Fapesp, n.º 98, 2004.

As hipóteses a seguir foram levantadas para explicar o desaparecimento dos grandes mamíferos na América do Sul.

- I Os seres humanos, que só puderam ocupar a América do Sul depois que o clima se tornou mais úmido, mataram os grandes animais.
- II Os maiores mamíferos atuais precisam de vastas áreas abertas para manterem o seu modo de vida, áreas essas que desapareceram da América do Sul com a mudança climática, o que pode ter provocado a extinção dos grandes mamíferos sul-americanos.
- III A mudança climática foi desencadeada pela queda de um grande asteróide, a qual causou o desaparecimento dos grandes mamíferos e das aves.

É cientificamente aceitável o que se afirma

A apenas em I.
B apenas em II.
C apenas em III.
D apenas em I e III.
E em I, II e III.

Habilidade 10

Utilizar e interpretar diferentes escalas de tempo para situar e descrever transformações na atmosfera, biosfera, hidrosfera e litosfera, origem e evolução da vida, variações populacionais e modificações no espaço geográfico.

ENEM 2006 - QUESTÃO 30

Alternativa considerada correta: B

Questão 30

Com base em projeções realizadas por especialistas, prevê-se, para o fim do século XXI, aumento de temperatura média, no planeta, entre 1,4 °C e 5,8 °C. 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 século XXI

- A** provocarão a redução das taxas de evaporação e de condensação do ciclo da água.
- B** poderão interferir nos processos do ciclo da água que envolvem mudanças 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.

Habilidade 9

Compreender o significado e a importância da água e de seu ciclo para a manutenção da vida, em sua relação com condições socioambientais, sabendo quantificar variações de temperatura e mudanças de fase em processos naturais e de intervenção humana.

ENEM 2006 – QUESTÃO 31

Alternativa considerada correta: B

<p>Questão 31</p> <p>A Terra é cercada pelo vácuo espacial e, assim, ela só perde energia ao irradiá-la para o espaço. O aquecimento global que se verifica hoje decorre de pequeno desequilíbrio energético, de cerca de 0,3%, entre a energia que a Terra recebe do Sol e a energia irradiada a cada segundo, algo em torno de 1 W/m^2. Isso significa que a Terra acumula, anualmente, cerca de $1,6 \times 10^{22} \text{ J}$.</p> <p>Considere que a energia necessária para transformar 1 kg de gelo a $0 \text{ }^\circ\text{C}$ em água líquida seja igual a $3,2 \times 10^5 \text{ J}$. Se toda a energia acumulada anualmente fosse usada para derreter o gelo nos pólos (a $0 \text{ }^\circ\text{C}$), a quantidade de gelo derretida anualmente, em trilhões de toneladas, estaria entre</p> <p>A 20 e 40. B 40 e 60. C 60 e 80. D 80 e 100. E 100 e 120.</p>
--

Habilidade 9

Compreender o significado e a importância da água e de seu ciclo para a manutenção da vida, em sua relação com condições socioambientais, sabendo quantificar variações de temperatura e mudanças de fase em processos naturais e de intervenção humana.

ENEM 2006 – QUESTÃO 33

Alternativa considerada correta: D

<p>Questão 33</p> <p>As florestas tropicais úmidas contribuem muito para a manutenção da vida no planeta, por meio do chamado seqüestro de carbono atmosférico. Resultados de observações sucessivas, nas últimas décadas, indicam que a floresta amazônica é capaz de absorver até 300 milhões de toneladas de carbono por ano. Conclui-se, portanto, que as florestas exercem importante papel no controle</p> <ul style="list-style-type: none">A das chuvas ácidas, que decorrem da liberação, na atmosfera, do dióxido de carbono resultante dos desmatamentos por queimadas.B das inversões térmicas, causadas pelo acúmulo de dióxido de carbono resultante da não-dispersão dos poluentes para as regiões mais altas da atmosfera.C da destruição da camada de ozônio, causada pela liberação, na atmosfera, do dióxido de carbono contido nos gases do grupo dos clorofluorcarbonos.D do efeito estufa provocado pelo acúmulo de carbono na atmosfera, resultante da queima de combustíveis fósseis, como carvão mineral e petróleo.E da eutrofização das águas, decorrente da dissolução, nos rios, do excesso de dióxido de carbono presente na atmosfera.
--

Habilidade 16

Analisar, de forma qualitativa ou quantitativa, situações-problema referentes a perturbações ambientais, identificando fonte, transporte e destino dos poluentes, reconhecendo suas transformações; prever efeitos nos ecossistemas e no sistema produtivo e propor formas de intervenção para reduzir e controlar os efeitos da poluição ambiental.

ENEM 2007 – QUESTÃO 12

Alternativa considerada correta: E

Questão 12

A queima de cana aumenta a concentração de dióxido de carbono e de material particulado na atmosfera, causa alteração do clima e contribui para o aumento de doenças respiratórias. A tabela abaixo apresenta números relativos a pacientes internados em um hospital no período da queima da cana.

pacientes	problemas respiratórios causados pelas queimadas	problemas respiratórios resultantes de outras causas	outras doenças	total
idosos	50	150	60	260
crianças	150	210	90	450

Escolhendo-se aleatoriamente um paciente internado nesse hospital por problemas respiratórios causados pelas queimadas, a probabilidade de que ele seja uma criança é igual a

- A 0,26, o que sugere a necessidade de implementação de medidas que reforcem a atenção ao idoso internado com problemas respiratórios.
- B 0,50, o que comprova ser de grau médio a gravidade dos problemas respiratórios que atingem a população nas regiões das queimadas.
- C 0,63, o que mostra que nenhum aspecto relativo à saúde infantil pode ser negligenciado.
- D 0,67, o que indica a necessidade de campanhas de conscientização que objetivem a eliminação das queimadas.
- E 0,75, o que sugere a necessidade de que, em áreas atingidas pelos efeitos das queimadas, o atendimento hospitalar no setor de pediatria seja reforçado.

Habilidade 12

Reconhecer o caráter aleatório de fenômenos naturais ou não e utilizar em situações problema processos de contagem, representação de frequências relativas, construção de espaços amostrais, distribuição e cálculo de probabilidades.

ENEM 2007 – QUESTÃO 39

Alternativa considerada correta: C

<p>Questão 39</p> <p style="text-align: center;">Lucro na adversidade</p> <p>Os fazendeiros da região sudoeste de Bangladesh, um dos países mais pobres da Ásia, estão tentando adaptar-se às mudanças acarretadas pelo aquecimento global. Antes acostumados a produzir arroz e vegetais, responsáveis por boa parte da produção nacional, eles estão migrando para o cultivo do camarão. Com a subida do nível do mar, a água salgada penetrou nos rios e mangues da região, o que inviabilizou a agricultura, mas, de outro lado, possibilitou a criação de crustáceos, uma atividade até mais lucrativa.</p> <p>O lado positivo da situação termina por aí. A maior parte da população local foi prejudicada, já que os fazendeiros não precisam contratar mais mão-de-obra, o que aumentou o desemprego. A flora e a fauna do mangue vêm sendo afetadas pela nova composição da água. Os lençóis freáticos da região foram atingidos pela água salgada.</p> <p style="text-align: right;"><small>Globo Rural, jun./2007, p.18 (com adaptações).</small></p> <p>A situação descrita acima retrata</p> <ul style="list-style-type: none">A o fortalecimento de atividades produtivas tradicionais em Bangladesh em decorrência dos efeitos do aquecimento global.B a introdução de uma nova atividade produtiva que amplia a oferta de emprego.C a reestruturação de atividades produtivas como forma de enfrentar mudanças nas condições ambientais da região.D o dano ambiental provocado pela exploração mais intensa dos recursos naturais da região a partir do cultivo do camarão.E a busca de investimentos mais rentáveis para Bangladesh crescer economicamente e competir no mercado internacional de grãos.
--

Habilidade 16

Analisar, de forma qualitativa ou quantitativa, situações-problema referentes a perturbações ambientais, identificando fonte, transporte e destino dos poluentes, reconhecendo suas transformações; prever efeitos nos ecossistemas e no sistema produtivo e propor formas de intervenção para reduzir e controlar os efeitos da poluição ambiental.

ENEM 2007 – QUESTÃO 40

Alternativa considerada correta: E

Questão 40

Nos últimos 50 anos, as temperaturas de inverno na península antártica subiram quase 6 °C. Ao contrário do esperado, o aquecimento tem aumentado a precipitação de neve. Isso ocorre porque o gelo marinho, que forma um manto impermeável sobre o oceano, está derretendo devido à elevação de temperatura, o que permite que mais umidade escape para a atmosfera. Essa umidade cai na forma de neve.

Logo depois de chegar a essa região, certa espécie de pinguins precisa de solos nus para construir seus ninhos de pedregulhos. Se a neve não derrete a tempo, eles põem seus ovos sobre ela. Quando a neve finalmente derrete, os ovos se encharcam de água e goram.

Scientific American Brasil, ano 2, n.º 21, 2004, p.80 (com adaptações).

A partir do texto acima, analise as seguintes afirmativas.

- I O aumento da temperatura global interfere no ciclo da água na península antártica.
- II O aquecimento global pode interferir no ciclo de vida de espécies típicas de região de clima polar.
- III A existência de água em estado sólido constitui fator crucial para a manutenção da vida em alguns biomas.

É correto o que se afirma

- A apenas em I.
- B apenas em II.
- C apenas em I e II.
- D apenas em II e III.
- E em I, II e III.

Habilidade 9

Compreender o significado e a importância da água e de seu ciclo para a manutenção da vida, em sua relação com condições socioambientais, sabendo quantificar variações de temperatura e mudanças de fase em processos naturais e de intervenção humana.

ENEM 2007 – QUESTÃO 41

Alternativa considerada correta: B

Questão 41

Devido ao aquecimento global e à conseqüente diminuição da cobertura de gelo no Ártico, aumenta a distância que os ursos polares precisam nadar para encontrar alimentos. Apesar de exímios nadadores, eles acabam morrendo afogados devido ao cansaço.

A situação descrita acima

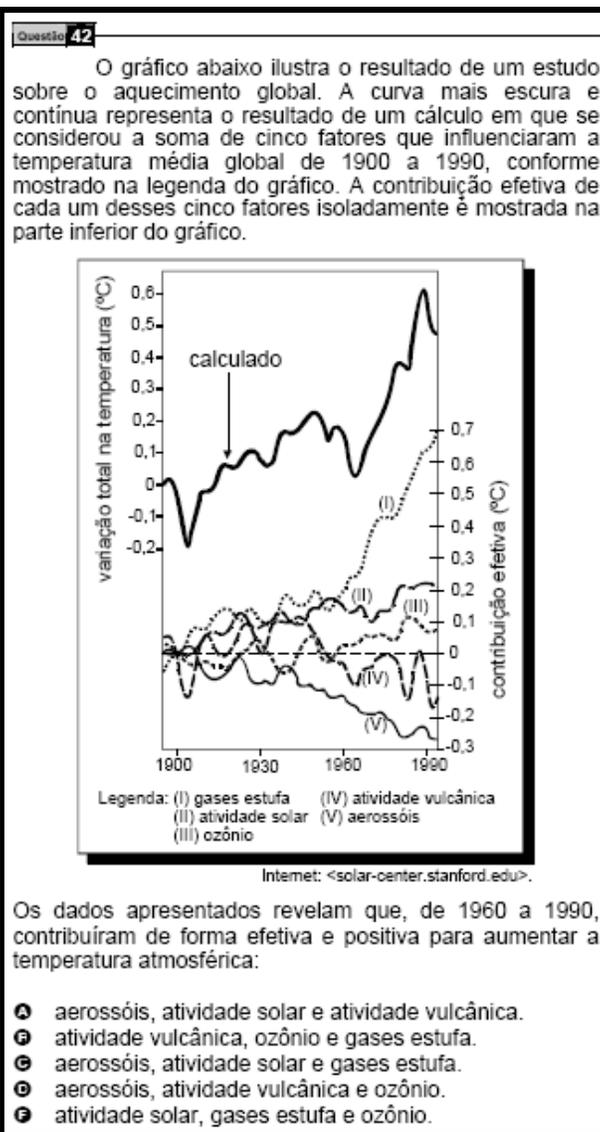
- A enfoca o problema da interrupção da cadeia alimentar, o qual decorre das variações climáticas.
- B alerta para prejuízos que o aquecimento global pode acarretar à biodiversidade no Ártico.
- C ressalta que o aumento da temperatura decorrente de mudanças climáticas permite o surgimento de novas espécies.
- D mostra a importância das características das zonas frias para a manutenção de outros biomas na Terra.
- E evidencia a autonomia dos seres vivos em relação ao *habitat*, visto que eles se adaptam rapidamente às mudanças nas condições climáticas.

Habilidade 13

Compreender o caráter sistêmico do planeta e reconhecer a importância da biodiversidade para preservação da vida, relacionando condições do meio e intervenção humana.

ENEM 2007 – QUESTÃO 42

Alternativa considerada correta: E



Habilidade 2

Em um gráfico cartesiano de variável socioeconômica ou técnico-científica, identificar e analisar valores das variáveis, intervalos de crescimento ou decréscimo e taxas de variação.

ENEM 2007 – QUESTÃO 58

Alternativa considerada correta: A

Texto para as questões 58 e 59

As pressões ambientais pela redução na emissão de gás estufa, somadas ao anseio pela diminuição da dependência do petróleo, fizeram os olhos do mundo se voltarem para os combustíveis renováveis, principalmente para o etanol. Líderes na produção e no consumo de etanol, Brasil e Estados Unidos da América (EUA) produziram, juntos, cerca de 35 bilhões de litros do produto em 2006. Os EUA utilizam o milho como matéria-prima para a produção desse álcool, ao passo que o Brasil utiliza a cana-de-açúcar. O quadro abaixo apresenta alguns índices relativos ao processo de obtenção de álcool nesses dois países.

	cana	milho
produção de etanol	8 mil litros/ha	3 mil litros/ha
gasto de energia fóssil para produzir 1 litro de álcool	1.600 kcal	6.600 kcal
balanço energético	positivo: gasta-se 1 caloria de combustível fóssil para a produção de 3,24 calorias de etanol	negativo: gasta-se 1 caloria de combustível fóssil para a produção de 0,77 caloria de etanol
custo de produção/litro	US\$ 0,28	US\$ 0,45
preço de venda/litro	US\$ 0,42	US\$ 0,92

Globo Rural, jun./2007 (com adaptações).

Questão 58

Se comparado com o uso do milho como matéria-prima na obtenção do etanol, o uso da cana-de-açúcar é

- A mais eficiente, pois a produtividade do canavial é maior que a do milharal, superando-a em mais do dobro de litros de álcool produzido por hectare.
- B mais eficiente, pois gasta-se menos energia fóssil para se produzir 1 litro de álcool a partir do milho do que para produzi-lo a partir da cana.
- C igualmente eficiente, pois, nas duas situações, as diferenças entre o preço de venda do litro do álcool e o custo de sua produção se equiparam.
- D menos eficiente, pois o balanço energético para se produzir o etanol a partir da cana é menor que o balanço energético para produzi-lo a partir do milho.
- E menos eficiente, pois o custo de produção do litro de álcool a partir da cana é menor que o custo de produção a partir do milho.

Habilidade 17

Na obtenção e produção de materiais e de insumos energéticos, identificar etapas, calcular rendimentos, taxas e índices, e analisar implicações sociais, econômicas e ambientais.

ENEM 2007 – QUESTÃO 59

Alternativa considerada correta: C

<p>Questão 59</p> <p>Considerando-se as informações do texto, é correto afirmar que</p> <ul style="list-style-type: none">A o cultivo de milho ou de cana-de-açúcar favorece o aumento da biodiversidade.B o impacto ambiental da produção estadunidense de etanol é o mesmo da produção brasileira.C a substituição da gasolina pelo etanol em veículos automotores pode atenuar a tendência atual de aumento do efeito estufa.D a economia obtida com o uso de etanol como combustível, especialmente nos EUA, vem sendo utilizada para a conservação do meio ambiente.E a utilização de milho e de cana-de-açúcar para a produção de combustíveis renováveis favorece a preservação das características originais do solo.

Habilidade 16

Analisar, de forma qualitativa ou quantitativa, situações-problema referentes a perturbações ambientais, identificando fonte, transporte e destino dos poluentes, reconhecendo suas transformações; prever efeitos nos ecossistemas e no sistema produtivo e propor formas de intervenção para reduzir e controlar os efeitos da poluição ambiental.

ENEM 2007 – QUESTÃO 60

Alternativa considerada correta: E

Questão 60
Qual das seguintes fontes de produção de energia é a mais recomendável para a diminuição dos gases causadores do aquecimento global?
<input type="radio"/> A Óleo diesel.
<input type="radio"/> B Gasolina.
<input type="radio"/> C Carvão mineral.
<input type="radio"/> D Gás natural.
<input type="radio"/> E Vento.

Habilidade 8
Analisar criticamente, de forma qualitativa ou quantitativa, as implicações ambientais, sociais e econômicas dos processos de utilização dos recursos naturais, materiais ou energéticos.

ANEXO B – Artigo citado como fonte na questão 48 ENEM 2002

Fonte: Revista Veja. A Natureza Contra-Ataca. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/acervodigital/home.aspx?edicao=1696&pg=08>>. Acesso em 10/05/2010.



Especial

A NATUREZA O



CONTRA-ATACA

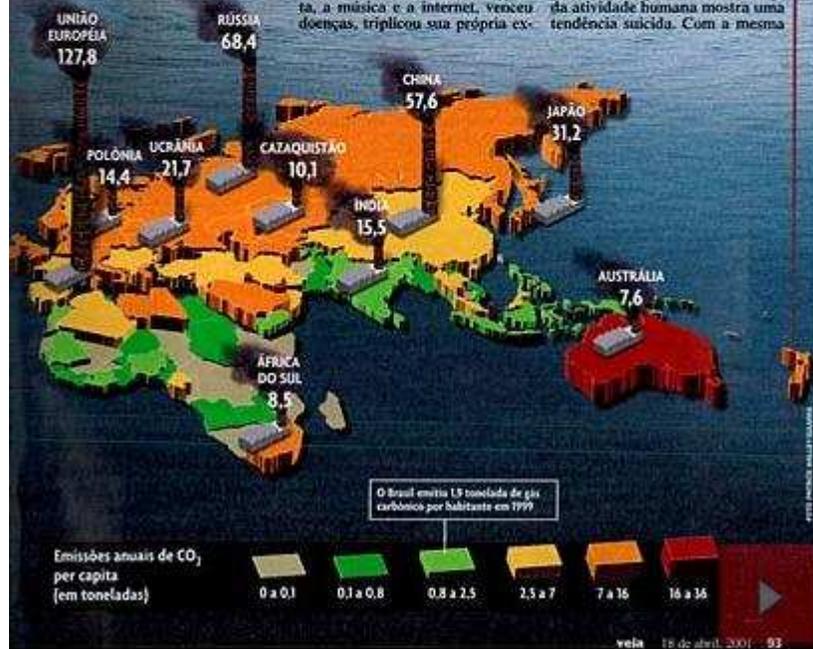
O planeta começa a responder com derretimento de geleiras, secas, escassez de água e aquecimento global aos milhares de anos de agressões feitas pelo homem

Bia Barbosa

No cálculo que se tornou clássico na literatura científica popular, o astrônomo Carl Sagan (1934-1996) propôs que se toda a história do universo pudesse ser comprimida em um único ano, os seres humanos teriam surgido na Terra há apenas sete minutos. Nesse período, o homem inventou o automóvel e o avião, viajou à Lua e voltou, criou a escrita, a música e a internet, venceu doenças, triplicou sua própria ex-

pectativa de vida. Mas foram também sete minutos em que a espécie humana agrediu a natureza mais que todos os outros seres vivos do planeta em todos os tempos. A natureza está agora cobrando a conta pelos excessos cometidos na atividade industrial, na ocupação humana dos últimos redutos selvagens e na interferência do homem na reprodução e no crescimento dos animais que domesticou.

A começar por seus bens mais preciosos, a água e o ar, o balanço da atividade humana mostra uma tendência suicida. Com a mesma



insolência de quem joga uma casca de banana ou uma lata de refrigerante pela janela do carro pensando que se está livrando da sujeira, a humanidade despeja na natureza todos os anos 30 bilhões de toneladas de lixo. Quem mais sofre com a poluição são os recursos hídricos. Embora dois terços do planeta sejam água, apenas uma fração dela se mantém potável. Como resultado, a falta aguda de água já atinge 1,3 bilhão de pessoas em todo o mundo. Se a Terra fosse do tamanho de uma bola de futebol, a atmosfera teria a espessura do fio de uma lâmina de barbear. Pois bem, essa estrutura delicada vem recebendo cargas de fumaça e gases venenosos num ritmo alucinante. Segundo avaliação do Instituto Worldwatch, em um único dia a humanidade e suas máquinas jogam na atmosfera mais gás carbônico que todos os seus antepassados antes da Revolução Industrial. Análises de amostras coletadas de ar encapsulado no gelo do Ártico, datadas conforme sua profundidade, confirmam essa avaliação. Cestras de espécies de peixes comestíveis foram extintas em apenas trinta anos pela pesca industrial, que usa satélites para localizar cardumes e redes tão desconhecidas que poderiam engolfar um prédio de quarenta andares. Pela presença de pessoas em seus habitats, animais estão sendo extintos num ritmo cinqüenta vezes mais rápido que o trabalho seletivo da evolução natural das espécies. Apenas um terço das florestas que viram a chegada dos colonizadores europeus às Américas ainda está de pé. O Brasil é quase uma vitrine da destruição tocada pelo homem. O país já perdeu 93% da Mata Atlântica, 50% do cerrado e 15% da Floresta Amazônica. E as montanhas continuam em aço.

Individualmente, as agressões acima seriam absorvidas pelo ecossistema global, acostumado a catástrofes naturais. O problema é que houve uma orquestração. Sem se dar conta, os 6 bilhões de pessoas tornaram-se um fardo pesado demais para o planeta, tanto sobre o solo quanto no mar e no ar. Agora, a natureza está mandando a conta. O efeito mais apocalíptico dessa mensagem é o aquecimento global, cuja causa mais provável é a concentração na atmosfera de gases produzidos pela queima de gasolina, óleo e outros combustíveis

ENCHENTES — Chuvas intensas fizeram o Rio Sena transbordar no mês passado. Paris não via inundações tão fortes há décadas

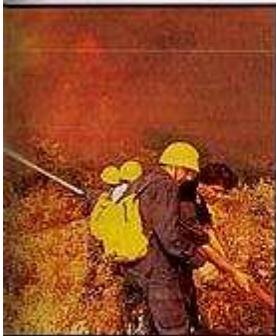
por fábricas e veículos. O acúmulo desses gases poluentes encapsula o calor do sol e não deixa que ele escape para o espaço sideral, transformando a atmosfera numa estufa. "Durante anos, parte da comunidade científica se enganou atribuindo o aquecimento aos ciclos naturais do planeta e às mudanças na atividade solar. Hoje existe uma quase unanimidade de que o problema é causado por nós mesmos", diz ninguém menos que Stephen Hawking, o reputado astrofísico inglês. O último relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, das Nações Unidas, foi incisivo nesse aspecto: "Já estamos e vamos continuar pagando o preço do que fazemos hoje com o planeta. Isso não é especulação. É uma constatação científica", afirma Thelma Krug, coordenadora-geral de Observação da Terra do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Somente no ano passado, cerca de 7 bilhões de toneladas de dióxido de carbono foram liberados na atmosfera.

Segundo especialistas, se o efeito estufa continuar a crescer no mesmo ritmo, a temperatura média da Terra pode aumentar 5,8 graus celsius até 2100. Essa





LITORAL — Em 1870, o farol ao lado foi construído a 450 metros da costa da Carolina do Norte, nos Estados Unidos. No fim da década de 80, o oceano já tinha avançado 50 metros e ele precisou ser removido



SECA — No verão passado, altas temperaturas causaram incêndios no sudeste e sul da Europa. Na Grécia, 150 focos de fogo atingiram as florestas



GELEIRAS — Icebergs com quilômetros de extensão se separam do continente em ritmo recorde. Se nada for feito, esse processo pode aumentar o nível do mar em até 80 centímetros

temperatura é 65% maior que o pior cenário de aquecimento global traçado há cinco anos por um grupo de cientistas. Na época, a previsão foi tachada de pessimista. Ninguém se iludia com a ideia de que a longo prazo todos estaremos mortos e, portanto, de que a Terra estar um pouco mais quente daqui a 100 anos é um problema para os netos de nossos bisnetos. Nada disso. Os primeiros sinais já estão por toda parte. São visíveis os recuos das geleiras em ambos os pólos. O Ártico perdeu 6% de sua área entre 1978 e 1996, um ritmo quatro vezes maior que o registrado por observadores do século XIX. Os verões estão mais longos e os invernos, mais curtos, atrapalhando o metabolismo dos pinguins, no sul, e dos ursos polares, no norte. Atribuem-se às mudanças climáticas provocadas pelo homem as inundações violentas que arrasaram bairros inteiros na Itália nos últimos anos. O efeito em cascata pode ser sentido a milhares de quilômetros de distância dos pólos. Em 1999, duas ilhas do Pacífico Sul desapareceram sob as ondas com o aumento do nível do mar causado pelo derretimento de geleiras.

No pior cenário, em algumas décadas o nível dos oceanos pode subir 80 centímetros. É uma catástrofe. Ilhas, deltas de rios, cidades costeiras acabariam debaixo

das águas. Países baixos como a Holanda teriam suas fontes de água doce comprometidas pela salinização, e a vida ficaria muito mais difícil. Cerca de 90 milhões de pessoas seriam afetadas diretamente pelo aquecimento global. Dezenas de milhões de outras sofreriam os efeitos indiretos do fenômeno. Com o calor, viriam as secas prolongadas e agudas. Em 25 anos, 5,4 bilhões de pessoas teriam de racionar água. Como escapar da catástrofe anunciada? Para a maioria dos cientistas, ainda existe tempo de reverter ou anular parte dos efeitos simplesmente reduzindo drasticamente as descargas de poluentes na atmosfera. A situação fica preocupante quando se sabe que houve um retrocesso nos Estados Unidos, o maior emissor, com 25% de todas as descargas de gases que aumentam a absorção de calor pela atmosfera. O presidente George W. Bush pretende ignorar solenemente os acordos internacionais de controle do efeito estufa. "Mesmo se mantivermos as emissões de CO₂ no nível em que estão hoje, a trajetória do planeta a longo prazo é extremamente preocupante", avalia Luiz Gylvan Meira Filho, presidente da Agência Espacial Brasileira, autoridade que fala internacionalmente em nome do governo brasileiro quando o assunto é aquecimento global. Fica cada vez mais claro que a humanidade precisa tratar com mais carinho sua hospedeira, a Terra. Biólogos como o inglês James Lovelock acreditam que os contra-ataques da natureza são resultado de ajustes naturais que os ecossistemas do planeta estão fazendo para manter a saúde da Terra. Essa é a chamada Hipótese Gaia. Segundo ela, a Terra é um organismo dotado da capacidade de manter-se saudável e que tem compromisso com todas as formas de vida — e não com apenas uma delas, o homem.

ANEXO C - Artigo citado como fonte na questão 12 ENEM 2006

Fonte: Revista Pesquisa Fapesp. Extinção de peso. Número 98, 2004. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/?ed=128&lg=>> Acesso em: 23/08/2009.

CAPA | CIÊNCIA

ZOOLOGIA

Extinção de peso

Teoria propõe que umidade excessiva alterou vegetação e eliminou grandes mamíferos na América do Sul, mas os preservou na África

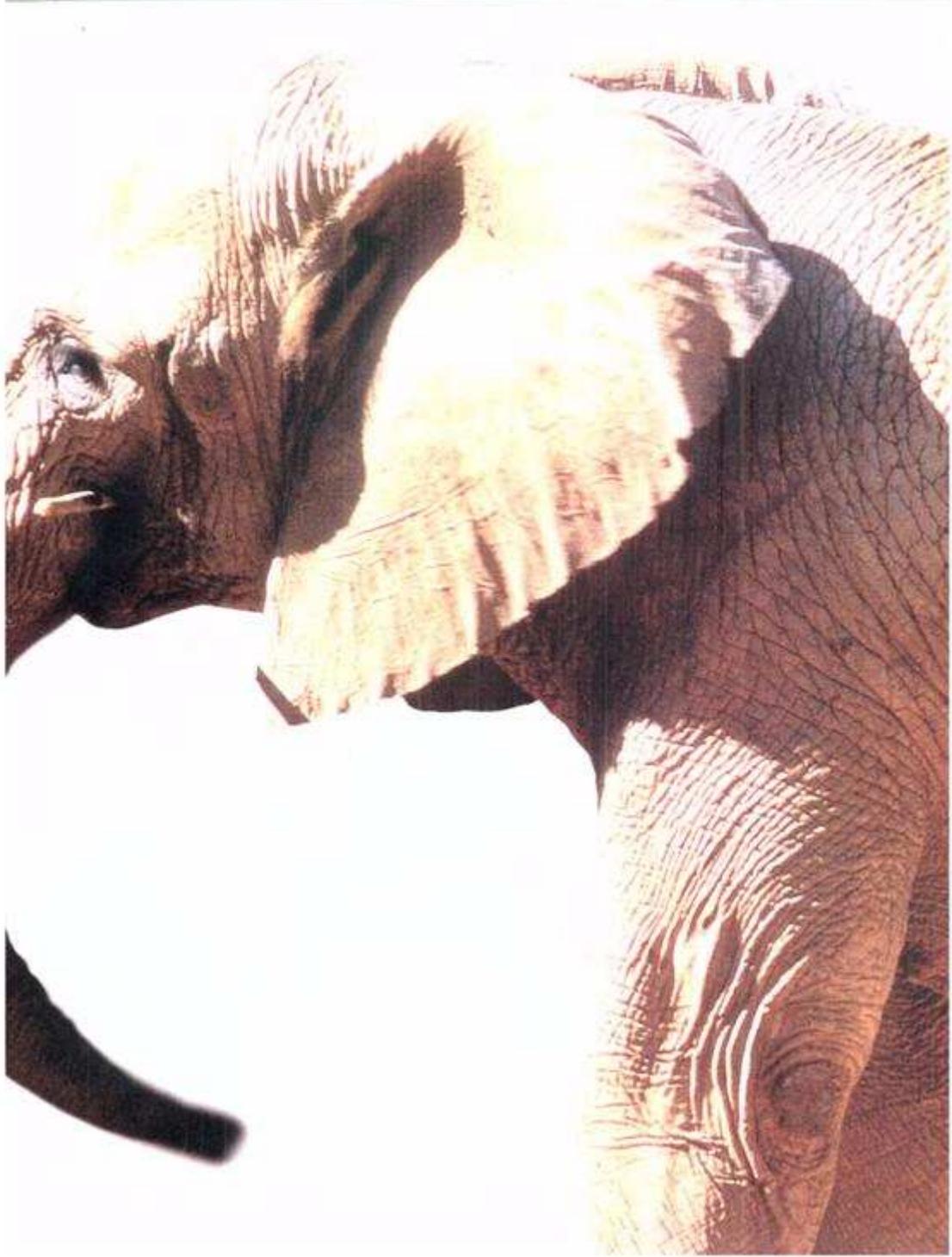
D é uma boa olhada nos dois paquidermes desta página, uma anta e um elefante. Apesar da visível diferença de porte, ambos são animais superlativos em seus continentes. Com no máximo 300 quilos e 2 metros de comprimento, a anta é o maior mamífero terrestre da América do Sul. Em seu habitat natural, suas medidas não são igualadas por ninguém. Ainda assim, sua configuração física é tímida perto da exibida por seu vizinho de página. Até 20 vezes mais pesado que seu colega sul-americano, e com pelo menos o triplo do seu tamanho, o elefante é o ser não-marinho mais colossal da África – na verdade, de todo o mundo. Na savana, a pescoçada girafa é mais alta, o

MARCOS PIVETTA



A anta e o elefante: depois da chuva abundante de cerca de 5 mil anos atrás, os maiores mamíferos terrestres de cada lado do Atlântico

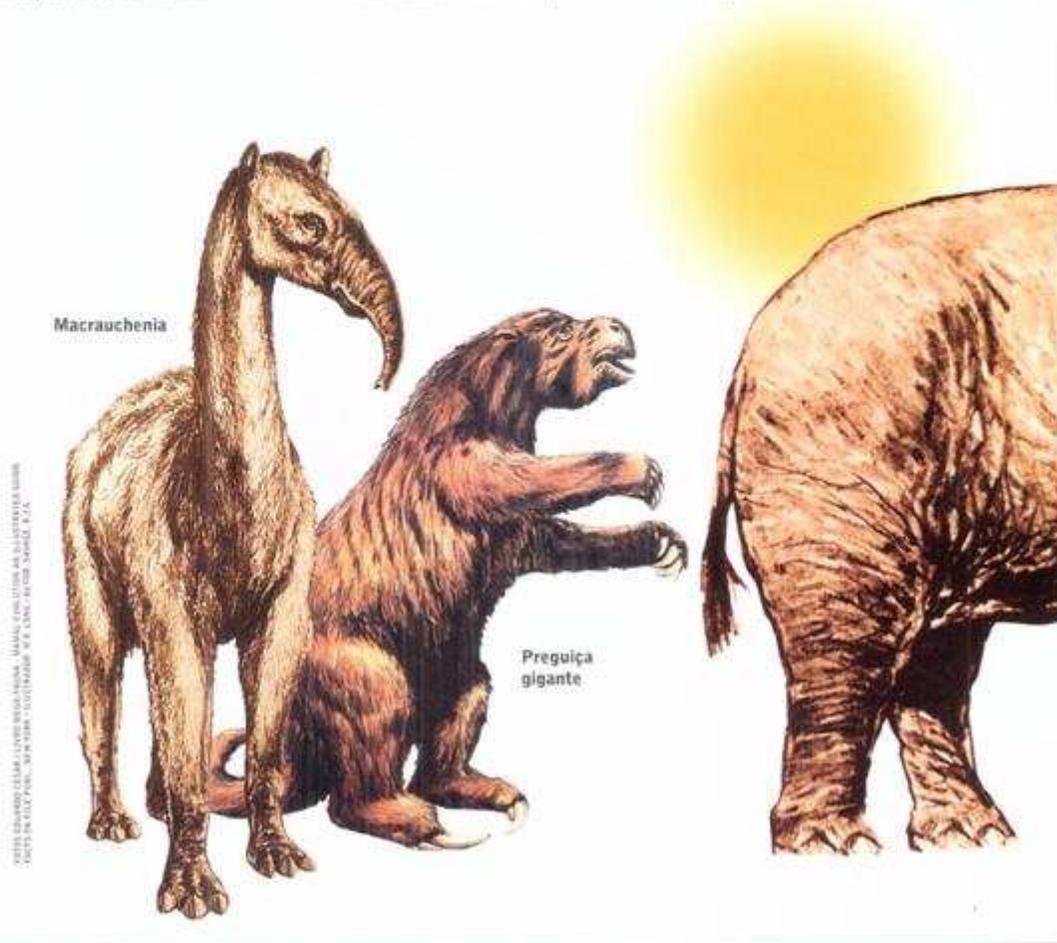
FOTO: ENRIQUE LUCAS



feroz leão carrega o título de rei dos animais, mas majestoso mesmo é o elefante. Por que o maior mamífero terrestre da América do Sul é tão menor do que o seu congênere africano? Porque aqui, como na maior parte do planeta, a chamada megafauna se extinguiu por completo, de forma ainda não muito bem explicada, em algum momento da história recente, enquanto lá algumas de suas linhagens, como as que geraram os atuais elefantes, girafas e rinocerontes, encontraram formas de se preservar ao longo do tempo. Certo, mas aí vem a verdadeira pergunta: se a América do Sul tinha, há uns 15 mil anos, uma fauna de mamíferos com diversidade e porte semelhantes à da África, por que, afinal, nossa megafauna morreu e a deles não?

Segundo uma nova teoria, formulada pelo pesquisador Mário de Vivo, do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (USP), com a colaboração da bióloga e estudante de doutorado Ana Paula Carmignotto, uma significativa mudança climática pode ter sido o elemento-chave para explicar tanto o desaparecimento da megafauna na América do Sul como a sua razoável preservação na África: a quantidade acima do normal de água que despenhou sobre os dois continentes no meio do Holoceno, época geológica (mais quente) iniciada há cerca de 11 mil anos, após o fim da última Era do Gelo, e que se estende até os dias de hoje. Choveu demais, as antigas áreas de savana-cerrado – o habitat por excelência

dos grandes e médios mamíferos, geralmente situado em áreas tropicais de umidade moderada para baixa – tornaram-se extremamente densas e fechadas, com muitas árvores, e praticamente viraram extensões das vizinhas florestas tropicais. Na África, a maioria dos mamíferos de grande porte, geralmente herbívoros que viviam em bandos, conseguiu migrar para novas zonas de vegetação aberta, com poucas árvores e alguma pastagem. Em função da alteração climática, esse tipo de formação vegetal surgiu em áreas hoje desérticas, situadas nas extremidades norte e sul do continente. Aqui os maiores bichos, concentrados na porção centro-norte da América do Sul, não encontraram um ambiente próximo compatível com seu estilo de vida. Fal-



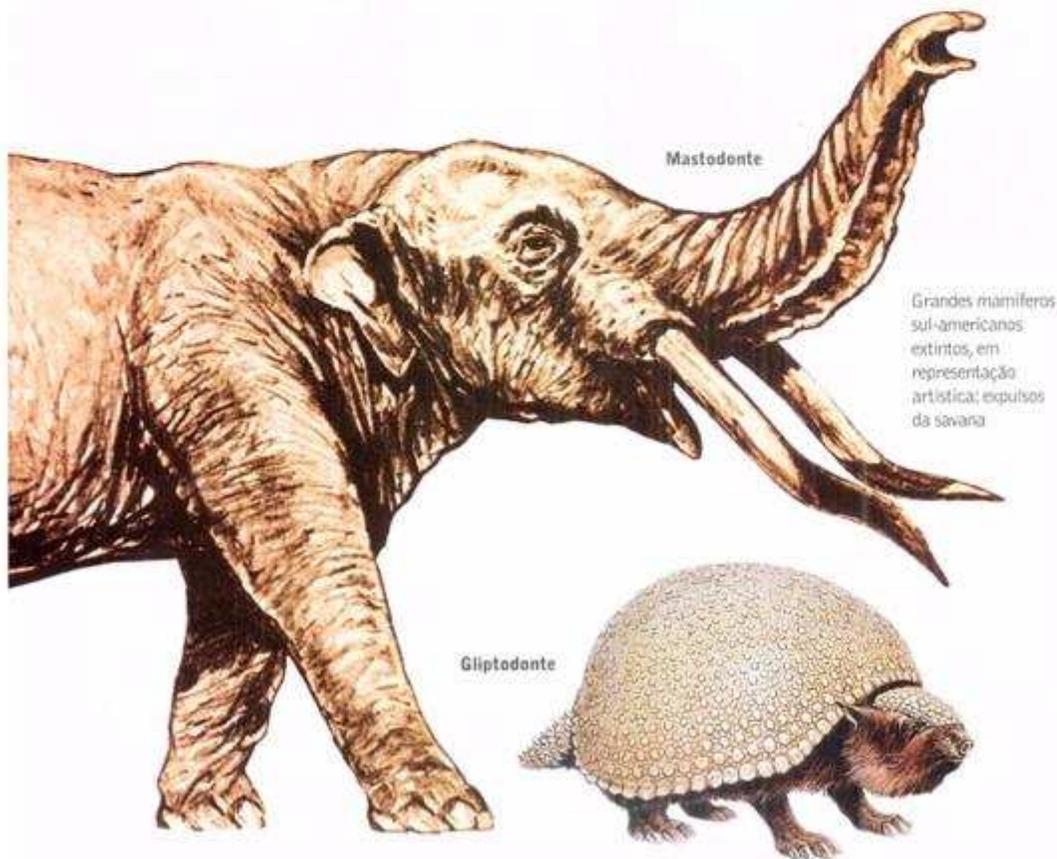
tou savana para eles. "A maioria dos autores costuma dizer que a manutenção de exemplares da megafauna na África se deu por um motivo que não teve nada a ver com o seu desaparecimento na América do Sul", afirma De Vivo. "Discordo dessa visão e acho que os dois processos foram consequência da mesma causa, o excesso de umidade que alterou a vegetação em ambos os continentes."

Clima e vegetação - Para bolá sua teoria sobre a megafauna, que será publicada em breve num artigo científico no *Journal of Biogeography*, professor e aluna da USP fizeram uma detalhada pesquisa multidisciplinar sobre os mamíferos, extintos e vivos, da América do Sul e da África. Também levantaram dados

sobre como eram - ou podem ter sido - o clima e a vegetação nesses dois continentes nos últimos 20 mil anos. Grande parte dos trabalhos se deu no âmbito de um projeto temático financiado pela FAPESP e coordenado por De Vivo, que estuda a evolução e a conservação dos mamíferos presentes atualmente no leste do Brasil. O zoólogo é o primeiro a admitir que seu modelo não é perfeito, tampouco é capaz de responder a todas as perguntas sobre a megafauna. Ainda assim, acredita que sua teoria, apesar das limitações, pára em pé. "A explicação faz sentido quando se olha para o passado e o presente dos mamíferos na África e na América do Sul", diz ele.

A lógica do ponto de vista defendido pela dupla da USP baseia-se numa seqüência relativamente simples, mas

engenhosa, de deduções e conclusões a partir da análise de uma série de dados e trabalhos sobre as megafaunas sul-americana e africana. De Vivo viu que os maiores mamíferos terrestres de ambos os continentes - aqueles extintos na América do Sul e os de grande porte ainda presentes na África, como elefantes, rinocerontes e girafas - precisam de grandes áreas abertas, com pastagem e sem muitas árvores, para manter o seu modo de vida. "Na África, ainda existem espécies de elefantes e de búfalos que moram dentro da floresta, na verdade em áreas de clareiras no meio da mata fechada", pondera o zoólogo. "Mas esses animais vivem em bandos pequenos e são bem menores do que os típicos elefantes e búfalos da savana." Portanto, se hoje os gran-



Antes e depois da grande chuva

Megafauna teria sido eliminada da América do Sul pelos efeitos da forte mudança climática



Entre 20 mil e 13 mil anos

Os dois continentes eram extremamente secos, com vastas áreas de savanas e florestas formadas por árvores esparsas e gramíneas. Clima e vegetação eram ótimos para os grandes mamíferos terrestres.



Fonte: Mario de Vivo/USP

des mamíferos habitam pradarias com árvores esparsas, esse também deve ter sido há alguns milhares de anos o ambiente natural da megafauna.

Até aí não há nada de muito novo. Todos os registros fósseis levam a esse tipo de raciocínio. O passo seguinte foi criar um modelo climático-vegetativo razoavelmente confiável que indicasse onde pode ter havido savanas, ou algo próximo disso, na África e na América do Sul entre o final da época geológica chamada Pleistoceno – mais ou menos entre 20 e 13 mil anos atrás, no auge da última grande glaciação – e o meio do Holoceno, há cerca de 5 mil anos. O único parâmetro encontrado por De Vivo foram os índices de umidade, de pluviosidade, dos dois continentes, um dos fatores, ao lado da temperatura, mais importantes na caracterização do clima – e, por extensão, da vegetação – de uma região durante um período de tempo. Com os indícios pré-históricos sobre a quantidade de chuva que atingiu os dois blocos de terra firme sepa-

rados pelo Atlântico sul, o pesquisador construiu dois cenários esquemáticos e radicalmente opostos sobre como as variações climáticas podem ter promovido mudanças radicais em seus tipos de vegetação. Essa é grande contribuição do seu trabalho.

O primeiro cenário se situa no chamado Último Máximo Glacial, entre aproximadamente 20 mil e 13 mil anos atrás, no final do Pleistoceno. Dentro da Era do Gelo, quando boa parte do globo foi coberta por geleiras, esse é o momento em que, tomando por base os índices contemporâneos de pluviosidade, registrou-se a menor quantidade de umidade na África e na América do Sul. Foi o ápice da estiagem (e do frio). O ambiente extremamente seco garantia a existência de vastas áreas de savana aberta, com árvores esparsas e muitas gramíneas, e de mosaicos de floresta aberta com enclaves de savana na maior parte do território dos dois continentes (veja mapas acima). Se em algumas regiões

a seca foi extremamente forte, em outras ainda choveu bastante para manter muita vegetação, mesmo que aberta. Não faltavam, portanto, comida e espaço para a manutenção do estilo de vida da megafauna tanto na África como na América do Sul. "Não é possível precisar qual era o nível exato de umidade no último Glacial Máximo", comenta De Vivo. "Mas deve ter chovido anualmente menos do que 1.500 milímetros em muitas áreas."

Hoje áreas com esse índice de pluviosidade não comportam florestas tropicais extremamente densas – e o mesmo deve ter acontecido no passado. Alguns autores acham que o frio e a seca ainda mais intensa dessa fase glacial podem ter sido os responsáveis pela morte da megafauna na América do Norte. Para o pesquisador da USP, isso pode ter sido verdade lá em cima, mas não aqui em baixo. Na verdade, ele pensa



justamente o contrário. “Nessa fase, as condições de vida para os grandes mamíferos na América do Sul e na África devem ter sido ótimas, pois deveria haver muitas áreas de savana para esses animais”, diz De Vivo. Não se deve esquecer que, devido à sua posição geográfica eminentemente entre os trópicos, os dois continentes austrais foram menos afetados pela glaciação do que, por exemplo, a Europa e a América do Norte, situadas em zonas temperadas.

O segundo cenário localiza-se no Ótimo Climático do Holoceno, entre 8 mil e 3 mil anos atrás. Nesse momento, tudo mudou em relação à fase anteriormente descrita: o clima é úmido como nunca, talvez uns 30% a mais do que hoje, e a vegetação da América do Sul e da África sofre mutações radicais. Segundo De Vivo, é agora que o cerco sobre a megafauna se fecha de vez, em especial aqui. O excesso de umidade transformou a América do Sul, quase de ponta a ponta, num con-

tinente com formações vegetais tão densas e fechadas que inviabilizaram a manutenção das maiores linhagens de mamíferos terrestres. Expulsa de seu ambiente original pelo avanço da mata cerrada, a megafauna teve de procurar novas áreas de savana para garantir a sua sobrevivência. “Mas na América do Sul, ao contrário do que ocorreu na África, não restaram áreas de cerrado-savana próximas aos locais onde viviam os grandes mamíferos”, afirma a bióloga Ana Paula Carmignotto. “Nessa fase, a única região com essas características era a Patagônia, no sul da Argentina e Chile, mas essa área era muito fria e de difícil acesso.” E os maiores mamíferos não devem ter conseguido fazer a migração e ficaram pelo caminho. Por falta de espaço físico para se mover e de gramíneas para comer, fabulosos animais pereceram em terras sul-americanas. Adeus preguiças gigantes, gliptodontes (que lembravam grandes tatus), mastodontes e tigres-dentes-de-sabre. Sobraram apenas bi-

chos de tamanho médio para baixo, o que explicaria o fato de a modesta anta ser atualmente o maior mamífero do continente.

Salvos pelo Saara - Na outra margem do Atlântico Sul, houve um processo semelhante, mas as consequências foram bem menos trágicas. Na África Central, a chuva abundante do Holoceno médio também metamorfoseou as savanas e florestas abertas em matas mais cerradas, impróprias para a vida das espécies que compunham a megafauna. Mas, em compensação, a umidade extra do período conferiu feições mais amenas, de savana, à duas áreas então áridas e semi-áridas do continente, os desertos do Saara, ao norte, e do Kalahari, ao sul. Na prática, sempre segundo o modelo proposto por De Vivo, as extremidades da África serviram de refúgio, durante esse período mais chuvoso, para os mamíferos de maior porte que tinham sido expulsos da porção central do continente pelo

avanço da floresta sobre as antigas savanas. "Uma série de pinturas rupestres de até 8 mil anos de idade mostra que o Saara (com áreas de savana) já abrigou populações de girafas", comenta De Vivo. Anos mais tarde, quando a umidade deixou de ser excessiva, e o clima assumiu feições parecidas com as atuais, os desertos que haviam virado savana voltaram a ser desertos e as savanas que haviam se transformado em floresta retornaram à condição de savana. Então, as linhagens sobreviventes de megafauna e de outros mamíferos de porte médio, que haviam encontrado seu oásis nos desertos do Ótimo Climático do Holoceno, puderam retornar ao seu ambiente clássico, as savanas da África Central. Segundo o modelo de Vivo/Carmignotto, é por isso que hoje há elefantes, rinocerontes, girafas, hipopótamos na África – e não na América do Sul.

Não é a primeira vez que um especialista atribui o desaparecimento da megafauna sul-americana a alterações climáticas – e não a outras razões, como a chegada do homem ou de novas doenças ao continente. Isso não quer dizer que as idéias dos pesquisadores da USP sejam exatamente iguais às de outros estudiosos do assunto. Na verdade, pelo menos dois pontos em sua teoria são distintos das demais hipóteses que apontam o clima como maior vilão dessa história. Diferença número um: o momento em que foi dado o golpe final nos grandes mamíferos da América do Sul. Para De Vivo, o último sopro de vida desses animais ocorreu entre 8 e 3 mil anos atrás, no meio do Holoceno, depois do término da última grande glaciação. Para outros autores, a extinção se deu um pouco antes, há mais de 11 mil anos, ainda no Pleistoceno, época geológica que antecedeu ao Holoceno e popularmente é chamada de a Era do Gelo. Diferença número dois: a mudança climática que inviabilizou a vida da megafauna daqui foi o

excesso de umidade do meio do Holoceno, época em que vivemos hoje – e não a sua falta do final do Pleistoceno, como advogam outros pesquisadores. "Muitos pesquisadores acreditam que foi o período mais seco e frio (do Pleistoceno) que matou a megafauna da América do Norte, mas acreditamos que, na América do Sul, ocorreu justamente o contrário", afirma Ana Paula.

As hipóteses formuladas para explicar a extinção da megafauna na maior parte do globo podem ser agrupadas em três grandes categorias, que formam um jogo de palavras em inglês: *overkill* (os homens caçaram em demasia os bichos), *overkill* (a culpa foi do surgimento de novas e letais doenças) e *overkill* (o intenso frio seco no fim da última glaciação congelou os bichos). No Brasil, é difícil encontrar quem defenda as duas primeiras teorias. "Já vi

O PROJETO

Sistemática, Evolução e Conservação de Mamíferos do Leste do Brasil

MODALIDADE
Projeto Temático

COORDENADOR
Mário de Vivo – Museu de Zoologia/USP

INVESTIMENTO
R\$ 789.083,78

150 mil peças (ossos e artefatos) do Pleistoceno brasileiro e só encontrei indícios de marcas intencionalmente causadas pelo homem em uma delas", diz o paleontólogo Castor Cartelle, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e da Pontifícia Universidade Católica de Minas (PUC-MG), um dos maiores especialistas em megafauna do país. "Honestamente, essa história de *overkill* é uma idiotice. Também não conheço nenhum caso histórico de zoonose que tenha eliminado uma espécie (de megafauna) de um continente inteiro."

Paleontólogo aposentado da Universidade Federal do Acre (Ufac), Alceu Ranzi acredita, a exemplo de Cartelle, que o elemento – chave para o sumiço da megafauna sul-americana foi algum tipo de alteração climática, durante o Pleistoceno ou na transição desta época para o Holoceno. "Como a entrada do homem nas Américas (há cerca de 11 mil anos) foi mais ou menos contemporânea à extinção dos grandes mamíferos, alguns pesquisadores dizem que uma coisa levou necessariamente à outra", afirma Ranzi. "A megafauna até pode ter sido alvo de caça, mas não deve ter sido isso que a levou à extinção. Não há cemitério desses bichos cheios de flechas humanas." Anos atrás, Ranzi encontrou camelídeos (guanacos, alpacas, lhamas) de 18 mil anos de idade na Amazônia, uma evidência de que deve ter havido ali, pouco antes do fim do Pleistoceno, um tipo de ambiente mais próximo

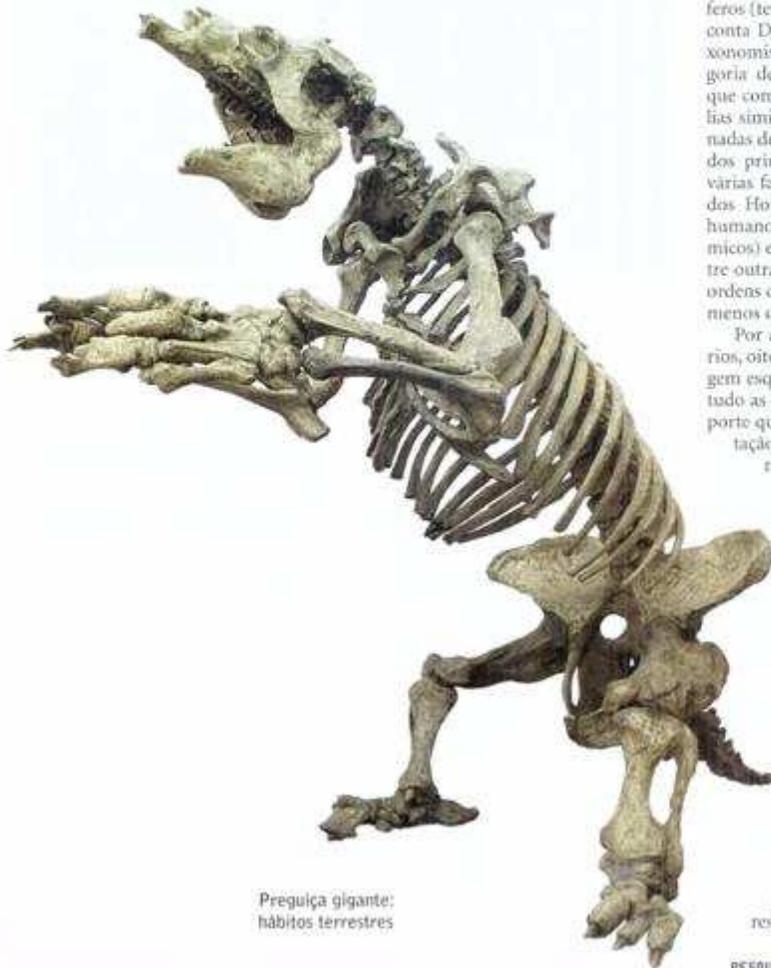


Tigre-dentes-de-sabre;
carnívoro entre herbívoros

das savanas do que da atual floresta tropical. Mais ou menos como afirma De Vivo em seu modelo climático-vegetativo para a América do Sul e África.

Os mamíferos surgiram provavelmente há cerca de 220 milhões de anos, no período geológico denominado Triássico Superior, mais ou menos no mesmo momento da pré-história em que apareceram os dinossauros. Seus primeiros exemplares eram animais muito pequenos, de uns poucos centímetros, parecidos com modernos ratos ou esquilos selvagens. Aparentemente comiam insetos e ti-

nham hábitos noturnos. Sua evolução foi lenta e durante aproximadamente 150 milhões de anos viveram aos pés dos grandes répteis. Somente depois do misterioso desaparecimento dos dinossauros, há 65 milhões de anos, no final do período Cretáceo, passaram a assumir formas e tamanhos variados. Com o tempo, os maiores se transformaram em criaturas quase tão avantajadas quanto os colossais répteis que os precederam, como preguiças e camelídeos gigantes, mamutes, mastodontes e gliptodontes, às vezes com alguns metros de altura e toneladas de peso.



Preguiça gigante:
hábitos terrestres

A literatura científica mostra que, embora sempre tenham contado com espécies particulares, próprias de seus continentes, a América do Sul e a África tiveram faunas de mamíferos terrestres com semelhante grau de diversidade até um passado relativamente recente. Ao longo de todo o período Terciário (entre 65 milhões e 1,8 milhão de anos atrás) e de boa parte do Quaternário (entre 1,8 milhão de anos atrás até os dias de hoje), havia até, segundo alguns autores, mais formas de mamíferos não-voadores e não-aquáticos aqui do que lá. "A América do Sul tinha 20 ordens de mamíferos (terrestres) e a África, apenas 13", conta De Vivo. Na linguagem dos taxonomistas, uma ordem é uma categoria de classificação de organismos que compreende uma ou várias famílias similares ou intimamente relacionadas de seres vivos. Dentro da ordem dos primatas, por exemplo, figuram várias famílias de mamíferos, como a dos Hominidae (grandes macacos e humanos), dos Callitrichidae (saguis e micos) e dos Lemuridae (lêmures), entre outras. Hoje, a África apresenta 11 ordens de mamíferos terrestres, uma a menos do que a América do Sul.

Por algum motivo, ou mesmo vários, oito ordens desaparecem da margem esquerda do Atlântico Sul, sobretudo as de animais de grande e médio porte que moravam em áreas de vegetação aberta, e somente duas na margem direita. Não por acaso, se foi adotado o peso dos animais como um indicador de seu tamanho, a categoria dos mamíferos terrestres com menos de 5 quilos é a única em que há mais espécies na América do Sul do que na África (622 contra 587). Em todas as demais, o continente das girafas e elefantes apresenta mais espécies de animais de sangue quente do que o Brasil e seus vizinhos hispânicos. "Ficamos basicamente com os bichos de floresta, pequenos, e eles com os de savana, maiores", resume De Vivo. ♦

FOTO: EVANGELISTA

ANEXO D – Artigo citado como fonte na questão 39 ENEM 2007

Fonte: Revista Globo Rural. Disponível em: <www.revistagloborural.globo.com>. Acesso em: 03/06/2010.



Sementes

CAIXA-FORTE GELADA

Num dos pontos mais frios do mundo, já está quase pronta a fortaleza à prova de catástrofes naturais que irá preservar o DNA de todas as plantas cultivadas na Terra

Ilustração EVISION



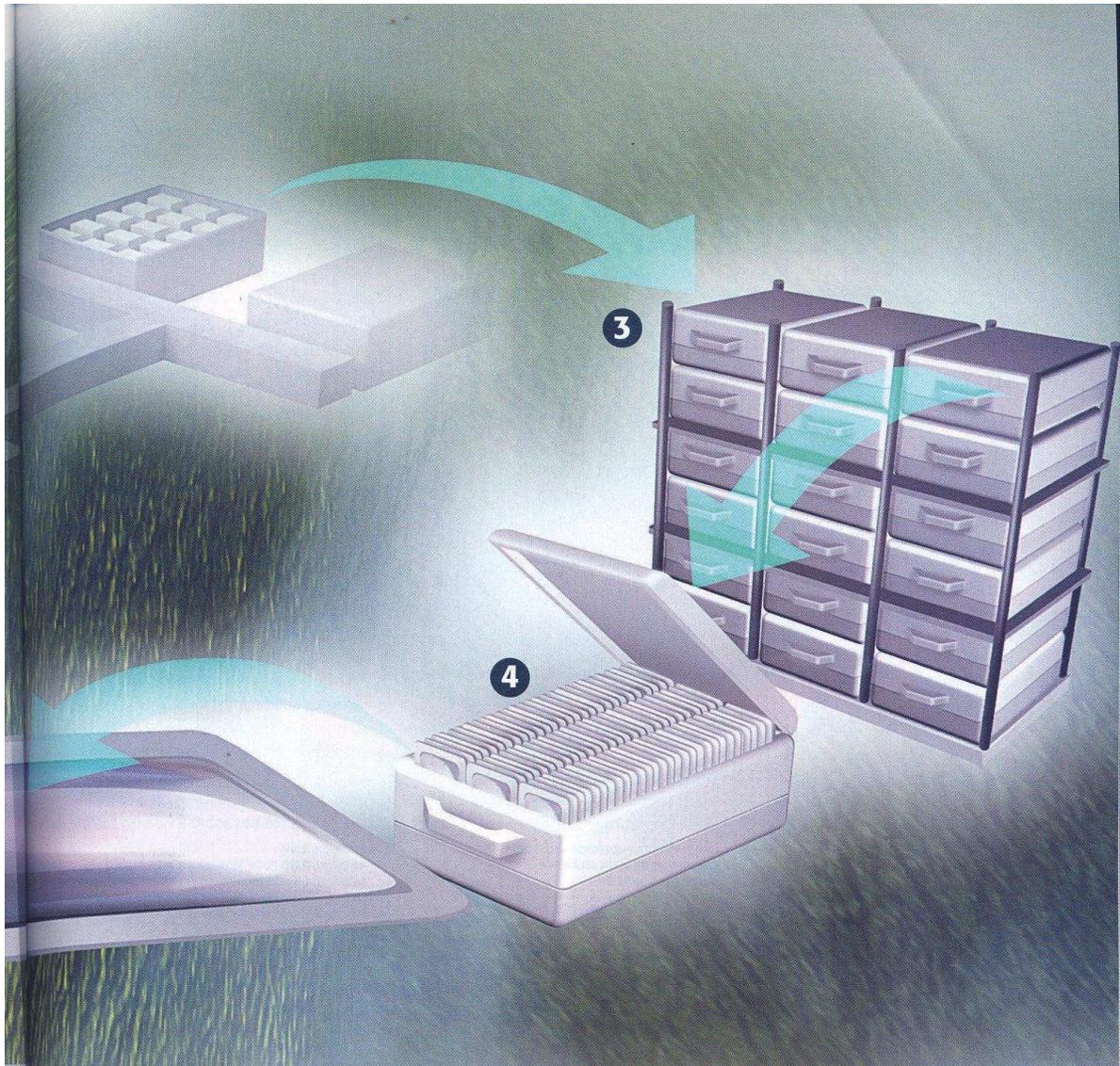
O supercofre vegetal está quase completo. Dez meses atrás, contamos em uma nota nesta seção que o maior e mais importante banco de sementes do mundo iria ser construído na Noruega, numa ilha no Círculo Polar Ártico. Pois o projeto está em fase final, devendo ficar pronto a partir de outubro. No gráfico, é possível entender como vai funcionar esse grande cofre, segundo o projeto revelado recentemente pelo governo norueguês.

Batizado como Svalbard Global, o supercofre instalado em terras gélidas irá funcionar como um seguro para a preservação da genética das plantas utilizadas em cultivos em todo o planeta, assim como de suas parentes selvagens.

Calcula-se que já existam hoje cerca de 1.400 bancos de sementes no mundo. Mas essas estruturas nem sempre apresentam as melhores condições para o armazenamento do material ou fornecem uma proteção 100% segura contra doenças e pragas.

O projeto desenvolvido pela Noruega – ao custo de cerca de seis milhões de dólares – não somente promete manter as sementes livres desses problemas como também oferecer proteção contra guerras, poluição, inundações, mudanças climáticas e até desastres nucleares. Países do mundo inteiro irão contribuir para o abastecimento do cofre gelado. O Svalbard Global terá capacidade para armazenar sementes de até três milhões de espécies, que serão usadas apenas quando todas as outras fontes se esgotarem.

A
1
entra
seme
senso
câmar
O pré
ilumin
rentes
ano), s
meses



A ARCA DE NOÉ VEGETAL

1 ACESSO

O controle da entrada da caixa-forte de sementes será feito com sensores de movimento e câmaras computadorizadas. O prédio ficará sempre iluminado (com cores diferentes conforme a estação do ano), sobretudo nos longos meses de inverno da região.

2 ESTRUTURA

Ocupando uma área escavada no permagel (solo congelado) e revestida por aço, a construção é constituída basicamente por um túnel de 150 metros de comprimento que conduz a duas câmaras mantidas sob pressão controlada.

3 ARMAZENAGEM

As duas câmaras são repletas de prateleiras para estocagem das sementes, renovadas periodicamente. No entanto, o ar no interior das salas é mantido sob temperaturas negativas para que o material não perca sua viabilidade e possa ser mantida indefinidamente.

4 CAIXAS

Fabricadas com plástico corrugado, abrigam envelopes contendo as sementes e são acomodadas nas prateleiras das câmaras. Cada envelope ostenta um número de série que remete a informações genéticas das sementes, como linhagem e variedade.

5 ENVELOPES

São produzidos com uma espécie de filme de poliéster metalizado, material similar ao utilizado pela indústria farmacêutica. Selados a vácuo, têm capacidade para guardar até 500 sementes, sendo resistentes a umidade e a perfurações.

ANEXO E – Artigo citado como fonte na questão 40 ENEM 2007

Fonte: Revista Scientific American Brasil. Disponível em: <http://www2.uol.com.br/sciam/edicoes_anteriores/>. Acesso em: 15/01/2010.

RESPIRAÇÃO ATÉ RECENTEMENTE INSUSPEITA PERMITE EVOLUÇÃO DA VIA LÁCTEA

SCIENTIFIC AMERICAN

ANO 2 – Nº 21
FEVEREIRO DE 2004
WWW.SCIAM.COM.BR

R\$ 8,90
PORTUGAL
€ 3,80



Brasil



MAIOR CIDADE DO NEOLÍTICO MOSTRA **IGUALDADE SEXUAL** EM 7000 a.C.

COMPREENSÃO MAIS CLARA DA **ESQUIZOFRENIA** AUMENTA CHANCES DE TRATAMENTO

EFEITO ESTUFA
ANTECIPA PRIMAVERA E ROMPE A SINCRONICIDADE DO AMBIENTE

ÁTOMOS

que constroem
o TEMPO e o
ESPAÇO

Gravidade quântica substitui grandezas contínuas por pacotes discretos



Muitas espécies já reagem ao aquecimento global mudando de região.

As menos ágeis ficarão para trás

km da África Ocidental tropical para Hoge Veluwe, parece estar sofrendo de um desajuste deste tipo, entre condições nos locais de nidificação e invernação. Como os pardais grandes (*great tits*), os papa-moscas alimentam seus filhotes com lagartas, que atingem pico de abundância 15 dias mais cedo que há 20 anos. Mas os papa-moscas estão chegando virtualmente na mesma data em que chegavam em 80. Em um artigo na *Nature*, em 2001, Both e Marcel Visser observam que a indicação dos papa-moscas para deixar a África é a duração do dia, o que explica porque seu tempo de chegada não se alterou.

Os pássaros têm compensado sua migração tardia encurtando o período de repouso depois que alcançam a Holanda. O intervalo entre a chegada e a reprodução encolheu 10 dias desde 80. Mas isso não é suficiente para produzir incubações em sincronia com o pico de lagartas. Hoje, apenas os primeiros papa-moscas têm filhotes saudáveis. Os restantes têm filhotes abaixo do peso ou não têm nenhum. As aves pararam de fazer ninhos em florestas onde a estação das lagartas ocorre mais cedo. Both diz que até agora o número de papa-moscas não parece ter diminuído, mas isso pode mudar se o aquecimento se mantiver, já que os pássaros provavelmente não podem reduzir mais o intervalo entre a chegada e o acasalamento. Both e Visser especulam que o mesmo mecanismo que afeta os papa-moscas listrados pode ser um dos fatores por trás do declínio no número de outros migradores europeus em anos recentes.

O Dilema dos Pingüins

HÁ DIVERSOS SINAIS DE ALARME, mas até agora poucos casos em que um desajuste causado pela mudança climática tenha realmente tido impacto sobre a população vegetal ou animal. No entanto, o biólogo William Fraser, da Montana State University, diz ter evidências de que a mudança

do clima esteja causando a extinção dos pingüins de Adélia, que vivem na costa oeste da Península Antártica. Durante os últimos 30 anos, Fraser documentou um surpreendente declínio de 70% no número de pingüins de Adélia nidificando em certas ilhas nas vizinhanças da estação Palmer, uma das três bases de pesquisa dos Estados Unidos na Antártida. Ele acredita que a mudança climática esteja afetando as aves por um mecanismo anteriormente insuspeito, provando a dificuldade de se antecipar como a Natureza reagirá à elevação da temperatura.

A Península Antártica tem experimentado aquecimento maior que qualquer outro lugar na Terra. Nos últimos 50 anos, as temperaturas de inverno nesta parte da Antártida subiram quase 6° C. Ao contrário do esperado, o aquecimento tem aumentado a precipitação de neve. Isto acontece porque o gelo marinho, que forma um manto impermeável sobre o oceano, está decrescendo com a elevação da temperatura, permitindo que mais umidade escape para a atmosfera. Essa umidade cai na forma de neve. Fraser diz que as colônias que sofrem as piores perdas estão localizadas nas encostas voltadas para o sul das colinas, com

áreas rochosas de nidificação. Ele descobriu que estas áreas sofrem também o maior impacto devido ao excesso de neve que cai ao longo da península. As faces voltadas para o Sul, abrigadas dos ventos prevalentes nas tempestades de inverno desta região, são as últimas a derreter na primavera, porque acumulam bancos de neve no inverno e recebem relativamente pouco do calor solar (encostas Sul são mais ensolaradas no hemisfério norte; o oposto vale no hemisfério austral). Mas, segundo explicou Fraser durante entrevista na estação Palmer, os Adélias estão altamente condicionados “à ocorrência de circunstâncias dentro de uma cronologia precisa” e a neve extra está alterando essa cronologia.

Logo depois de chegarem a estas ilhas para a reprodução, em outubro, as aves precisam de solo nu para construir seus ninhos de pedregulhos. Se a neve não derrete a tempo, eles tentam nidificar sobre ela, mas isto não funciona. Quando a neve finalmente derrete, os ovos se encharcam de água, e “goram”. A precipitação real varia de ano para ano, mas no decorrer do tempo o aumento de neve tem gradualmente reduzido o número de novos membros acrescentados às colônias, que estão morrendo por desgaste. Fraser chama o dilema dos pingüins de “desajuste entre física e biologia”. Ele prediz que, à medida que continua o processo, uma parte maior de cada ilha será afetada, extirpando os Adélias da região em 15 anos. Diz ele que os Adélias são “indicadores extremamente sensíveis das perturbações induzidas pelo clima”, sugerindo que importantes mudanças podem estar à espreita noutras partes. Eles são “uma peça a mais da evidência de que o planeta está mudando”.

Os pesquisadores dizem que, em muitos casos, plantas e animais serão capazes de se adaptar à alteração das condições, evitando o destino dos pingüins de Adélia de Fraser. Em pelo menos alguns casos, no



EM TRÊS DÉCADAS, a população de pingüins Adélia perto da base Palmer de pesquisa dos EUA, na Antártida, diminuiu 70%



TEMPERATURAS EM ASCENSÃO na costa oeste da Península Antártica têm causado maior precipitação de neve. A neve derretida faz "gorar" os ovos dos pingüins Adélia em nidificação

entanto, é pouco provável que um mecanismo evolucionário resolva o problema criado pelo aquecimento climático. Por exemplo, a evolução poderia, em princípio, produzir um pardal que pusesse ovos mais cedo e assim se mantivesse em sincronia com as lagartas dos carvalhos no parque Hoge Veluwe. Mas há uma pegadinha: antes que os pardais fêmeas adultos possam produzir ovos, precisam se nutrir. Eles fazem isso apanhando insetos em um grupo diferente de árvores, primariamente lariços e bétulas, que abrem suas folhas antes dos carvalhos. Essas árvores não mudaram tanto a data de brotação quanto os carvalhos. Se os insetos nestas árvores mantêm sincronia com a brotação dos lariços e bétulas, os pardais não teriam condições de estar prontos para reproduzir mais cedo na estação.

Muitas espécies, como certos pássaros e insetos, já estão reagindo – e provavelmente continuarão a reagir – ao aquecimento global, deslocando-se mais para o norte ou para maiores elevações. Espécies menos ágeis, como árvores, serão deixadas para trás. Terry Root, biólogo do Center for Environmental Science Policy, da Stanford University, adverte que as respostas diferenciadas causarão a ruptura dos presentes

ecossistemas, deixando em seu lugar outros alterados e mais empobrecidos. O problema se torna mais complicado pelo uso que os homens fazem da terra, como cidades, fazendas e rodovias, que fragmentam a paisagem. Root publicou um trabalho na *Nature*, no ano passado, com evidência de "impressões digitais" do aquecimento global em animais e plantas silvestres. De acordo com ela, estudos sobre pólen do final da última era glacial sugerem o que poderia acontecer. Essas pesquisas mostram que, conforme o manto de gelo que cobria a maior parte da América do Norte regredia para o norte, as florestas não vinham muito atrás. Mas comunidades completas não se mudavam simplesmente mais para o norte em sincronia com as temperaturas ascendentes. Em vez disso, a mescla de plantas e animais muda-

va à medida que as florestas se moviam. Root teme que o aquecimento global possa produzir resultados semelhantes, criando ecossistemas hoje desconhecidos e descartando espécies que não se adaptam mais.

Há muito mais pesquisas a serem feitas para determinar a gravidade e amplitude do problema. Certos enigmas deverão ser resolvidos. Por exemplo, por que os pardais do parque Hoge Veluwe não conseguem se manter em sincronia com as mariposas das lagartas de inverno, enquanto pássaros da mesma espécie pesquisados em um local perto de Cambridge, na Inglaterra, a apenas 300 km, alteraram ciclos de vida em compasso com os mesmos insetos? Uma coisa está clara, diz Alastair Fitter: "O mundo natural está atento ao que acontece com o clima". E adverte: "Vai piorar".

PARA CONHECER MAIS

How Climate Change Alters Rhythms of the Wild. Bernice Weuthrich em *Science*, Vol. 287, No. 5454, págs. 793-795; 4 de fevereiro de 2000.

Adjustment to Climate Change Is Constrained by Arrival Date in a Long-Distance Migrant Bird. Christiaan Both e Marcel E. Visser em *Nature*, Vol. 411, págs. 296-298; 17 de maio de 2001.

Climate Change and Biodiversity. Organizado por Habiba Gitay, Avelina Suárez, Robert T. Watson e David Jon Dokken, IPCC Technical Paper, 2002. Disponível em www.ipcc.ch/pub/techrep.htm

Rapid Changes in Flowering Times in British Plants. A.H. Fitter e R.S.R. Fitter em *Science*, Vol. 296, págs. 1.689-1.691; 31 de maio de 2002.

Wildlife Responses to Climate Changes: North American Case Studies. Organizado por Stephen H. Schneider e Terry L. Root, Island Press, 2002.

ANEXO F – Artigo citado como fonte na questão 42 ENEM 2007

Fonte: Stanford Solar Center. Disponível em: <<http://solar-center.stanford.edu/sun-on-earth/global-warm.html>>. Acesso em: 24/06/2010.

Trends & Effects; Scientific Studies

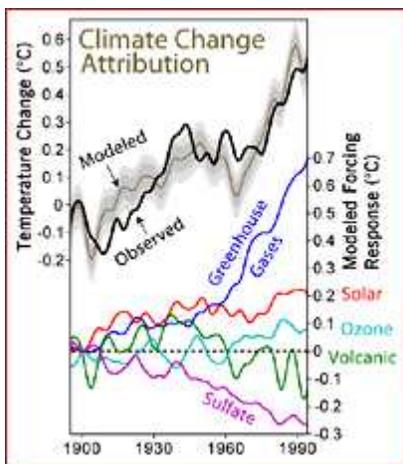


Image created by Robert A. Rohde
/ Global Warming Art
globalwarmingart.com

The United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change has been studying global warming for years. Their most recent report, issued in February 2007, (see *Climate Change 2007: The Physical Science Basis* (summary for policymakers), U.N. Report Confirms Human Activity to Blame for Earth's Warming Climate (from Voice of America), and Intergovernmental Panel on Climate Change), concludes that "The global increases in carbon dioxide concentration are due primarily to fossil fuel use and land-use change, while those of methane and nitrous oxide are primarily due to agriculture." The report goes on to note that these findings come with a "very high confidence rate [words emphasized in italics in the report summary] that the globally averaged net effect of human activities since 1750 has been one of warming."

The primary place where scientific studies related to global warming are reported is the American Geophysical Union (AGU). Based on the outcome from a considerable number of studies in various fields related to global warming, the AGU has issued a statement: *Human Impacts on Climate*.

The American Meteorological Society, which promotes the development and dissemination of information and education on the atmospheric and related oceanic and hydrologic sciences, has also issued a statement on global changes.

For more information on the impact of global warming, see the "Impacts, Adaptation and Vulnerability" section from the IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. You can find the technical summary [here](#).

Additional discussion on current and potential future effects and feedback mechanisms can be found [here](#): Effects of global warming.

ANEXO G - Exemplos de questões indiretamente relacionadas com a temática das Mudanças Climáticas Globais

Fonte: Provas e gabaritos do ENEM correspondentes aos anos: 1999 e 2002.

ENEM 1999 – QUESTÃO 35

Alternativa considerada correta: B

O diagrama abaixo representa a energia solar que atinge a Terra e sua utilização na geração de eletricidade. A energia solar é responsável pela manutenção do ciclo da água, pela movimentação do ar, e pelo ciclo do carbono que ocorre através da fotossíntese dos vegetais, da decomposição e da respiração dos seres vivos, além da formação de combustíveis fósseis.

```
graph TD; A[Proveniente do Sol  
200 bilhões de MW] --> B[Aquecimento do solo]; A --> C[Evaporação da água]; A --> D[Aquecimento do ar]; A --> E[Absorção pelas plantas]; C --> F[Energia Potencial (chuvas)]; F --> G[Usinas hidroelétricas  
100 000 MW]; D --> H[Petróleo, gás e carvão]; H --> I[Usinas termoeletricas  
400 000 MW]; G --> J[Eletricidade  
500 000 MW]; I --> J;
```

35 De acordo com o diagrama, a humanidade aproveita, na forma de energia elétrica, uma fração da energia recebida como radiação solar, correspondente a:

(A) 4×10^{-9}
(B) $2,5 \times 10^{-6}$
(C) 4×10^{-4}
(D) $2,5 \times 10^{-3}$
(E) 4×10^{-2}

ENEM 2002 – QUESTÃO 59

Alternativa considerada correta: E

59

Nas discussões sobre a existência de vida fora da Terra, Marte tem sido um forte candidato a hospedar vida. No entanto, há ainda uma enorme variação de critérios e considerações sobre a habitabilidade de Marte, especialmente no que diz respeito à existência ou não de água líquida. Alguns dados comparativos entre a Terra e Marte estão apresentados na tabela.

PLANETA	Distância ao Sol (km)	Massa (em relação à terrestre)	Aceleração da gravidade (m/s ²)	Composição da atmosfera	Temperatura Média
TERRA	149 milhões	1,00	9,8	Gases predominantes: Nitrogênio (N) e Oxigênio (O ₂)	288 K (+ 15°C)
MARTE	228 milhões	0,18	3,7	Gás predominante: Dióxido de Carbono (CO ₂)	218 K (- 55°C)

Com base nesses dados, é possível afirmar que, dentre os fatores abaixo, aquele mais adverso à existência de água líquida em Marte é sua

- (A) grande distância ao Sol.
- (B) massa pequena.
- (C) aceleração da gravidade pequena.
- (D) atmosfera rica em CO₂.
- (E) temperatura média muito baixa.

ANEXO H - Conjunto de questões que abordam a temática das Mudanças Climáticas Globais somente nas alternativas consideradas incorretas pelo INEP (totalizando 6 questões)

Fonte: Provas, gabaritos e Relatórios Pedagógicos do ENEM correspondentes aos anos: 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 e 2005.

ENEM 2000 - QUESTÃO 23

Alternativa considerada correta: D

- Alternativas ‘erradas’ que abordam a temática: B e C

23

No ciclo da água, usado para produzir eletricidade, a água de lagos e oceanos, irradiada pelo Sol, evapora-se dando origem a nuvens e se precipita como chuva. É então represada, corre de alto a baixo e move turbinas de uma usina, acionando geradores. A eletricidade produzida é transmitida através de cabos e fios e é utilizada em motores e outros aparelhos elétricos. Assim, para que o ciclo seja aproveitado na geração de energia elétrica, constrói-se uma barragem para represar a água.

Entre os possíveis impactos ambientais causados por essa construção, devem ser destacados:

- (A) aumento do nível dos oceanos e chuva ácida.
- (B) chuva ácida e efeito estufa.
- (C) alagamentos e intensificação do efeito estufa.
- (D) alagamentos e desequilíbrio da fauna e da flora.
- (E) alteração do curso natural dos rios e poluição atmosférica.

ENEM 2001 - QUESTÃO 33

Alternativa considerada correta: B

- Alternativa 'errada' que aborda a temática: C

33

Numa região, originalmente ocupada por Mata Atlântica, havia, no passado, cinco espécies de pássaros de um mesmo gênero. Nos dias atuais, essa região se reduz a uma reserva de floresta primária, onde ainda ocorrem as cinco espécies, e a fragmentos de floresta degradada, onde só se encontram duas das cinco espécies.

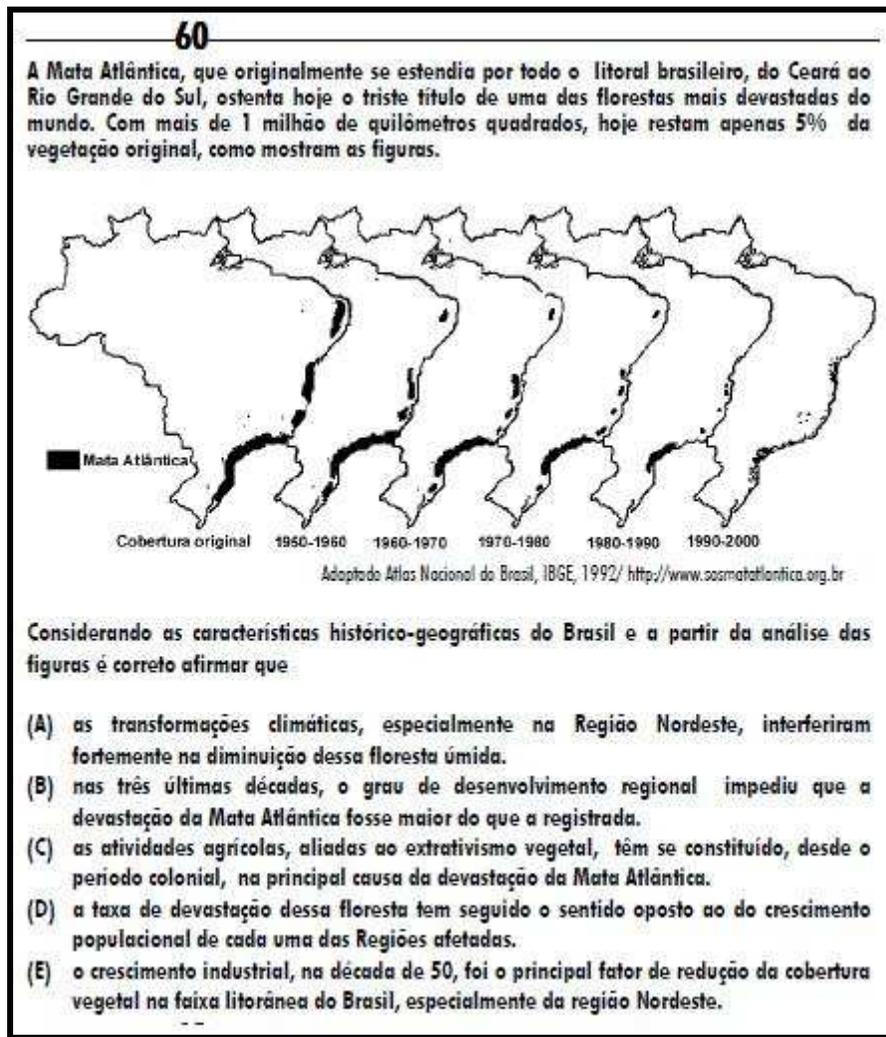
O desaparecimento das três espécies nas regiões degradadas pode ser explicado pelo fato de que, nessas regiões, ocorreu

- (A) aumento do volume e da frequência das chuvas.
- (B) diminuição do número e da diversidade de habitats.
- (C) diminuição da temperatura média anual.
- (D) aumento dos níveis de gás carbônico e de oxigênio na atmosfera.
- (E) aumento do grau de isolamento reprodutivo interespecífico.

ENEM 2001 - QUESTÃO 60

Alternativa considerada correta: C

- Alternativa 'errada' que aborda a temática: A



ENEM 2003 - QUESTÃO 23

Resposta considerada correta: C

- Alternativa ‘errada’ que aborda a temática: A

23

Houve uma grande elevação do número de casos de malária na Amazônia que, de 30 mil casos na década de 1970, chegou a cerca de 600 mil na década de 1990. Esse aumento pode ser relacionado a mudanças na região, como

- (A) as transformações no clima da região decorrentes do efeito estufa e da diminuição da camada de ozônio.
- (B) o empobrecimento da classe média e a conseqüente falta de recursos para custear o caro tratamento da doença.
- (C) o aumento na migração humana para fazendas, grandes obras, assentamentos e garimpos, instalados nas áreas de floresta.
- (D) as modificações radicais nos costumes dos povos indígenas, que perderam a imunidade natural ao mosquito transmissor.
- (E) a destruição completa do ambiente natural de reprodução do agente causador, que o levou a migrar para os grandes centros urbanos.

ENEM 2004 - QUESTÃO 42

Resposta considerada correta: B

- Alternativa ‘errada’ que aborda a temática: E

42.

Há estudos que apontam razões econômicas e ambientais para que o gás natural possa vir a tornar-se, ao longo deste século, a principal fonte de energia em lugar do petróleo. Justifica-se essa previsão, entre outros motivos, porque o gás natural

- (A) além de muito abundante na natureza é um combustível renovável.
- (B) tem novas jazidas sendo exploradas e é menos poluente que o petróleo.
- (C) vem sendo produzido com sucesso a partir do carvão mineral.
- (D) pode ser renovado em escala de tempo muito inferior à do petróleo.
- (E) não produz CO₂ em sua queima, impedindo o efeito estufa.

ENEM 2005 - QUESTÃO 62

Resposta considerada correta: A

- Alternativa 'errada' que aborda a temática: E

62

Um problema ainda não resolvido da geração nuclear de eletricidade é a destinação dos rejeitos radiativos, o chamado "lixo atômico". Os rejeitos mais ativos ficam por um período em piscinas de aço inoxidável nas próprias usinas antes de ser, como os demais rejeitos, acondicionados em tambores que são dispostos em áreas cercadas ou encerrados em depósitos subterrâneos secos, como antigas minas de sal. A complexidade do problema do lixo atômico, comparativamente a outros lixos com substâncias tóxicas, se deve ao fato de

- (A) emitir radiações nocivas, por milhares de anos, em um processo que não tem como ser interrompido artificialmente.
- (B) acumular-se em quantidades bem maiores do que o lixo industrial convencional, faltando assim locais para reunir tanto material.
- (C) ser constituído de materiais orgânicos que podem contaminar muitas espécies vivas, incluindo os próprios seres humanos.
- (D) exalar continuamente gases venenosos, que tornariam o ar irrespirável por milhares de anos.
- (E) emitir radiações e gases que podem destruir a camada de ozônio e agravar o efeito estufa.