

**Universidade Federal de Minas Gerais
Faculdade de Educação**

CECIMIG

Sara Priscila Tomaz Ferreira

**Ensino de Física e as controvérsias sobre o Aquecimento Global – uma
abordagem CTS para o Ensino Médio**

**Belo Horizonte
2015**

Sara Priscila Tomaz Ferreira

**Ensino de Física e as controvérsias sobre o Aquecimento
Global – uma abordagem CTS para o Ensino Médio**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização ENCI-UAB do CECIMIG FaE/UFMG como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Orientador: Orlando Aguiar Jr

**Belo Horizonte
2014**

Nome: SARA, Priscila Tomaz Ferreira

Título: Ensino de Física e as controvérsias sobre o Aquecimento Global – uma abordagem CTS para o Ensino Médio

Monografia apresentada ao Curso de Especialização ENCI-UAB do CECIMIG FaE/UFMG como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

A minha mãe Mariane, a
minha irmã Alice e a meu
afilhadinho Bernardo.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por iluminar meu caminho, pelo auxílio e força em todos os momentos.

A minha querida mãe Mariane, amiga e conselheira, pela sabedoria.

A minha irmã Alice por toda a compreensão.

Ao meu afilhado Bernardo, por todo amor e carinho.

À Orlando Aguiar Júnior pela orientação e conhecimentos transmitidos.

A todos os amigos e companheiros de trabalho pelo apoio e incentivo.

A todos que não mencionei mas que contribuíram para a concretização deste trabalho.

"A base de toda a sustentabilidade é o desenvolvimento humano que deve contemplar um melhor relacionamento do homem com os semelhantes e a Natureza."

(Nagib Anderáos Neto)

RESUMO

Nesta monografia de especialização, foi apresentado um conjunto de atividades destinada ao estudo dos fenômenos Efeito Estufa e Aquecimento Global. As atividades foram desenvolvidas com uma turma do 3º ano do Ensino Médio, entre 8 de setembro a 31 de outubro de 2014, em uma escola estadual, no município de Sete Lagoas/MG. Utilizando o Aquecimento Global como tema organizador, propus uma abordagem didática, utilizando o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) como base teórica para a elaboração das atividades investigativas. Temas controversos são ferramentas importantes na contextualização das aulas física. O desenvolvimento de temas transversais relacionados aos conteúdos de física contribuem significativamente para formar alunos críticos e capazes de construir significados sobre problemas ambientais, sociais e culturais. A Aquecimento Global é bastante polêmico e controverso, principalmente em relação às suas causas e efeitos. É nessa perspectiva que o presente estudo foi embasado, na abordagem dos fenômenos Efeito Estufa e Aquecimento Global nas aulas de física, analisando o entendimento e o posicionamentos dos alunos. Para o desenvolvimento do projeto foram utilizados como ferramentas didáticas: elaboração verbal e escrita; vídeos; questões abertas; análise de textos, artigos e reportagens; atividades experimentais e júri simulado e foi criado um grupo no facebook “Efeito Estufa e Aquecimento Global” para discussão e postagem das atividades que foram realizadas extra classe. A sequência didática baseada em atividades investigativas promoveu grande reflexão e discussão dos alunos sobre a polêmica que envolve as causa e efeitos do Aquecimento Global. Os alunos puderam perceber que o Aquecimento Global é uma consequência do Efeito Estufa acentuado; que o Efeito Estufa é um fenômeno essencial para a sobrevivência da vida da Terra. Ações humanas, como a queima de combustíveis fósseis, desmatamento e queimadas são fatores que contribuem com o Aquecimento Global. Fatores naturais também contribuem. Os cientistas concordam que o Aquecimento Global exista, mas suas causas e efeitos são pontos de discussão e estudo. Sendo assim, o tema é bastante polêmico e aberto a discussões.

Palavras-chave: Ensino de Física, Aquecimento Global e Efeito Estufa, CTS, Atividade investigativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 A PESQUISA	11
2.1 Objetivos	11
2.1.1 geral	11
2.1.2 específicos	11
3 REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1 Abordagem CTS	12
3.2 Importância da Abordagem CTS nas aulas	12
3.3 Efeito Estufa e Aquecimento Global.....	13
3.4 Controvérsias do Aquecimento Global	15
4 METODOLOGIA.....	19
4.1 Sequência de ensino.....	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
6 CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES.....	55
REFERÊNCIAS	57
ANEXOS	61

1 INTRODUÇÃO

Propostas de alfabetização científica atestam que o ensino de Ciências deve proporcionar aos cidadãos ferramentas que ofereçam suporte para posicionar, agir, tomar decisões diante de problemas sociais e compreender, com critérios científicos, temas controversos como o “Aquecimento Global” (REIS, SILVA e PINA, 2011).

Assim como Reis, Silva e Pina (2011), Santos (2007), acreditam que o ensino de Ciências, com abordagem CTS- Ciência, Tecnologia e Sociedade-, deve ser desenvolvido segundo o princípio da contextualização, afim de que os estudantes possam relacionar situações do cotidiano com conceitos científicos, realizando reflexões críticas.

Segundo Santos e Mortimer (2002), os currículos CTS são estruturados em torno de temas científicos e tecnológicos controversos e problemáticos na sociedade e, de acordo com Silva e Carvalho (2007), o desenvolvimento de trabalhos educativos que envolvam questões controversas em sala de aula é fundamental na inter relação entre Ciência Tecnologia e Sociedade.

O Aquecimento Global caracteriza-se por um fenômeno de grandes proporções, influenciado por fatores internos, como a atividade solar, a composição físico-química da atmosfera, vulcanismo e tectonismo; e fatores externos, associados a ações antropogênicas como a emissão de gases de efeito estufa (SILVA e PAULA, 2009).

A humanidade vem se mostrando cada vez mais preocupada a respeito da polêmica que envolve o aquecimento global do planeta decorrente da potencialização do efeito estufa (TOLENTINO e ROCHA, 1998). No entanto, segundo Rubino (2010), as causas e efeitos do fenômeno são pouco divulgados e discutidos, principalmente nas salas de aula, cabendo, portanto, ao professor o papel de informar e promover reflexões sobre o assunto.

O tema Aquecimento Global é um dos mais publicados nos meios de comunicação, porém grande parte das informações que chegam aos alunos aponta para um fenômeno catastrófico em que as causas e conseqüências são plenamente conhecidas, ou seja, não requer

questionamentos (VIEIRA e BAZZO, 2007). Grande parte dos cientistas defende que a principal causa do Aquecimento Global é a emissão dos gases de efeito estufa proveniente de atividades humanas. No entanto, um grupo de estudiosos defende que a origem do fenômeno pode ser natural, ou seja, oriunda de atividades vulcânicas e mudanças na quantidade de radiação solar, por exemplo, (RUBINO, 2010). Além disso, no meio científico há ampla discussão sobre a intensidade dos efeitos decorrentes do aumento de emissão de gases estufa e, ainda, das possibilidades reais de reversão desse quadro na economia mundial. O tema é envolto em uma ampla gama de interesses econômicos de atores (políticos, imprensa, ambientalistas, economistas, populações atingidas e grandes corporações) e países envolvidos.

Temas controversos são importantes ferramentas para os professores de física na contextualização das aulas (REIS, SILVA e PINA, 2011) e para uma educação em ciências comprometida com formação cidadã. O desenvolvimento de temas transversais relacionados ao conteúdo da disciplina de Física, e de situações que envolvam a física no dia-a-dia dos alunos, é fundamental para a construção de significados e entendimento de problemas sociais, culturais e ambientais.

O tema Aquecimento Global é bastante controverso e polêmico, principalmente em relação às suas causas e efeitos. É nessa perspectiva que o presente estudo foi embasado, na abordagem dos fenômenos Efeito Estufa e Aquecimento Global em aulas de física, analisando o entendimento e o posicionamento dos alunos.

2 A PESQUISA

Esta pesquisa foi desenvolvida na área da educação e buscou utilizar uma metodologia que proporcionasse melhorias no processo de ensino-aprendizagem no sentido de tornar o ensino dos conteúdos de Física mais dinâmico, interessante e eficiente, levando o aluno a se interessar cada vez mais pelas aulas de modo a auxiliá-los na interpretação dos fenômenos e associação com o dia-a-dia.

2.1 Objetivos

2.1.1 geral

Analisar o entendimento dos alunos em aulas de física acerca das controvérsias envolvendo a temática do Aquecimento Global

2.1.2 Específicos

- Compreender o entendimento conceitual dos estudantes sobre o tema, o que envolve:
 - a) diferenciação entre efeito estufa e aquecimento global;
 - b) compreensão da importância do efeito estufa para o clima e vida na Terra;
 - c) análise dos fatores que intensificam o Efeito Estufa e outros que podem estar envolvidos nas mudanças climáticas;
- Analisar o posicionamento dos alunos frente às controvérsias do Aquecimento Global: causas e efeitos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Abordagem CTS

O movimento CTS surgiu na década de sessenta em meio à aversão ao cientificismo em que a ciência era considerada como neutra, positiva, autônoma e inquestionável. Uma nova concepção filosófica e sociológica da ciência foi assumida em prol da interdependência da ciência com os aspectos políticos, econômicos, sociais, culturais e ambientais. Nessa perspectiva, pretende-se formar os estudantes para atuarem no controle social da ciência, buscando explicações científicas para problemas do dia a dia e participação dos processos decisórios (SANTOS; MORTIMER, 2001).

No contexto do ensino Brasileiro, a partir da reformulação do ensino médio, estabelecida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1996, regulamentada em 1998 pelas Diretrizes do Conselho Nacional de Educação e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, foi incorporado ao PCN aspectos e preocupações do movimento (BRASIL, 2013).

As abordagens CTS tiveram impacto nas diretrizes curriculares dos Estados e Municípios. Por exemplo, disciplinas científicas, como a Física, passaram a ter uma preocupação com a formação cidadã, integradas com aspectos gerais do currículo do Ensino Médio, não sendo mais voltada apenas àqueles alunos que pretendiam seguir cursos universitários nas áreas de ciências e engenharias (MINAS GERAIS, 2006). A proposta curricular da SEE/MG está baseada no CBC (Conteúdo Básico Comum), em que há uma seleção de conteúdos considerados essenciais na formação cultural-científica do cidadão dos dias atuais. O CBC de Física foi organizado em torno do conceito de Energia permitindo uma maior interdisciplinaridade entre os conteúdos de Biologia/Ciências, Química e Física. Assim, há uma preocupação em abordar os conteúdos científicos considerando diferentes dimensões, ressaltando as interações entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade.

3.2 Importância da Abordagem CTS nas aulas

O mundo de hoje é amplamente influenciado pela ciência e tecnologia e o senso crítico em todos os setores e comportamentos da sociedade é fundamental para enfrentar questões

sociocientíficas que, cada vez mais, permeiam o cotidiano dos cidadãos. Segundo Santos e Mortimer (2002), o ensino baseado em CTS tem a finalidade de preparar os educandos para serem cidadãos plenos, críticos e com competências científicas, ou seja, que saibam se posicionar diante de questões polêmicas. A reflexão em CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) pretende discutir a influência e possíveis consequências sociais, ambientais, às inovações científicas e tecnológicas, fatores econômicos, políticos e culturais (FERNANDES; GOUVÊA, 2012). Como afirmam Amaral e Firme (2011), é necessária a articulação entre conhecimento científico, tecnologia e sociedade, com o propósito de preparar os cidadãos para saber avaliar e se posicionar a respeito dos prós e contras do desenvolvimento científico e tecnológico.

A participação social na tomada de decisões sobre temas de C&T é um aspecto importante em sociedades que se pretendam democráticas e que se protejam contra uso do conhecimento científico e tecnológico para oprimir e subjugar em favor de interesses do capital. Não significa que os cidadãos oferecem um obstáculo à investigação, às inovações e tecnologias, mas apenas que evitem que o desenvolvimento técnico-científico ofereça riscos para a sociedade e/ou o meio ambiente. Como afirma Reis e Galvão (2005), o exercício da cidadania e da democracia na sociedade tecnológica e cientificamente avançada pode ocorrer através da compreensão e interação da ciência com a tecnologia e a sociedade.

3.3 Efeito Estufa e Aquecimento Global

A energia vinda do Sol, através de ondas curtas na faixa da radiação visível, quando absorvida aquece a Terra e, conseqüentemente sua atmosfera. A Terra emite radiação terrestre por meio ondas longas, na faixa da radiação infravermelho, a maior parte delas escapando para o espaço exterior. A relação entre absorção e emissão de radiação pela Terra ocorre até se atingir uma temperatura média, em que temos equilíbrio entre radiação solar incidente e radiação terrestre. Atualmente, esta temperatura encontra-se a 14,6°C.

O Efeito Estufa caracteriza-se como o aquecimento da baixa atmosfera devido à ação dos gases atmosféricos que interferem no balanço térmico. A radiação solar é formada por ondas de alta frequência (luz visível) às quais a atmosfera é transparente. A superfície da Terra absorve parte dessa radiação e re-irradia energia em baixas frequências, na faixa do

infravermelho. A presença de vapor de água, gás carbônico, gás metano e outros “gases estufa” na atmosfera fazem com que parte dessa radiação infravermelha seja absorvida e re-emitida para a superfície da Terra. Como pode ser observado na FIG. 1, esse processo natural é fundamental para manter o planeta aquecido, caso contrário, a temperatura seria em torno de -18°C. Ou seja, sem o efeito estufa, não teríamos água líquida na superfície do Planeta e tampouco condições favoráveis para surgimento e evolução de seres vivos na Terra.

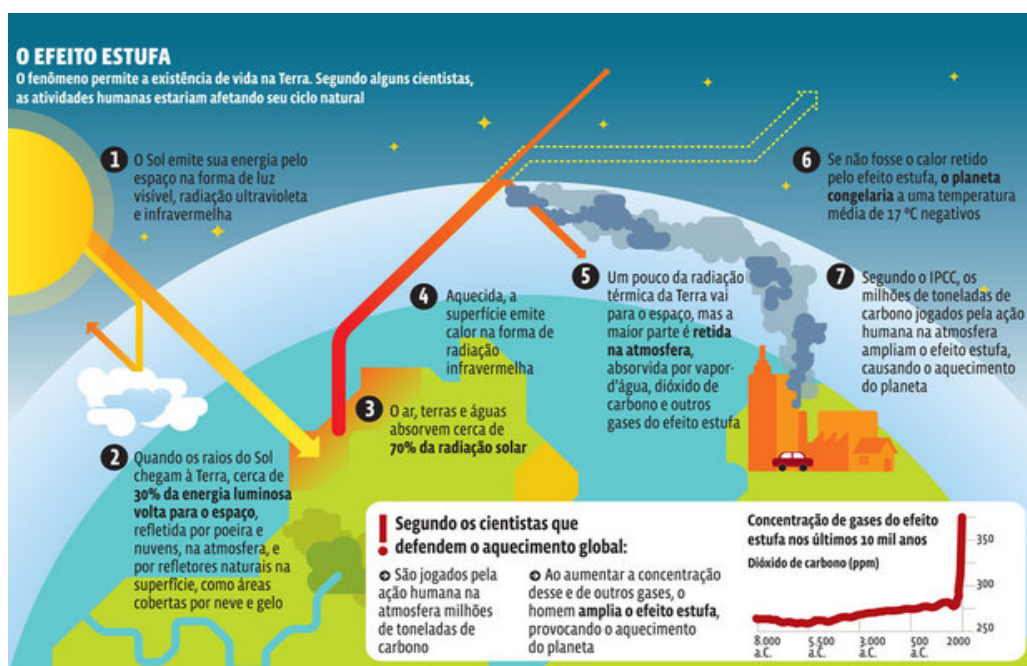


FIGURA 1: Efeito Estufa (Fonte: Almanaque Abril Infográficos Meio Ambiente, 2014)

No entanto, com a emissão de gases estufa decorrentes de atividades humanas, há um agravamento do efeito estufa. Com maior concentração de Gases do Efeito Estufa (GEE), a atmosfera retém mais energia, elevando a temperatura média global, fenômeno conhecido como Aquecimento Global ou, mais genericamente, Mudanças Climáticas.

De acordo com Vieira e Bazzo (2007), o aquecimento global caracteriza-se pelo aumento da temperatura média do planeta, fato que pode ser evidenciado pelos registros de estações meteorológicas, derretimento das geleiras e áreas de montanha cobertas por neve, aumento do nível do mar e outros efeitos climáticos (mudanças nos regimes pluviométricos, ciclones, entre outros).

3.4 Controvérsias do Aquecimento Global

A comunidade científica concorda que a temperatura da Terra está de elevando, mas há discordância quanto às razões para tal e, sobretudo, aos efeitos esperados para as próximas décadas. As controvérsias sobre as causas do Aquecimento Global delimitam-se em duas hipóteses: (Vieira e Bazzo 2007):

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 reduzir a emissão de gases estufa e, assim, salvar o mundo da catástrofe.

Hipótese 2 - O aquecimento global é real, mas não se sabe ao certo suas causas, com contribuição de efeitos naturais (atividade solar, efeitos de órbita, entre outros) e efeitos antropogênicos. Não se sabe tampouco da intensidade e duração desses efeitos, o que torna problemáticas as previsões de calamidades e as indicações de mudanças radicais e irrealizáveis de matriz energética e hábitos de vida das populações.

No QUADRO 1 são apontados argumentos prós e contra as causas antropogênicas do Aquecimento Global, o que ressalta ser o Aquecimento Global um tema controverso.

QADRO 1: Argumentos pros e contra as causas antropogênicas do Aquecimento Global

Tema	Alarmistas	Céticos
As evidências da mudança climática	É impossível negar as evidências do aquecimento global. A temperatura média da Terra subiu 0,9°C entre meados do século 19 e início do século 20. Oitenta por cento desse aumento ocorreu nos últimos 50 anos. Geleiras e calota polar do Ártico estão diminuindo. Além disso, houve uma elevação dos oceanos em pelo menos 10 centímetros.	Não se pode confiar nos dados climáticos que mostram o aquecimento global: eles foram influenciados pela opinião pessoal dos cientistas. A temperatura do planeta, na verdade, caiu entre 1998 e 2007, apesar de a concentração de dióxido de carbono na atmosfera ter aumentado em 4%.
O carbono e a temperatura	Há uma relação direta entre aumento da quantidade de gases estufa na atmosfera e aumento da temperatura média global. Desde 1800, o dióxido de carbono na atmosfera cresceu 30%, e a concentração de metano dobrou. Nos últimos 150 anos, o CO ₂ se propagou 200 vezes mais rápido que nos 650000 anos anteriores. A temperatura média do planeta acompanhou esse aumento.	A concentração de dióxido de carbono na atmosfera é consequência da elevação da temperatura, e não a causa. Pesquisas mostram que os períodos mais quentes na história ocorreram 800 anos antes do aumento da concentração do dióxido de carbono. Além disso, nem sempre o aumento de CO ₂ resulta em aquecimento.

Tema	Alarmistas	Céticos
O futuro do planeta	Quanto mais o gelo derreter, mais o mar vai absorver calor, potencializando o aquecimento. O mar não só terá mais água como ficará mais quente, o que expande seu volume. Milhares de cidades costeiras correm o risco de ficar submersas. O aquecimento global pode também aumentar a força de tempestades, mudar o ritmo das chuvas e tornar os ciclones mais frequentes.	Não há base científica para prever, com antecedência de décadas, como será o clima da Terra. Os meteorologistas mal conseguem prever o tempo e a temperatura para a semana seguinte. Além disso, os gráficos de computador usados para as previsões mostram apenas uma aposta. O clima depende de diversos fatores impossíveis de prever com precisão, como as manchas solares.
A responsabilidade do ser humano	O aquecimento global é provocado pela ação humana. A temperatura aumentou sobretudo a partir do século 18, quando a Revolução Industrial começou. Nessa época, o homem começou a despejar com mais intensidade carbono na atmosfera, por meio da queima de combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão.	Se a hipótese do aquecimento global for comprovada, ainda é preciso provar se ele foi causado pelo homem. O clima é muito mais influenciado pelas glaciações, pelo vulcanismo, pela quantidade de nuvens e por fenômenos astronômicos, como as manchas solares. O planeta já viveu períodos mais quentes. Entre o século 9 e 14, a Europa passou por ondas maiores de calor, numa época em que a população era insignificante.
O tamanho do problema	A ação do homem sobre a atmosfera pode causar danos irreversíveis. Com o derretimento de geleiras, a água doce vai diminuir. Espécies devem se extinguir, e as doenças tropicais, como a dengue e a malária, vão crescer muito. O clima vai causar mudanças nas áreas de produção de alimentos. O aquecimento resultará em prejuízos de bilhões de dólares, o que pode arruinar economias nacionais.	O aquecimento global não é um problema: ele possibilitou o advento da civilização. O fim da Idade do gelo tornou possível a expansão do homem pelos continentes. O aquecimento liberará para a agricultura vastidões hoje congeladas na Rússia e no Canadá. Se o mundo estivesse esfriando, daí o problema seria grave, já que a vida prolifera no calor, e muito menos no frio.
A importância de lutar contra a mudança climática	É preciso desenvolver tecnologias energéticas que liberem menos dióxido de carbono. Uma saída são as usinas de energia de fissão nuclear ou mesmo de fusão, que estão sendo estudadas hoje em dia. Também é preciso investir em energia eólica, solar e em células combustíveis de hidrogênio, além de aprimorar a eficiência dos motores de automóveis e eletrodomésticos.	A luta contra o aquecimento global criará problemas muito maiores. Os biocombustíveis, por exemplo, vão encarecer o suprimento de comida em todo o mundo, e as terras agricultáveis se tornarão escassas. Além disso, a campanha do aquecimento global desvia a atenção de questões ambientais mais importantes, como a poluição e a qualidade de vida nas grandes cidades.

Fonte: Vestibular & Enem 2011, editora abril (adaptado)

Em relação aos cientistas alarmistas podemos citar como evidência dados divulgados pela NASA em agosto de 2012 que a camada de gelo do Oceano Ártico foi reduzida para 4,1 milhões de quilômetros quadrados, o menor tamanho já visto desde quando começou a ser monitorado em 1979, em que era de 7 milhões de quilômetros quadrados. A espessura e o volume do gelo também sofreram redução de cerca de 40% e 70 % respectivamente (COSTA, 2012).

A criação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) pela ONU (Organização das Nações Unidas), em 1988, é outra ferramenta utilizada para atestar as hipóteses alarmistas. Segundo Alley (2004) e Marengo (2013), a discussão acerca das causas e consequências devido às alterações climáticas passaram a ter maior repercussão entre economistas, climatologistas e cientistas de várias áreas, políticos e ONGs ambientalistas. Isso porque o painel passou a reunir e congregar informações disponíveis nas várias áreas científicas, bem como financiar e apoiar novos estudos relacionados ao tema. O IPCC produz relatórios científicos a fim de melhor conhecimento sobre as Mudanças Climáticas. Em 2013, liberou o quinto relatório IPCCAR5, em que o diagnóstico é bastante preocupante, com o registro de aumento de 0,9 °C na temperatura média global nos últimos 50 anos, atribuindo a anomalia à intensificação das atividades humanas (MARENGO, 2013).

Podemos citar também, segundo Firmino (2013), que a concentração de gás carbônico está próximo a 400 partes por milhão (ppm), situação alarmante evidenciada pela curva de Keeling. Essa curva foi obtida em estudos pioneiros de Charles Keeling que realizou estudos sistemáticos de concentrações de CO₂ atmosférico no topo do vulcão Mauna Loa, no Havaí, no final da década de 1950. Como sabia que a emissão de dióxido de carbono estava associado à queima de combustíveis fósseis, Charles Keeling escolheu, então, uma região longe das fontes mundiais de poluição industrial e logo na primeira medição registrou 313ppm. Segundo medições, os valores não ultrapassavam 280ppm antes da Revolução Industrial e em 2005 já chegava a 379 ppm, o que para muitos teria ocasionado o aumento de 0,76°C na temperatura média global neste período. Os estudos de Keeling continuaram com seu filho e geólogo, Ralph Keeling, cujos resultados apontaram, em maio de 2013, que os níveis de gás carbônico estavam em a 399 ppm, como pode ser observado no GRÁFICO 1.

Medições de CO₂ no topo do Mauna Loa

O dióxido de carbono (CO₂) é medido no vulcão Mauna Loa, Havai, desde 1958 e a sua concentração atmosférica tem vindo sempre a subir. Esta é a famosa curva de Keeling

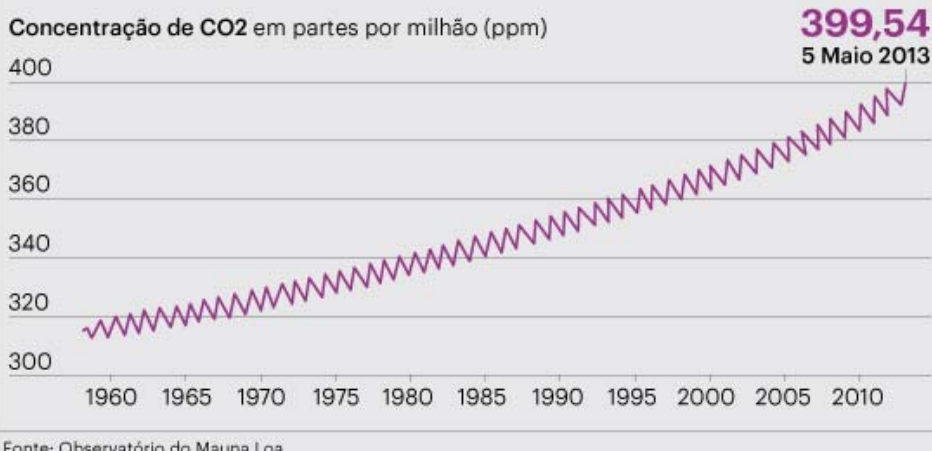


GRÁFICO 1: Medições de Gás Carbônico no topo do Mauna Loa. Os pontos baixos do gráfico em zig-zag crescente correspondem à remoção de gás carbônico da atmosfera pelo fenômeno da fotossíntese realizado plantas durante a primavera e verão no Hemisfério Norte; e os pontos altos, pela redução de absorção do CO₂ no outono e inverno. (Fonte: AIBE, 2007).

Apesar de tantas evidências, há cientistas que fazem uma análise diferente das causas do aquecimento global, como o climatologista Timothy Ball, estudioso do tema há 30 anos. Em entrevista ao Globo On Line em 2007, afirmou que as alterações na temperatura na Terra é um processo natural e que o dióxido de carbono não é poluente e sim fundamental para o crescimento das plantas. A principal causa, segundo ele, seria a variação na intensidade da radiação Solar, como ocorreu na Era do Gelo (AIBE, 2007). Esta tese é também defendida por Geraldo Lino no livro “A Fraude do Aquecimento Global” (DIAS, 2012).

Por outro lado, o relatório da ONU divulgado em setembro de 2013 tenta resgatar a credibilidade do IPCC após inúmeras críticas ao último relatório divulgado em 2007. Na época, o relatório do órgão previa que o aumento da temperatura para o século XXI ficaria entre 1,1 e 6,4°C e inúmeras eram as suspeitas de manipulação de resultados. Os cientistas do IPCC afirmam que a Terra está esquentando e que 95% deste efeito seria devido às atividades humanas, sobretudo devido ao aumento de 40% na concentração de CO₂ na atmosfera pós período da Revolução Industrial. O estudo constata que a temperatura da Terra subiu 0,85°C entre 1880 e 2012 e entre 1951 e 2012 a média de aumento foi de 0,12°C/década. O estudo prevê, ainda, que o nível do mar deve subir entre 26-82 cm até 2100 e uma redução do gelo do Ártico entre 43 a 94% da sua área de cobertura (ROSA, 2013).

4 METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado a partir de um estudo de temas controversos na área da física o qual buscou desenvolver atividades investigativas a fim de analisar as causas e efeitos do Aquecimento Global e o entendimento do Efeito Estufa.

A pesquisa foi realizada pela professora de Física, Sara Priscila Tomaz Ferreira, graduada em Física e atuante na rede pública de ensino desde 2010, numa escola estadual situada no município de Sete Lagoas, com alunos do 3º ano do Ensino Médio, durante 1 bimestre. O período utilizado foi de 8 de setembro a 31 de outubro de 2014, totalizando 6 aulas. A turma era composta por 30 alunos, sendo, no geral bastante participativa, questionadora e ávida por aulas dinâmicas e diversificadas.

A pesquisa foi realizada em quatro etapas, sendo elas:

1ª etapa: Análise bibliográfica que forneceu base teórica e prática para a realização da pesquisa. Sendo assim, foi realizada a leitura de artigos, reportagens e livros baseados no ensino de ciências por investigação, Efeito Estufa, Aquecimento Global, construção de conhecimento e sequência de ensino.

2ª etapa: Elaboração de uma sequência de ensino para a aplicação da pesquisa. Essa sequência foi fundamentada nos objetivos a serem alcançados, os quais foram baseados entre a diferença do que os alunos já sabiam sobre a temática “Controvérsias do Aquecimento Global” e o conhecimento que iriam adquirir depois da realização das atividades. Assim foram elaboradas as seguintes fases de ensino:

- Problematização do problema: exposição da temática; engajamento dos alunos com o tema; mobilização; exploração dos conhecimentos prévios e interesses dos alunos sobre o tema.
- Aplicação do conhecimento: disponibilização de ferramentas necessárias para que o aluno desenvolvesse conceitos, estabelecesse relações, formulasse respostas e se posicionasse criticamente.
- Reflexões sobre o processo de aprendizagem: promover comentários e reflexões sobre as atividades desenvolvidas e o que foi aprendido. Socialização das idéias.

Para o desenvolvimento do projeto foram utilizados como ferramentas didáticas: elaboração verbal e escrita; vídeos; questões abertas; análise de textos, artigos e reportagens; atividades experimentais e júri simulado.

Por meio da elaboração verbal e escrita, pretendemos instigar no aluno o desenvolvimento da argumentação e da escrita. Nesse tipo de atividade, os alunos aprendem a observar, levantar hipóteses, levantar e analisar dados e elaborar as conclusões.

O uso de vídeos tem por intenção aguçar a observação do aluno referente às informações e associar aos tópicos estudados.

As questões abertas, além de permitir um diagnóstico e levantamento das concepções dos alunos, permite uma problematização do tema e um levantamento de questões e dúvidas dos estudantes.

Por meio da análise de textos, artigos e reportagens pretendem analisar a capacidade dos alunos em interpretar e formular respostas.

As atividades experimentais foram concebidas como etapa de investigação, permitindo construção de modelos e analogias, de modo a compreender os processos físicos envolvidos no efeito estufa atmosférico.

Finalmente, o júri simulado foi proposto no sentido de desenvolver no aluno o poder de argumentação, além de realizar o fechamento das atividades propostas.

Pretendia-se ao final da utilização da sequência de ensino que os alunos fossem capazes de entender que o Aquecimento Global é uma consequência do Efeito Estufa; que as causas e efeitos do Aquecimento Global são temas de discussão entre os cientistas; e que o Efeito Estufa é essencial para a manutenção da vida no planeta.

3ª etapa: Aplicação da sequência de ensino: participação ativa dos alunos no processo de ensino-aprendizagem. A seguir é apresentada a descrição das aulas.

Aula 1: A primeira aula foi marcada pela exposição das atividades de caráter investigativo que seriam realizadas a fim de se discutir as controvérsias do Aquecimento Global. Os alunos se manifestaram sobre o assunto e esclareceram as primeiras dúvidas sobre o desenvolvimento das atividades. Os grupos foram divididos e repassados os representantes à professora. Na ocasião, foi proposta a criação de um grupo no facebook para a postagem e discussão das atividades.

O uso do facebook foi uma estratégia utilizada para facilitar a comunicação com os alunos, uma vez que, no período de 15 a 26 de setembro a professora encontrava-se em capacitação pela superintendência “Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio” e Congresso de Boas Práticas na Educação de Minas Gerais pela Magistra.

Hoje o acesso aos meios de comunicação é bastante disseminado entre os jovens e faz-se a necessidade de uso em prol da aprendizagem. O facebook além de proporcionar uma interação social também pode ser utilizado como meio de discussão e exposição de idéias e trabalhos realizados na sala de aula. Foi pensando nisso que a página “Efeito Estufa e Aquecimento Global” foi criada (FIG.2). O facebook já era utilizado para a postagem de aulas práticas realizadas mensalmente e os alunos curtiam ou comentavam sempre. Assim, a página foi uma maneira descontraída e atual de ensino-aprendizagem.



FIGURA 2: Criação do Grupo no facebook: Efeito Estufa e Aquecimento Global

Aula 2: Discussão da primeira atividade realizada, uma vez que nem todos os grupos haviam atendido ao proposto.

Aula 3: Discussão da atividade experimental (atividade 2); Discussão do texto da atividade 3 e associação com o experimento, a figura e simulação propostas.

Aula 4: Discussão e análise da atividade 4- análise de reportagens e artigos; atividade 5- evidências do Aquecimento Global; 6- albedo dos materiais;
Fechamento pela professora: apresentação de Power point com as informações mais relevantes levantadas pelos alunos.

Aula 5 e 6: Juri simulado- os alunos foram divididos em 2 grupos e as hipóteses a serem defendidas foram sorteadas. Os alunos tiveram o período de 1 semana para a elaboração da defesa e das perguntas. Todo o material trabalhado, textos, figuras, simulação e a apresentação de Power point foram disponibilizadas aos alunos, como material suporte.

4ª etapa: Aplicação de dois questionários aos alunos para avaliar as metodologias de pesquisa e ensino (ANEXOS A e B).

4.1 Sequência de ensino

Atividade 1: O que entendem e o que gostariam de saber sobre Efeito Estufa e Aquecimento Global?

Propostas: falar sobre o que entendem por efeito estufa e aquecimento global. Podem expor o que gostariam de saber. É importante que neste momento vocês não busquem informações em livros, revistas ou na internet.

Objetivo: Identificar o grau de conhecimento dos alunos sobre Efeito Estufa e Aquecimento Global.

Atividade 2: Atividade experimental

Proposta: Analogia com o efeito estufa atmosférico.

Objetivo: fazer com que o aluno entenda que todos os corpos acima de 0°K emitem radiação infravermelha (ondas de calor) que, devido ao comprimento de onda longo, são retidas pelos gases de efeito estufa e reemitidas. Embora, o experimento não seja uma realidade fiel ao que acontece com a atmosfera terrestre, o filme plástico faz uma analogia ao processo.

Material necessário: caixeta de sapato pintada de preto, 2 copos de vidro transparente, filme plástico.

Procedimento: coloque um dos copos com água dentro da caixeta e tampe com o papel filtro; coloque o segundo copo com água e a caixeta debaixo do sol e aguarde cerca de 20 a 30 minutos. Coloque o dedo nos dois copos e analise identifique se aconteceu alguma alteração com a temperatura da água.

Atividade 3: Entendendo o Efeito Estufa

Proposta: Leitura do texto, análise do vídeo, análise da figura e associação das informações com a atividade experimental realizada

Objetivo: compreender como ocorre o Efeito Estufa na atmosfera da Terra por meio de uma analogia.

O efeito estufa (Texto adaptado* de HEWITT, P.; Física Conceitual, 2002).
A Terra e sua atmosfera ganham energia quando absorvem a energia radiante vinda do Sol. Isso aquece o planeta. A Terra, por sua vez, emite radiação terrestre, a maior parte da qual acaba escapando para o espaço exterior. A absorção e a emissão prosseguem até produzirem uma temperatura média de equilíbrio. Nos últimos 500.000 anos a temperatura média da Terra flutuou entre 19°C e 27°C, e presentemente está no ponto máximo, 27°C.
O efeito estufa é o aquecimento da atmosfera mais baixa, o efeito dos gases atmosféricos sobre o balanço entre a radiação solar e a radiação terrestre. Por causa da alta temperatura do Sol, a radiação solar é formada por ondas eletromagnéticas de alta frequência – ultravioleta, luz visível e também por ondas de baixa frequência – infravermelho. A atmosfera é transparente a grande parte dessa radiação, especialmente à luz visível, de modo que a solar alcança facilmente a superfície da Terra onde é absorvida. A superfície terrestre, por sua vez, “re-irradia” parte dessa energia. Mas como a temperatura da superfície terrestre é relativamente mais fria, ela “re-irradia” a energia em baixas frequências – principalmente nos comprimentos de onda mais longos do infravermelho.
Determinados gases atmosféricos (principalmente vapor d’água e dióxido de carbono) absorvem e “re-emitem” grande parte dessa radiação infravermelha (ondas longas) de volta para a Terra. Deste modo a radiação infravermelha, que realmente não escapa da atmosfera terrestre, ajuda a mantê-la aquecida. Esse processo é extremamente importante, pois sem ele a Terra seria gélida – cerca de -18°C. Nosso problema ambiental atual é que o excesso de dióxido de carbono e outros dos assim chamados “gases do efeito estufa” retêm energia a mais e tornam a Terra quente demais. Portanto, parte do efeito estufa pode ser precisamente o que a Terra necessita para prevenir uma próxima idade do gelo. Mas ainda não dispomos de informações suficientes a respeito para ter certeza.

O efeito estufa atmosférico recebeu este nome a partir das estufas de vidro usadas pelos fazendeiros e floristas para “prender” a energia solar. O vidro é transparente às ondas da luz visível, mas opaco às radiações ultravioleta e infravermelha. O vidro atua como uma espécie de válvula unidirecional. Ele permite que a luz visível entre na estufa, mas impede os comprimentos de onda mais longos de deixá-la. Assim, os comprimentos de onda curtos da luz solar atravessam o telhado de vidro da estufa e são absorvidos pelo solo e pelas plantas em seu interior. O solo e as plantas, por sua vez, emitem ondas de infravermelho com comprimentos de onda longos. Essa energia não consegue atravessar o vidro e sair, o que aquece o interior da estufa. Curiosamente, nas estufas de plantas, o calor é mantido principalmente pela habilidade do vidro de impedir que as correntes de convecção misturem o ar mais frio do exterior com o ar mais quente do interior. Um mito comum é que o teto de vidro ou de plástico de uma estufa retém de algum modo a radiação térmica. Infelizmente, como a expressão efeito estufa é muitas vezes aplicada à retenção de radiação térmica pela atmosfera terrestre, esse tipo de retenção é associado erroneamente às estufas.

*Atualização da temperatura média da Terra

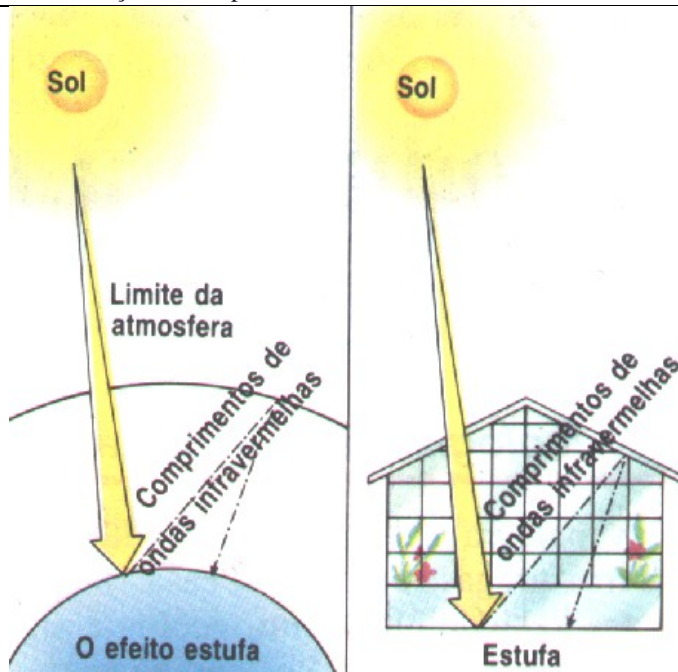


FIGURA 3: Associação efeito estufa planetário e nas estufas de plantas (Fonte: Introdução a ecologia)

Assista ao vídeo

<https://www.youtube.com/watch?v=soicSlswjOk>

Questões

- 1)Qual seria a consequência de se eliminar completamente o efeito estufa?
- 2)Faça uma correlação com o experimento realizado e proponha uma explicação para o observado.

Atividade 4: Analisando artigos e reportagens

Propostas: Ler os artigos e as reportagens e selecionar um que julgar mais interessante; Identificar as principais idéias e argumentos apresentados no corpo do artigo ou da reportagem; Posicionar frente às informações veiculadas no artigo escolhido.

Objetivo: Ter acesso às informações sobre as controvérsias do aquecimento global.

Texto 1:

Mudança Climática Brusca: Temperaturas que despencam 10°C no inverno e secas repentinas que fustigam plantações ao redor do globo não são só sensacionalismo cinematográfico. Transformações drásticas desse tipo já aconteceram no passado - às vezes em poucos anos (Richard B. Alley, Scientific American Brazil)

Alterações repentinas no clima terrestre são inevitáveis No filme-catástrofe hollywoodiano *O dia depois de amanhã*, uma tragédia climática de proporções gigantescas pega o mundo de surpresa. Milhões de americanos fogem para o ensolarado México enquanto lobos perseguem as poucas pessoas que se amontoam numa Nova York totalmente congelada. Tornados assolam a Califórnia. Pedras gigantes de granizo despencam sobre Tóquio.

Mudanças climáticas avassaladoras e abruptas do gênero podem mesmo acontecer em um futuro próximo ou trata-se apenas de exagero dos estúdios Fox? A resposta a ambas as questões aparentemente é sim. A maioria dos especialistas em clima acredita que não precisamos temer uma era glacial completa nas próximas décadas. Mas mudanças climáticas repentinas já ocorreram antes e poderiam ocorrer de novo. Na verdade, elas provavelmente são inevitáveis.

E também inevitáveis são os desafios que trarão. Ondas de calor podem tornar certas regiões mais hospitaleiras, mas aumentariam o calor já sufocante de outros lugares. Secas graves poderiam tornar estéreis terras que já foram férteis. Essas conseqüências seriam particularmente duras de suportar porque mudanças climáticas que acontecem de repente geralmente persistem por séculos ou até mesmo milênios. De fato, considera-se hoje que o colapso de algumas sociedades antigas - antes atribuído a forças políticas, econômicas e sociais - tenha sido causado principalmente por flutuações rápidas no clima.

O espectro da mudança climática abrupta tem estimulado estudos científicos sérios há mais de uma década, mas só recentemente capturou o interesse dos cineastas, economistas e políticos. Com essa atenção maior vem uma confusão crescente sobre o que dispara esse tipo de mudança e quais seriam suas conseqüências.

Observadores fortuitos poderiam supor que viradas repentinas no clima diminuiriam qualquer efeito do aquecimento global induzido pelo homem, que vem ocorrendo gradualmente. Mas novas evidências indicam que o aquecimento global deveria, mais do que nunca, encabeçar a lista das preocupações: ele poderia facilitar que variações repentinas afetassem o clima da Terra.

É possível que os cientistas nunca tivessem verificado para valer a capacidade de variação do clima terrestre se não fosse por algumas amostras de gelo, extraídas no começo da década de 1990 das calotas glaciais da Groenlândia. Esses cilindros colossais - alguns com três quilômetros de comprimento - preservam um conjunto claro de registros climáticos, que engloba os últimos 110 mil anos. Podem-se distinguir camadas depositadas todos os anos nos cilindros e datá-las usando vários métodos; a composição do gelo, por si só, revela a temperatura em que ele se formou.

Esse trabalho revelou uma longa história de loucas flutuações no clima - longos períodos de frio alternados com breves intervalos de calor. A região central da Groenlândia enfrentou quedas de temperatura da ordem de 6°C em poucos anos. Por outro lado, atingiu metade do aquecimento que ocorre desde o pico da última era glacial - mais de 10°C - em uma só década. Esse salto, há cerca de 11.500 anos, equivale a Minneapolis ou Moscou passarem a ter as condições relativamente agradáveis de Atlanta ou Madri.

As amostras de gelo não revelam apenas o que aconteceu na Groenlândia. Também dão pistas sobre a situação no resto do mundo. Alguns pesquisadores conjecturavam que o aquecimento de 10°C ali esteve ligado a um evento que esquentou boa parte do Hemisfério Norte, e que esse episódio aumentou a precipitação naquela área e em muitos outros lugares.

Na Groenlândia, a espessura das camadas de gelo mostrou, de fato, que a quantidade de neve havia dobrado em um ano. Análises de bolhas de ar aprisionadas no gelo corroboraram a previsão de aumento da umidade em outras áreas. Medições da quantidade de metano nas bolhas indicam que esse gás dos pântanos estava entrando na atmosfera 50 vezes mais rápido durante o aquecimento intenso. O metano provavelmente entrou na atmosfera devido ao alagamento dos charcos nos trópicos e seu degelo no norte.

Os cilindros de gelo também ajudaram os cientistas a preencher outras lacunas. Camadas de gelo que aprisionaram poeira da Ásia indicaram a fonte dos ventos mais constantes, por exemplo. Eles provavelmente eram mais calmos nas épocas de calor, porque menos sal marinho e cinzas de vulcões distantes carregados por eles se acumularam no gelo.

Episódios intensos e abruptos de aquecimento aparecem mais de 20 vezes no registro climático do gelo da Groenlândia. Várias centenas ou milhares de anos após o começo de um período de aquecimento típico, o clima revertia para um resfriamento lento, seguido por um resfriamento rápido, em intervalos tão curtos quanto um século. Então, o mesmo padrão se repetia, com outro período de aquecimento, com talvez apenas alguns anos. Durante as condições mais extremas de frio, icebergs chegavam à costa de Portugal. É provável que desafios menores do que esses tenham expulsado os vikings da Groenlândia durante o período frio mais recente, chamado de Pequena Idade do Gelo, que começou por volta de 1400 d.C. e durou 500 anos.

Esse esquentar-esfria violento observado no norte aconteceu de forma diferente em outras partes do mundo, ainda que todos os fenômenos possam ter tido uma raiz comum. Épocas frias e úmidas na Groenlândia estão ligadas a condições climáticas particularmente frias, secas e ventosas na Europa e na América do Norte; também coincidiram com clima quente incomum no Atlântico Sul e na Antártida.

Evidências também revelaram que mudanças abruptas nas chuvas causaram problemas que rivalizavam com as oscilações de temperatura. Épocas frias no norte traziam secas à África Saariana e à Índia. Há cerca de 5.000 anos, uma seca repentina transformou o Saara de uma paisagem verdejante pontilhada de lagos no deserto arenoso que é hoje. Dois séculos de seca há cerca de 1.100 anos aparentemente contribuíram para o fim da civilização maia no México e na América Central. Em tempos modernos, o fenômeno El Niño e outras anomalias no Pacífico Norte podem modificar os padrões meteorológicos a ponto de gerar secas como a que causou o Dust Bowl, período de seca grave que ocasionou a perda da camada superior do solo e provocou grandes tempestades de poeira nos EUA na década de 1930.

Sejam ondas de frio, calor ou secas prolongadas, as mudanças climáticas do passado aconteceram basicamente da mesma forma: uma alteração gradual de temperatura ou outro agente físico empurrou algum fator determinante para um limite crítico invisível. Depois de cruzada a barreira, esse fator - assim como o clima todo - escorregou para outro estado e, normalmente, nele permaneceu por muito tempo .

Cruzar um desses limites de equilíbrio climático é como balançar uma canoa. Se a pessoa senta dentro de uma canoa e pende aos poucos para um lado, a canoa vai junto. Ela está sendo levada a um limite - a posição após a qual o barco não consegue mais ficar reto. Se pender demais para o lado, a canoa vira.

As viradas climáticas mais extremas da história aconteceram quando esses limites foram ultrapassados, o que aponta para áreas particularmente preocupantes no futuro. Para explicar os intervalos anormalmente frios registrados nas amostras da Groenlândia, a maioria dos cientistas sugere alterações no comportamento de correntes oceânicas no Atlântico Norte, fator dominante nos padrões meteorológicos dessa região a longo prazo.

O leste da América do Norte e a Europa gozam de clima temperado (como o de hoje) quando as águas do Atlântico, aquecidas pelo Sol, fluem para o norte através do Equador. Durante o inverno setentrional, a água salgada que vem do sul se torna fria e densa o bastante para afundar a leste e a oeste da Groenlândia, e depois migrar de volta ao sul pelo leito oceânico. Enquanto a água resfriada afunda, correntes quentes originadas no sul fluem para o norte e tomam o lugar delas. A água que afunda, por sua vez, movimenta a chamada circulação convectiva, que aquece o norte e refresca o sul.

Os cilindros de gelo contêm evidências de que períodos repentinos de frio ocorreram depois que o Atlântico Norte se tornou menos salgado, talvez porque lagos de água doce tenham transbordado através das paredes das geleiras e chegado ao mar. Os pesquisadores identificam esse fluxo de água doce como a primeira fase de uma ruptura de equilíbrio, porque sabem que o aporte de água doce no Atlântico Norte pode frear ou desligar a convecção.

Diluída pela água que desce do continente, a água salgada do mar acaba perdendo salinidade e fica menos densa. Pode até congelar antes de conseguir afundar. Sem isso, a chuva e a neve que caem no norte não chegam a ser mandadas embora pelo oceano. Elas se acumulam na superfície do mar e diluem ainda mais o Atlântico Norte. A circulação convectiva é desligada, deixando os continentes próximos com clima parecido com o da Sibéria .

Calor de Gelar

Oito mil anos se passaram desde a última grande onda de frio no Atlântico Norte. Será que os seres humanos estão jogando o seu peso do lado certo para evitar que a canoa do clima vire? Talvez, mas a maioria dos climatologistas suspeita que estejamos deixando o barco ainda mais instável. Especialmente preocupante é o aumento, induzido pelo homem, das concentrações de gases-estufa na atmosfera, que provocam o aquecimento global.

O Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC), órgão ligado à ONU, previu em seu último relatório que as temperaturas médias globais subirão de 1,5°C a 4,5°C nos próximos cem anos. Muitos modelos de computador consistentes com essa previsão também prevêem que a convecção do Atlântico Norte perderá força. (Pode parecer irônico, mas o aquecimento gradual levaria a um resfriamento repentino de muitos graus.) As incertezas são muitas e, embora uma nova era glacial seja improvável, as mudanças poderiam ser bem maiores do que durante a Pequena Idade do Gelo, quando o Tâmis congelou em Londres e as geleiras rolaram pelos Alpes.

Talvez mais preocupantes que os períodos de frio no norte sejam os efeitos adversos que ocorreriam ao mesmo tempo em outras partes do mundo. Registros climáticos em vastas porções da África e da Ásia que se beneficiam de uma estação chuvosa intensa indicam que essas áreas tornaram-se particularmente secas sempre que o Atlântico Norte ficou mais frio. Até o resfriamento produzido por uma redução na intensidade da circulação convectiva bastaria para disparar a seca. Já que as lavouras de bilhões de pessoas dependem da estação chuvosa, mesmo uma seca modesta pode provocar fome.

As conseqüências de uma futura perda de salinidade do Atlântico Norte podem dificultar até a vida de pessoas que vivem fora dos extremos de seca e frio. Tais projeções fizeram com que o Departamento de Defesa dos Estados Unidos encomendasse à instituição Global Business Network uma análise das ameaças à segurança nacional que seriam causadas pelo desligamento total do cinturão convectivo. Muitos cientistas, inclusive eu, acham que uma desaceleração gradual é muito mais provável que uma interrupção completa; de qualquer forma, a gravidade das conseqüências do pior cenário faz com que ele mereça consideração. Como afirma a Global Business Network: "As nações com recursos podem erguer barreiras em volta de seus territórios, preservando esses recursos para elas mesmas. Nações com menos sorte... teriam de lutar por comida, água limpa ou energia".

Enchentes e Secas

Mesmo que uma desaceleração da circulação convectiva nunca aconteça, o aquecimento global pode fazer com que os limites do equilíbrio climático sejam ultrapassados em outros lugares.

Os cinturões verdes existentes no interior de muitos países temperados enfrentam risco de secas prolongadas. A maioria dos modelos climáticos prevê mais secas no verão nessas áreas, acontece o que acontecer com o Atlântico Norte.

As mesmas previsões sugerem que o aquecimento causado pelo efeito estufa aumentará a precipitação média, possivelmente sob a forma de tempestades mais severas e inundações.

Verões mais secos fariam com que estiagens relativamente brandas piores e persistam por décadas. Essa transição ocorreria devido à vulnerabilidade dos cinturões verdes: eles dependem muito da chuva que as plantas da região reciclam, e não da umidade trazida de outros locais. As raízes das plantas costumam absorver água que, de outra forma, atravessaria o solo e fluiria para o mar.

Parte dessa água evapora das folhas e volta à atmosfera. Quando a região começa a enfrentar verões mais secos, no entanto, as plantas definham e morrem, devolvendo menos água ao ar. O limite é cruzado quando a população de plantas encolhe a ponto de a chuva reciclada se tornar insuficiente para sustentá-la. Mais plantas morrem e a chuva diminui mais ainda - num círculo vicioso semelhante ao que transformou o Saara em deserto. A região não tem dado sinais de recuperação desde aquela época.

Os cientistas temem não ter identificado totalmente os limites de equilíbrio que levariam a mudanças nos climas regionais. Isso é preocupante, porque é bem provável que estejamos causando perturbações das quais nos arrependemos. Dançar numa canoa não costuma ser recomendável, mas é o que estamos fazendo. Substituímos florestas por plantações, o que afeta a quantidade de luz solar refletida pela terra; retiramos água do subsolo, o que muda a quantidade de líquido que os rios transportam para o oceano; e alteramos a quantidade de gases-traço e matéria particulada na atmosfera, o que modifica as características das nuvens e da chuva.

Encarando o Futuro

As conseqüências negativas de uma grande virada do clima podem ser mitigadas se ela acontecer aos poucos, ou se for esperada. Antecipando a seca, um agricultor consegue cavar um poço, aprender a plantar culturas menos dependentes de água ou simplesmente se mudar para outra região. Mas alterações inesperadas podem ser devastadoras. Um único ano de seca que surja de surpresa arruinaria só os agricultores mais pobres ou despreparados, mas o prejuízo cresce à medida que a estiagem se alonga. Infelizmente, os cientistas têm pouca capacidade de prever quando e como uma mudança climática abrupta acontecerá.

Apesar das conseqüências potencialmente gigantescas de uma alteração repentina no clima, a maioria esmagadora da pesquisa e das políticas públicas na área tem se dedicado a mudanças

graduais - como a necessidade de reduzir as emissões de carbono para desacelerar o aquecimento global. Embora reduções como essa provavelmente ajudem a limitar a instabilidade climática, também deveríamos pensar em como evitar mudanças bruscas. No limite, poderíamos decidir ignorar de vez o risco e esperar que nada aconteça.

O despreparo afundou o Titanic, mas vários outros navios despreparados cruzaram o Atlântico Norte incólumes. Ou poderíamos, por outro lado, mudar nosso comportamento a fim de tornar menos provável uma alteração catastrófica. Novas investigações devem revelar outras ações úteis.

Uma terceira estratégia seria fazer com que as sociedades se organizassem para lidar com mudanças climáticas bruscas antes que a próxima surpresa nos apanhe, como sugeriu o Conselho Nacional de Pesquisas dos EUA, ao observar que algumas sociedades se adaptaram à mudança climática, enquanto outras tombaram. Os colonos vikings da Groenlândia abandonaram seus assentamentos quando o início da Pequena Idade do Gelo tornou a vida insustentável, enquanto seus vizinhos, os esquimós de Thule, sobreviveram sem maiores problemas. Entender o que separa a adaptação do fracasso seria útil.

Planos para amenizar os problemas caso uma crise se instale podem ser feitos a custo baixo ou nulo. Comunidades podem plantar árvores agora a fim de ajudar a manter o solo durante a próxima estação seca e ventosa, por exemplo, e fazer acordos neste momento sobre quem terá acesso a quais recursos hídricos quando esse bem se tornar mais escasso.

Por ora, parece que as pessoas estão sacudindo o barco, empurrando certos aspectos do clima para mais perto dos limites capazes de detonar mudanças repentinas.

Eventos do gênero não causariam uma nova era glacial, nem fariam algo que rivalizasse com a mente fértil dos roteiristas de cinema. Mas poderiam trazer desafios incríveis para a vida na Terra. Vale a pena considerar de que forma as sociedades aumentariam sua resistência às consequências disso - ou, antes de mais nada, como evitar que a canoa vire.

Texto 2: Como consertar o clima (adaptado de STIX, G.; Scientific American Brasil, , p. 26-29, janeiro 2006).

Por séculos, exploradores tentaram sem sucesso encontrar um caminho do Atlântico ao Pacífico pelo norte gelado. O espectro da fome e o escorbuto rondavam os marinheiros, e a passagem nunca foi encontrada.

No entanto, daqui a 40 anos ou menos é provável que o aquecimento global torne realidade o sonho dos navegadores daquela época. Uma rota comercial efetivamente se abrirá ao norte, competindo com o canal do Panamá.

As novas rotas de navegação no Ártico, entretanto, estariam entre os poucos efeitos positivos da mudança acelerada no clima. Outras consequências, como o derretimento das geleiras, perturbações na corrente do Golfo e ondas recorde de calor, beirariam a catástrofe, causando enchentes, doenças, furacões e secas.

Os níveis atuais de dióxido de carbono (CO₂) – cerca de 400 partes por milhão (ppm) na atmosfera terrestre – são maiores do que em qualquer outra época nos últimos 650 mil anos pelo menos, e atingirão 530 ppm em 2050 se não houver intervenção radical.

Os gases do efeito estufa são na verdade necessários. O vapor d'água, o dióxido de carbono e metano impedem que parte da energia recebida do Sol seja totalmente reemitida de volta para o espaço, mantendo a temperatura da atmosfera confortável tanto para protozoários quanto para seres humanos. Mas o excesso, em particular de dióxido de carbono emitido por automóveis e usinas termoeletricas, faz os termômetros subirem gradualmente. Dentre os 20 anos mais quentes já registrados, quase todos ocorreram da década de 80 para cá. Evitar que a

estufa atmosférica se transforme em sauna será provavelmente o desafio científico e técnico mais formidável que a humanidade já enfrentou. A mudança climática torna forçosa a reestruturação maciça da matriz energética mundial. A preocupação com a oferta de combustíveis fósseis só alcança proporções críticas quando se leva em conta a proteção do clima. Mesmo se em breve a produção de petróleo começasse a declinar, o carvão poderia suprir o mundo por pelo menos mais um século. Mas estes dois combustíveis, que respondem por 80% do consumo mundial de energia, se tornarão um fardo se não houver limitação da emissão de carbono.

Talvez uma revolução nas baterias solares inicie uma era fotovoltaica, permitindo que uma única fonte de energia seja usada tanto por telefones celulares quanto por usinas siderúrgicas. Mas se isso não ocorrer – o que é provável – será necessário empregar diversas alternativas ao mesmo tempo (como biocombustíveis, energia solar, hidrogênio e energia nuclear) para descartar o uso do carbono.

Texto 3:

Influência humana é principal causa do aquecimento global, reitera IPCC - Ana Cristina Campos (Repórter da Agência Brasil, Brasília/ DF, 27. Nov.2013)

Brasília - Relatório divulgado hoje (27) pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês) mostra que a influência humana no clima é a principal causa do aquecimento global observado desde meados do século 20. O aumento das temperaturas é evidente e cada uma das últimas três décadas tem sido sucessivamente mais quente, informa o Sumário para os Formuladores de Políticas do Grupo de Trabalho 1 do IPCC.

“O relatório concluiu que a temperatura da atmosfera e dos oceanos se elevou, a quantidade de neve e de gelo diminuiu e que o nível do mar e de concentração de gases de efeito estufa aumentou”, destacou um dos coordenadores do documento, Qin Dahe.

Segundo o texto, há 95% de probabilidade de que mais da metade da elevação média da temperatura da Terra entre 1951 e 2010 tenham sido causadas pelo homem. Os gases de efeito estufa contribuíram para o aquecimento entre 0,5 e 1,3 graus Celsius (°C) no período entre 1951 e 2010. “A continuada emissão de gases de efeito estufa vai causar mais aquecimento e mudanças climáticas. Limitar a mudança climática vai requerer substanciais e sustentadas reduções das emissões de gases de efeito estufa”, disse Thomas Stocker, outro coordenador do documento.

O relatório ressalta que, até o fim do século 21, há pelo menos 66% de chance de a temperatura global se elevar pelo menos 2°C em comparação com o período entre 1850 e 1900. “A mudança na temperatura da superfície da Terra no final do século 21 pode exceder 1,5°C no melhor cenário e, provavelmente, deve exceder 2°C nos dois piores cenários”, disse Stocker. Na pior das possibilidades, a temperatura pode alcançar 4,8°C até 2100.

Ele acrescentou que ondas de calor muito provavelmente vão ocorrer com mais frequência e devem durar mais tempo. “Com o aquecimento do planeta, esperamos ver regiões úmidas recebendo mais chuvas e regiões secas recebendo menos chuvas, apesar de existirem exceções”, disse o cientista.

O documento elaborado por 259 cientistas de 39 países apresentado em Estocolmo, na Suécia, mostrou que a elevação da temperatura dos oceanos até cem metros de profundidade pode variar entre 0,6 °C e 2 °C até 2100. Além disso, devido ao aumento do degelo dos glaciares, o nível do mar deve subir entre 26 a 55 centímetros considerando o melhor cenário e, entre 45 a 82 centímetros, no pior cenário. O gelo do Ártico pode diminuir até 94% durante o verão no Hemisfério Norte até 2100.

“Com o aquecimento dos oceanos e a redução dos glaciares, o nível global dos mares vai continuar a subir, mas em um ritmo mais rápido do que experimentamos nos últimos 40 anos”, disse o pesquisador Qin Dahe.

De acordo com o documento, as concentrações atmosféricas de dióxido de carbono, metano e óxido nítrico aumentaram para níveis sem precedentes nos últimos 800 mil anos. As concentrações de dióxido de carbono subiram 40% desde a época pré-industrial (desde 1750), principalmente devido às emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis. Segundo Stocker, como resultado das emissões passadas, presentes e futuras de dióxido de carbono, a mudança climática é um fato. “Os efeitos no clima vão persistir por muitos séculos mesmo que as emissões parem”, concluiu o cientista.

O IPCC foi criado em 1988 pela Organização das Nações Unidas (ONU) e reúne milhares de cientistas de diversos países. Já foram publicados quatro relatórios. A divulgação completa do quinto documento, incluindo os trabalhos dos grupos 2 e 3, deverá ocorrer até 2014. Nesta sexta-feira, foi lançado o documento do Grupo de Trabalho 1, que trata dos aspectos científicos das mudanças climáticas. Os dados do IPCC servirão de base para as negociações climáticas internacionais.

Edição: Talita Cavalcante

Texto 4: 50% dos eventos naturais extremos foram causados pelo aquecimento, diz relatório (AFP, Em Washington, publicada na página UOL notícias Meio Ambiente 06. Nov. 2013)

2013: Segundo climatologistas da Universidade de Reading, da Inglaterra, o aquecimento global interfere nos ventos atmosféricos a 10 quilômetros de altitude e torna os voos mais instáveis e menos confortáveis, assim como pode aumentar o risco de lesões para passageiros e tripulação. Esta é o primeiro grande estudo feito para medir o impacto das mudanças climáticas nas viagens aéreas Camila Machado/AFP

As mudanças climáticas provocadas pelo uso humano de combustíveis fósseis tiveram papel importante em metade dos eventos climáticos extremos no ano passado, informaram cientistas americanos nesta quinta-feira (5).

O furacão Sandy, que devastou a cidade de Nova York, por exemplo, foi decorrente de uma enorme tempestade, mas a inundação que causou os principais impactos também foi influenciada pela maré alta. Segundo as pesquisas, o aumento no nível do mar causado pelo aquecimento global quase duplica a probabilidade anual de ocorrer tais enchentes se comparado com 1950. Assim, eventos naturais aliados a a es do homem garantem que inunda es como a do Sandy v o ocorrer com mais frequência no futuro e com tempestades menos intensas.

Uma equipe de especialistas examinou 12 episódios climáticos extremos em 2012, de secas nos Estados Unidos e na África a fortes chuvas na Europa, na Austrália, na China, no Japão e na Nova Zelândia.

Em seis dos eventos selecionados, foi demonstrado algum indício de terem sido piores do que o esperado, devido a elementos como água do mar ou temperaturas mais quentes, causados por emissões de gases estufa e aerossóis na atmosfera.

Os Estados Unidos são o segundo país na lista dos que mais emitem gases do efeito estufa atualmente. A maioria vem da gera o de eletricidade, com 2.154.025 toneladas de gás carbônico equivalente (CO2), segundo dados de 2009. Acima, vista da usina termelétrica movida a carvão que fica próxima a Emmett, no Kansas Leia mais Charlie Riedel/AP

O relatório, intitulado "Explicando os Eventos Extremos de 2012 de uma Perspectiva Climática" (em tradução livre), foi publicado no Boletim da Sociedade Meteorológica Americana. O estudo, revisto por pares, incluiu 18 temas de pesquisa de todo o mundo.

"Todos os eventos extremos de 2012 considerados neste relatório, baseados nas análises dos autores, provavelmente teriam ocorrido independentemente das mudanças climáticas", disse Thomas Karl, diretor do Centro de Dados Climáticos Nacionais da Agência Oceânica e Atmosférica Nacional (NOAA, na sigla em inglês).

O objetivo do esforço de pesquisa é compreender se eventos extremos são propensos a ocorrer mais frequentemente no futuro e "se a sua intensidade está mudando por causa de fatores naturais ou de mudanças causadas pelo homem", disse Karl a jornalistas.

Segundo cientistas, a influência humana no clima pode ser em parte culpada pelas fortes chuvas na Austrália e na Nova Zelândia e na seca recorde de inverno no sudoeste da Europa.

No entanto, chuvas incomuns em China e Japão, ainda que extremas, não parecem ter tido um vínculo claro com as mudanças climáticas causadas pelo homem. Nem a seca de 2012 nos Estados Unidos parece ter sido influenciada pelas mudanças climáticas, embora o mesmo grupo de cientistas tenha reportado no ano passado que um clima severamente seco a partir de 2011 parece ter sido agravado pelo aquecimento global antropogênico.

A atribuição de eventos extremos é difícil porque as mudanças climáticas podem ser um fator contribuinte, mas não o único, afirmou Tom Peterson, principal cientista do Centro de Dados Climáticos da NOAA

Se a variabilidade natural no clima puder ser comparada a motoristas que dirigem perigosamente ou ruas escorregadias, ele considerou que pisar fundo no acelerador é como o aumento na intensidade das chuvas e no nível do mar, que são causados pelo aquecimento global.

"Nós sabemos que o mundo está esquentando e a razão principal é a queima de combustíveis fósseis", disse Peterson.

Um dos exemplos mais fortes da influência humana foi vista na incomum onda de calor registrada no leste dos Estados Unidos entre março e maio de 2012. A contribuição humana para o evento foi estimada em 35%, elevando o risco de ocorrer tão onda de calor em 12 vezes.

Texto 5: Efeitos climáticos naturais (PANZERA, Arjuna C; GOMES, Arthur E.Q; MOURA, Dácio G. *O Efeito Estufa e a Temperatura na Terra*. CRV-Centro de Referência Virtual, Minas Gerais)

Quais os fatores que causam mudanças no clima da Terra? Há fatores naturais como os resultantes de deslocamento de continentes, levantamento da crosta da superfície da Terra criando grandes cadeias de montanhas ou isolando bacias oceânicas. Por exemplo, o surgimento da cordilheira do Himalaia, há cerca de 70 milhões de anos, causou um grande impacto no clima da Terra porque alterou o movimento dos ventos e da umidade no planeta. Poeiras de vulcões também podem causar mudanças climáticas por bloquear a luz solar. Mudanças climáticas também ocorrem devido a fatores externos à Terra como, por exemplo, os impactos de grandes meteoritos. A teoria mais aceita para a extinção dos dinossauros, ocorrida há mais ou menos 65 milhões, atribui a causa ao impacto de um meteorito gigante na superfície da Terra. Esse impacto teria levantado uma imensa nuvem de poeira que mudou o clima causando resfriamento brusco e extinguindo grande parte dos seres vivos.

Outro fator externo à Terra que produz também mudanças climáticas são as variações da radiação solar que ocorrem devido aos chamados ciclos solares. O ciclo solar são variações na

intensidade do vento solar e do campo magnético solar. O ciclo solar dura em média 11 anos e é consequência de mudanças no ritmo das erupções solares e do campo magnético solar. Tais mudanças afetam a atividade geomagnética da Terra e provocam alterações da temperatura do plasma ionosférico de nosso planeta.

Alterações no clima da Terra também são produzidas pelas variações que ocorrem na rotação da Terra em torno de seu eixo e na órbita de rotação da Terra em torno do Sol. A inclinação do eixo de rotação da Terra sofre variações cíclicas ao longo do tempo assim como a excentricidade da órbita elíptica da Terra em torno do Sol. Esse ciclo de mudanças orbitais é chamado de Ciclo de Milankovitch em homenagem ao matemático iugoslavo que relacionou essas variações com os períodos glaciais.

Texto 6: Aquecimento global é um processo natural, diz climatologista

(Mayumi Aibe - O Globo Online 06. Fev.2007 Atualizado 05. Mar.2012)

RIO - É desperdício de tempo e dinheiro combater o aquecimento global e previsões catastróficas como as do relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) da ONU, defendeu nesta terça-feira o climatologista Timothy Ball, estudioso do tema há 30 anos. Em entrevista ao GLOBO ONLINE, ele criticou as conclusões do estudo divulgado na semana passada, segundo o qual o aumento das temperaturas na Terra é "muito provavelmente" causado pelo homem. Para Ball, as alterações no clima são um processo natural, em que as emissões de dióxido de carbono têm pouca influência.

- O dióxido de carbono não é um gás poluente. Ele tem consequências positivas, na verdade. Quanto maior sua concentração na atmosfera, maior o crescimento das plantas. A atividade do Sol é o principal fator que afeta o clima no planeta, mas quase não é mencionada - afirmou o especialista, que é Ph.D em Ciência da Universidade de Londres e ex-professor de climatologia da Universidade de Winnipeg, no Canadá.

De acordo com Ball, as variações de intensidade do Sol explicam períodos como a última Era do Gelo, quando a Terra era, em média, cinco graus Celsius mais fria do que hoje. O climatologista lembrou ainda que, no início de sua carreira, a maioria dos cientistas temia um "resfriamento global" no futuro.

- Isso prova que um consenso não é necessariamente um fato científico - disse.

Segundo ele, há inclusive cientistas na China, na Rússia e nos Estados Unidos que prevêem que as temperaturas vão cair até 2030, devido a uma redução da atividade solar. Ball justificou o silêncio dos especialistas que defendem esta teoria:

- Eles têm medo de se expressar, são acusados de receber dinheiro da indústria do petróleo. Eu mesmo já fui alvo de ataques pessoais.

O climatologista admitiu que a teoria de que o aquecimento global é um processo natural pode ser usada por governos pouco comprometidos com o meio ambiente. No entanto, segundo ele, "não dizer a verdade pode ser muito mais perigoso".

Na opinião do cientista, em vez de focar num problema que não poderão resolver, os governos deveriam investir em reduzir a poluição do ar e da água. Ele afirmou que um dos problemas mais graves atualmente é a erosão do solo, que pode deixar milhões de pessoas sem alimentos. Países como Brasil, Índia e China deveriam se preocupar com esta questão - disse

Texto 7: Aquecimento global: culpa do homem ou fenômeno natural?

(16/10/2012 Katryn Dias)

Em julho deste ano, uma notícia alarmou cientistas por todo o mundo. Um iceberg de 119 quilômetros quadrados se rompeu de uma das maiores geleiras da Groenlândia. Cientistas norte-americanos consideram o fato dramático, já que há 150 anos não são registradas

mudanças tão bruscas como as dos três últimos. Ainda não são conhecidas as causas do desprendimento do iceberg, mas o acontecimento já ressuscitou novas discussões sobre uma antiga polêmica: o aquecimento global.

Aquilo que ficou conhecido como aquecimento global nada mais é do que um processo natural, uma vez que o clima da Terra nunca foi estático. Ao longo de milhões de anos, o planeta vem passando por ciclos de mudanças, que já resultaram em períodos glaciais ou em períodos mais quentes (chamados interglaciais). Porém, nos últimos anos, pesquisadores tem afirmado que esse processo está acelerado e acima da capacidade atmosférica de reter calor. Segundo uma análise feita pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas Globais (IPCC, na sigla em inglês), a temperatura média no planeta subiu cerca de 0,7°C ao longo do século XX, e esse aquecimento vem ocorrendo de maneira mais rápida nos últimos 25 anos.

Para pesquisadores da chamada corrente antropocêntrica, o homem tem um papel fundamental nesse processo. “As atividades humanas, através da emissão de gases estufa, podem acelerar e agravar o aquecimento global”, afirma José Marengo, pesquisador titular e professor na pós-graduação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A queima de combustíveis fósseis, assim como o desmatamento e outras atividades humanas, emite grandes quantidades de gases, em especial o dióxido de carbono (CO₂), que são responsáveis por manter a temperatura da Terra. Contudo, a grande quantidade de emissões de CO₂ tem provocado um acúmulo do gás na atmosfera, bloqueando a saída da radiação quente para o espaço. Esse fenômeno é chamado de efeito estufa e é apontado como uma das causas do aquecimento global.

“As atividades humanas, através da emissão de gases estufa, podem acelerar e agravar o aquecimento global”
(José Marengo)

A saída encontrada, segundo o pesquisador do INPE, para diminuir os impactos causados ao ecossistema é reduzir as emissões dos gases do efeito estufa (GEE). “Qualquer um pode ajudar com atitudes simples, como por exemplo, usar menos o carro ou trocar o veículo por um que seja movido a álcool em vez de gasolina”, conta José Marengo. Porém, apenas ações individuais não são suficientes. Precisamos de uma política pública que tenha como meta reduzir ao máximo a emissão de carbono e o desmatamento. “A população tem que pressionar o governo para adotar políticas ambientais

eficazes, assim como energias alternativas. Porque não adianta você reciclar na sua casa e não usar o carro, se o seu vizinho usa carro todo o tempo e está sempre gastando água para limpar a calçada. Temos que ser ecológicos de uma forma organizada.” As consequências do calor anormal podem ser vistas diariamente nos noticiários. “Nos últimos 20 anos, observa-se um aumento de fenômenos meteorológicos extremos, como verões muito quentes, invernos muito frios, tempestades. Este ano, por exemplo, vimos notícias de tufões no Japão e na China, de ondas de calor nos Estados Unidos e na Europa, de invernos muito frios no hemisfério Norte e de chuvas intensas em São Paulo e no Rio de Janeiro. Tudo isso são possíveis consequências do aquecimento global”, explica Marengo.

Apesar de tantas potenciais evidências, há cientistas que fazem uma análise diferente. Os antropocéticos, como são conhecidos, defendem que a ação humana não tem qualquer interferência no agravamento do processo natural. “O aquecimento global, assim como os

resfriamentos da atmosfera e dos oceanos, fazem parte da dinâmica climática da Terra e o homem não tem qualquer influência sobre esses fenômenos. Trata-se de ciclos naturais que ocorrem há milhões de anos”, esclareceu Geraldo Lino, geólogo e autor do livro “A Fraude do Aquecimento Global”. Ele é enfático ao declarar: “Não existe qualquer evidência física observada no mundo real que permita afirmar que as variações do clima nos últimos dois séculos sejam anormais, em relação às ocorridas antes, no passado histórico e geológico”.

Para Lino, não há motivos para tanta preocupação quanto ao aquecimento da Terra. Seria pior para nós, ele afirma, se estivéssemos enfrentando um processo de resfriamento, uma vez que não conseguimos nos adaptar tão bem ao frio quanto fazemos com o calor. “Para a Humanidade, o frio causa muito mais problemas que o calor: perdas de colheitas agrícolas, aumento de doenças cardiorrespiratórias, dificuldades de transportes, entre outros. Imagine o que seria viver hoje sob condições glaciais, por exemplo. É claro que extremos climáticos, sejam frios ou quentes, sempre causam problemas, mas entre os dois, o frio é muito pior.”

O geólogo destaca ainda que a constante discussão do tema aquecimento global pode não ter as melhores motivações. “Esse alarmismo infundado desvia as atenções das verdadeiras emergências globais, que são a falta de saneamento básico para mais de metade da humanidade, os mais de 1,5 bilhão de pessoas que, em pleno século XXI, ainda não têm acesso à eletricidade e os problemas causados pelo crescimento desordenado das grandes cidades.”



Já o pesquisador do INPE, José Marengo, não concorda com essa visão. Para ele, “aquele que nega que o homem participa do aquecimento global, não quer enxergar a realidade”. Marengo aponta o tempo como um fator crucial na análise: “No passado essas mudanças não aconteciam em décadas, como hoje, mas sim em milhares de anos. As provas científicas estão aí”.

Mas em um ponto crucial não restam dúvidas para nenhum cientista: o aquecimento global é um processo irreversível. Se existe uma maneira de esfriar novamente a Terra, essa tecnologia ainda não foi inventada pelo homem. A nós, resta apenas nos adaptarmos às mudanças climáticas, sejam elas naturais ou não, e fazer o que estiver ao nosso alcance para evitar que o ecossistema não desmorone de vez.

Atividade 5: Evidências do Aquecimento Global

“O aquecimento global faz parte da dinâmica climática da Terra e o homem não tem qualquer influência sobre esse fenômeno.”

(Geraldo Lino)

Proposta: Ler a reportagem Tempo quente no pólo e responda às questões.

- a) Quais são as evidências do Aquecimento Global apontadas neste artigo?
- b) Quais são os interesses políticos e econômicos relacionados à discussão sobre a relação entre as atividades humanas e o Aquecimento Global?
- c) Qual é o posicionamento do autor sobre a polêmica? Você concorda com ele? Justifique.

Objetivo: Analisar as evidências do Aquecimento Global e os interesses políticos e econômicos acerca das informações divulgadas.

Tempo quente no polo

O derretimento acelerado do Ártico se une às evidências cada vez mais impressionantes e convincentes do aquecimento global

por Antonio Luiz M. C. Costa — publicado 03/09/2012 09:59, última modificação 03/09/2012



Groenlândia. Fim de geleiras milenares, um dos sintomas de um processo que matará milhões

Apesar da onda de calor e secas que devastam colheitas em várias partes do mundo, apesar do furacão que mais uma vez atrapalha os republicanos e suas convenções, aquecimento global e a mudança climática estão praticamente ausentes do debate político. Há os que citam a Bíblia (como o senador republicano James Inhofe, do Oklahoma) para argumentar que o clima é assunto divino no qual os homens não devem interferir e mesmo políticos mais racionais, como Barack Obama, David Cameron e Angela Merkel, evitam o assunto, impopular com eleitores mais preocupados com emprego e consumo, razão pela qual ignoraram a Rio+20.

No campo científico, os alarmes não param, porém, de disparar. O último foi o anúncio pela Nasa de que a camada de gelo do Oceano Ártico, em 26 de agosto, derreteu para 4,1 milhões de quilômetros quadrados, o menor tamanho já visto desde que ela começou a ser monitorada por satélite e tinha 7 milhões, em 1979, e deve encolher mais ainda, pois o auge sazonal do derretimento é em meados de setembro. O menor tamanho antes medido tinha sido de 4,17 milhões, em 18 de setembro de 2007. Medições de submarinos mostram que o gelo também perdeu ao menos 40% da espessura e 70% do volume desde os anos 1980. O Ártico pode ficar totalmente livre de gelo no verão a partir de 2050. O processo se realimenta e agrava o

aquecimento regional e global, pois enquanto o gelo reflete 80% da luz do sol, o mar escuro reflete só 10%, permitindo mais absorção da luz e ainda mais degelo.

Os poucos especialistas competentes e honestos que ainda duvidavam se dobram às evidências, entre eles o físico Richard Muller, da Universidade da Califórnia. Cético em relação a estudos anteriores, ele criou em 2011 o projeto Berkeley Earth Surface Temperature (Best), financiado em parte pelo magnata do carvão Charles Koch, ambos esperando desmentir o aquecimento global. Depois de reunir 1,6 bilhão de medições de temperatura de 44 mil localidades diferentes desde 1753, sua equipe teve de concluir que estavam errados: a Terra de fato se aqueceu 1,5°C nos últimos 250 anos, 0,9°C desde 1960 e a atividade solar nada tem a ver com isso. Essencialmente, todo o efeito se deve à emissão de gases de efeito estufa pela atividade humana, como admitiu o próprio Muller em artigo no New York Times de 28 de julho, no qual previu também que o planeta se aqueceria mais 1,5°C em apenas 50 anos – ou mesmo 20, se a China continuar sua tendência de crescimento acelerado com uso intensivo de carvão. A maioria dos especialistas considera crítico um aumento de 2°C, a partir do qual as mudanças climáticas seriam irreversíveis, com o derretimento do permafrost (solo congelado) do Hemisfério Norte e Antártida e a liberação de gases de efeito estufa ali retidos. Entretanto, o lobby dos combustíveis fósseis não se impressiona com evidências. Gerald Koch, juntamente com empresas como Microsoft, GM, Diageo, Pfizer, Comcast, Philip Morris e R. J. Reynolds, continua a financiar o Heartland Institute, que também defende causas “libertárias” contra as restrições ao fumo, sistemas de saúde pública e gastos governamentais, mas tem como prioridade desacreditar a climatologia ante a mídia e a opinião pública, pagando publicidade, blogueiros, pessoas influentes, especialistas e projetos que estejam dispostos a contestar o aquecimento global. Discurso similar, com menos repercussão, foi ouvido no Brasil nas semanas anteriores à Rio+20, tendo como principal veículo o Jornal da Band.

Mensagens internas do Heartland vazadas em fevereiro mostraram que isso incluiu um projeto de 100 mil dólares para criar material “anticlima”, como dizem seus próprios memorandos, para escolas fundamentais nos Estados Unidos e 300 mil para uma equipe de peritos encarregados de achar falhas nos estudos da ONU. E também um painel instalado em Illinois, EUA, no qual fotos de Bin Laden, Unabomber, Charles Manson e Fidel Castro apareciam junto à frase: “Eu ainda acredito no aquecimento global. E você?”, enquanto um comunicado no seu site afirmava que “os defensores mais proeminentes do aquecimento global não são cientistas. São assassinos, tiranos e loucos”. Sob pressão de alguns dos patrocinadores do instituto, assustados com a repercussão negativa, o anúncio foi retirado depois de 24 horas.

Quem serão os verdadeiros assassinos? Segundo o relatório Monitor da Vulnerabilidade Climática 2010, da ONU, não há muita dúvida: o aquecimento global já mata 350 mil por ano e o número deve dobrar até 2020 e triplicar até 2030. As perdas financeiras são hoje de 130 bilhões anuais, devendo chegar a 200 bilhões em 2020 e 275 bilhões em 2030. E as maiores perdas em vidas, habitat e recursos serão dos países que menos contribuíram para a catástrofe: serão 5 milhões de mortos até 2020, 80% dos quais crianças do sul da Ásia e África Subsaariana.

Também há os que lucrarão com isso. As empresas de carvão, petróleo, energia, mineração e transportes são beneficiárias óbvias e imediatas, não só pelo afastamento de possíveis restrições às suas atividades, como pelo acesso mais fácil às reservas minerais e energéticas do Ártico (32% das reservas de petróleo inexploradas do mundo) e pelo transporte marítimo desimpedido pelo Polo Norte, como lembrou reportagem recente de The Economist.

Embora se pudesse pensar que a crise internacional reduzisse o ritmo do aquecimento global, seu efeito sobre o problema é mais negativo do que positivo, ao jogar a questão para o fim das

agendas nacionais e internacionais e adiar ou cancelar investimentos em energias alternativas sem retorno imediato. Isso no momento em que a China não só se torna o maior emissor de gases-estufa por queima de combustíveis fósseis (29% do total mundial, seguida por EUA 16%, União Europeia 11%, Índia 6%, Rússia 5% e Japão 4%), como sua emissão per capita (7,2 toneladas/ano) se equipara à da muito mais desenvolvida Europa (7,5), embora ainda esteja bem aquém dos EUA (17,3), o que indica que um uso mais racional e eficiente da energia poderia reduzir substancialmente essas emissões com tecnologias disponíveis.

Atividade 6: Como a presença dos gases na atmosfera terrestre participam da estabilização do equilíbrio da temperatura na Terra: Reconhecendo a influência do albedo

Proposta: Ler a reportagem (adaptada) de Vanessa Barbosa, publicada em fevereiro de 2014, na revista Exame, analisar a figura que indica o albedo dos materiais e realizar a associação.

Objetivo: Saber que, quanto menor o albedo dos materiais, menos energia é refletida e contribui significativamente com o aquecimento global. Saber que, o derretimento das calotas polares contribui com a intensificação do aquecimento global.

Conhece o albedo? Ele está diminuindo e isso não é nada bom

Novo estudo indica que o degelo tem reduzido o fator de refletividade do Ártico, o que leva a uma maior absorção de calor e à amplificação das mudanças climáticas

São Paulo - A quantidade de luz solar que está sendo absorvida ou refletida pela Terra é uma das forças motrizes para o tempo e o clima. Esse poder de reflexão de uma superfície é conhecido como “albedo”. Quanto menor o albedo, mais energia a partir do Sol é absorvida. É exatamente isso o que está acontecendo no Ártico.

Neve brilhante e camadas brancas de gelo têm um alto albedo, ou seja, elas refletem com eficiência a radiação solar de volta para o espaço, enquanto que as áreas verdes, como florestas e campos têm um albedo muito menor, assim como a profundidade escura dos oceanos.

Se a quantidade de energia absorvida muda, isso tem um efeito sobre o balanço de energia da Terra e, finalmente, afeta o clima não apenas nas regiões polares mas em todo Planeta, reforçando os fenômenos das mudanças climáticas.

Tempo de escuridão no Ártico

Através de informações fornecidas por satélites, os pesquisadores do *Scripps Institution of Oceanography* descobriram que a região está mais escura, atualmente, do que no final dos anos 1970.

Naquela época, o Ártico refletia 52 por cento dos raios que incidiam sobre sua superfície e absorvia os outros 48 por cento.

De lá pra cá, a temperatura subiu 2 graus Celsius na região, que perdeu 40 % de sua extensão mínima de cobertura de gelo marinha no período do verão.

O resultado? Em 2011, segundo a pesquisa, os números de refletividade haviam invertido — 48 por cento da luz solar estava sendo refletida e 52 por cento estava sendo absorvida.

A queda do albedo é, reconhecidamente, uma consequência das mudanças climáticas. Um efeito que retroalimenta o problema, a medida que acelera o ritmo das mudanças. Segundo os cálculos dos cientistas, a quantidade de energia extra que a Terra acumulou devido ao declínio da albedo do Ártico é equivalente a cerca de um quarto da quantidade de energia que ficou presa aqui, durante o mesmo período, por conta do aumento nos níveis de dióxido de carbono na atmosfera

Questões: analise a figura a seguir e associar com o texto.



Figura 4: Albedo dos Materiais Urbanos (Fonte: http://www.concretepromotion.com/education_11.html)

Atividade 7: Fechamento pelo professor (apresentação de Power point)

Objetivo: analisar se os alunos absorveram as informações apresentadas.

ATIVIDADE 8: Júri simulado

Objetivo: analisar a habilidade dos alunos em argumentar e se posicionar.

A turma foi dividida em dois grupos, sendo cada grupo responsável por defender cada uma das hipóteses sobre as causas do Aquecimento Global.

Grupo 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.

Grupo 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.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, apresentaremos síntese das discussões dos grupos nas várias atividades realizadas ao longo do projeto, e faremos a análise de modo a ter elementos para responder às nossas questões de pesquisa.

Atividade 1:

Iniciamos pela primeira atividade, de sondagem de conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto:

Grupo 1: *“Efeito estufa: é aquecimento global natural acontece para aquecer a terra e deixá-la equilibrada ,mas com a emissão de gases poluentes causados por fábricas, automóveis, queimadas vem aumentando a liberação de dióxido de carbono fazendo com que crie uma camada impedindo com que o excesso de calor não volte para o espaço”.*

Grupo 2: *“Aquecimento global e efeito estufa! No entendimento geral, concluímos que o aquecimento global nada mais é que o resultado das ações humanas com o ambiente . A poluição causada em especial nos grandes centros urbanos percebidas como na emissão de gases poluentes na atmosfera fumaças das grandes indústrias,desmatamento entre outras coisas.Efeito estufa e uma forma de manter a terra ou mais quente ou mais fria ,ele e muito importante para nos seres vivos porem hoje em dia com o aquecimento global o efeito estufa tem apenas efeitos negativos que ajudam e muito a aumentar a temperatura como esta ocorrendo nesses dias .Com o aquecimento global a camada de ozônio fica mais grossa impedindo que os raios infravermelhos saiam da atmosfera e isso é prejudicial a saúde de todos nos humanos. Precisamos preservar nosso meio ambiente para que gerações futuras e mesmo a nossa não venham a sofrer com esses dois itens que estão inteiramente ligados. Exemplo disso é: o descongelamento das geleiras que nos afeta no abastecimento de água doce” .*

Grupo 3: *Efeito estufa é o aquecimento da Terra provocado por radiações e gases. A Terra absorve uma parte dos raios emitidos pelo sol e a outra parte volta para o*

espaço, mas isso não está acontecendo, a terra tem absorvido mais e os gases também aumentaram com a ação do homem no planeta, aumenta a poluição e isso faz com que os raios não voltem para o espaço aumentando assim a temperatura na terra, e provocando assim o aquecimento global e com isso ocorre mudanças climáticas, desastres, ciclones, furacões, derretimento de geleiras, etc.

Grupo 4: *“O efeito estufa é quando gases da terra atingem a atmosfera .Aquecimento global é a poluição causada pelo mundo.*

O grupo 4 buscou uma resposta curta e definitiva, com uma definição operacional. Já os grupos 1,2 e 3 se envolveram mais na resposta. Assim, os textos desses grupos apresentaram mais relações e idéias, com informações corretas e alguns erros. No entanto, todos os grupos expressaram seus pensamentos como definitivos, ou seja, não reconhecem que o tema é controverso e polêmico.

Os grupos 1,2 e 4 não estabeleceram a diferença solicitada entre Efeito Estufa (processo de interação da atmosfera com a radiação) e Aquecimento Global (conseqüência do efeito estufa e outros fatores, caracterizando-se com o aumento médio da temperatura da Terra).

O grupo 1 e 4 associa aquecimento global à poluição e efeito estufa à interação entre os gases e a atmosfera. Não se referem às ondas de calor irradiada pela superfície da Terra.

O grupo 2 trouxe um texto mais elaborado mas não estabeleceu a distinção entre o Efeito e o Aquecimento Global. Associou o Aquecimento Global a conseqüências de ações humanas, o que é plausível de considerarmos a hipótese que prevalece sobre o tema, no entanto, também identificam o Aquecimento Global com ações humanas, como poluição e desmatamento. Em relação ao Efeito Estufa é apresentado como resultando em aquecimento ou resfriamento do Planeta, fatos que podem ser considerados dependendo da intensidade do fenômeno. O grupo erra, ao afirmar que na atualidade o Efeito Estufa só tem efeitos negativos. O erro mais grave cometido pelo grupo foi relacionar Efeito Estufa e Camada de Ozônio. É importante ressaltar que Efeito Estufa e Camada de Ozônio são fenômenos distintos. A destruição da Camada de Ozônio é provocada pela quebra da molécula de ozônio (O₃) por gases CFC's.

O grupo 3 foi o que mais se aproximou da diferenciação entre Aquecimento Global e Efeito Estufa. Em seu texto o grupo apresenta um conhecimento mais articulado sobre o tema em termos de interação da radiação com a atmosfera e indica algumas consequências climáticas do Aquecimento Global.

No entanto, nenhum grupo atendeu à atividade proposta “indicar o que gostariam de saber sobre o aquecimento global e efeito estufa”. Fatores que podem ter contribuído para que a atividade não fosse realizada plenamente são: desinteresse pelo tema; presunção de conhecimento; dificuldade em desenvolver atividades de caráter investigativo; desinteresse pelos estudos; alunos pouco críticos e participativos; e dificuldade em entender o comando da atividade.

Atividade 2

A atividade consistia em analogia da irradiação em estufa de plantas com o efeito estufa atmosférico. Após a realização do experimento os grupos chegaram à conclusão que o copo que estava dentro da caixa preta e tampada com o papel filme esquentou mais, como pode ser comprovado pela fala dos alunos.

”Ao terminar a experiência foi possível observar que o copo que estava dentro da caixeta esquentou muito mais do que o que estava do lado de fora, mesmo estando em contato direto com o sol a temperatura do copo dentro da caixeta foi muito maior”

“Depois de uns 30 minutos, o copo que estava dentro da caixa estava com a água mais quente do que a que estava do lado de fora. Então, o que entendi foi que ele estava mais quente pelo fato do preto reter e conservar o calor que recebeu, já o copo que estava exposto absorveu o calor, mas perdeu mais rápido “.

Importante observar que os alunos associaram a cor preta da caixa ao maior poder de absorção de calor. Corpo preto significa ausência de cor, ou seja, absorção de todas as frequências que compõem a luz branca, logo, absorvem mais calor. No entanto, alguns erros foram cometidos. Na primeira fala, o grupo, na verdade teve uma sensação térmica de que o copo dentro da caixeta estava com uma temperatura mais elevada, fato este, que poderia ser comprovado com

a utilização de um termômetro (o que não foi o caso). Na segunda fala, houve a utilização errada dos conceitos temperatura e calor, ao afirmar que a água do copo que estava dentro da caixeta estava mais “quente”, na verdade estava com a temperatura mais elevada. Isso de fato era de se esperar porque o corpo preto absorveu mais o calor recebido que ao ser irradiado foi bloqueado pelo papel filme e reemitido, elevando a temperatura da água. No copo que estava exposto a absorção foi menor e o calor absorvido foi irradiado para a atmosfera, sem bloqueios, ou seja, as ondas de calor não foram reemitidas.

Atividade 3

A atividade 3 consistiu em perguntas a serem respondidas pelos grupos após leitura de texto didático (HEWITT, 2002) e vídeo sobre o tema.

Em suas respostas, os alunos indicaram a compreensão da importância do Efeito Estufa para a manutenção da vida no planeta e associaram o aumento da temperatura da Terra, assim como da água do copo dentro da caixa escura e com papel filme, aos raios infravermelhos que são reemitidos para a superfície da Terra e para a caixeta, respectivamente. Interessante que conseguiram observar que a caixa preta (com maior capacidade de absorção) foi fundamental para o bom resultado da atividade prática. Indicamos a resposta de um dos grupos:

“1) Se o efeito estufa fosse totalmente eliminado da terra , ela se tornaria gelada;pois ele que proporciona o aquecimento da terra

2) A explicação para o que ocorreu com o experimento do copo esta totalmente ligado com o que ocorre no efeito estufa . Quando a luz no sol entrou pela caixa grande parte fico retida como calor, pois os raios infravermelhos não conseguem voltar de maneira igual. Com isso a temperatura interna ficou maior do que a externa ,aquecendo mais o copo dentro da caixa .Com o aumento do efeito estufa a temperatura só tende a aumentar e a terra esquentar mais e mais .O preto da caixa representa o efeito estufa; a camada de divisão da terra baixa.”

É importante ressaltar que a animação sobre o Efeito Estufa e a figura que faz uma associação entre o Efeito Estufa atmosférico e o Efeito Estufa nas estufas de plantas apresentam um erro conceitual em relação à sua localização. Em relação ao Efeito atmosférico, os gases estufa

estão dispersos em toda a atmosfera, se concentrando principalmente na troposfera, região em que a densidade do ar é alta.

Atividade 4

A atividade consistiu na escolha de um texto jornalístico e fazer uma apresentação crítica do mesmo, com posicionamento do grupo.

Grupo 1

O grupo 1 escolheu o texto 6 e produziu o seguinte texto a partir de sua leitura:

Texto 6: Aquecimento global é um processo natural, diz climatologista Mayumi Aibe
Climatologista Timothy Ball, estudioso do tema há 30 anos defendeu em entrevista ao GLOBO ONLINE, ele criticou as conclusões do estudo divulgado, segundo o qual o aumento das temperaturas na Terra é "muito provavelmente" causado pelo homem. Para Ball, as alterações no clima são um processo natural, em que as emissões de dióxido de carbono têm pouca influência. - O dióxido de carbono não é um gás poluente. Ele tem conseqüências positivas, na verdade. Quanto maior sua concentração na atmosfera, maior o crescimento das plantas. Em vez de focar num problema que não poderão resolver, os governos deveriam investir em reduzir a poluição do ar e da água. Ele afirmou que um dos problemas mais graves atualmente é a erosão do solo, que pode deixar milhões de pessoas sem alimentos. Países como Brasil, Índia e China deveriam se preocupar com esta questão.
Depois de ler esse artigo, Ball pode estar certo, pois como vimos nos exercícios anteriores o efeito estufa não é uma coisa tão ruim assim para nosso planeta, contudo nesse artigo diz também que estamos dando muita atenção para um problema só que está presente no século XXI, nos não podemos nos esquecer dos outros problemas que temos nesse século, como podemos ver nesse artigo.

Grupo 2

O grupo 2 escolheu o texto 7 e produziu o seguinte texto a partir de sua leitura:

Texto 7: As principais idéias abordadas no texto diz respeito às reais causas do aquecimento global, o artigo nos demonstra maneiras diversas de entender o que está acontecendo com nosso planeta, e nos ajudar a saber se isso é causado pela população

ou pela própria natureza e também afirma que se fosse o contrario invés de quente estivesse frio a humanidade sofreria o dobro ou mais ,pois somos capazes de adaptarmos ao calor mais facilmente .Por um lado são apontados o que a população faz que ajuda cada vez mais a aumentar o aquecimento global que esta ligado ao efeito estufa que é benéfico ,uma vez que ajuda a terra a manter sua temperatura aquecida ,porém com o acumulo da poluição causa pela grande emissão de gases poluentes no meio ambiente fica cada vez maior a dificuldade de serem eliminados para o espaço com isso aumenta cada vez mais o chamado aquecimento global . Entretanto outro pesquisador afirma que "aquecimento global" não e causado pela poluição e sim pela própria natureza ,isso nada mais é do que um circuito natural onde acontecimentos não podiam e nem podem ser previsto . Concluimos então impulsionados pelos informações contidas que o que for possível fazer para amenizar a poluição no nosso dia a dia deve ser feita .Nós seres humanos somos capazes de adaptarmos com o ambiente que vivemos ,restando apenas aceitar o que a natureza prepara ," o aquecimento global é um processo irreversível. Se existe uma maneira de esfriar novamente a Terra, essa tecnologia ainda não foi inventada pelo homem. A nós, resta apenas nos adaptarmos às mudanças climáticas, sejam elas naturais ou não, e fazer o que estiver ao nosso alcance para evitar que o ecossistema não desmorone de vez."

Grupo 3

Assim como o grupo 1, o grupo 3 escolheu o texto 6 e produziu o texto:

Texto 6: Um climatologista diz que é perda de tempo tentar combater o aquecimento global, porque não é causado pelo homem e sim por um processo natural, e as emissões de gases como dióxido de carbono tem pouca influência, ele afirma que esse gás é positivo para o meio ambiente. Na opinião do cientista, em vez de focar num problema que não poderão resolver, os governos deveriam investir em reduzir a poluição da água e do ar.

É errado a afirmação porque por mais que não esteja no poder dos políticos resolver este assunto, eles podem sim fazer por onde orientar e responsabilizar as pessoas pelos seus atos, o homem pode não causar, mas ajuda a destruir, não apenas com

emissão de gases mas também pela destruição, desmatamento, etc. E poderiam investir em meios ao combate a poluição. Se o foco das autoridades forem esse, vai causar impacto e pode ser de grande ajuda.

Grupo 4

O grupo 4 assim como o grupo 2 escolheu o texto 7 e produziu o texto:

Texto 7: “As principais idéias no corpo do artigo são: o aquecimento global seria a culpa do homem, pois as atividades humanas, são através da emissão de gases estufa podem acelerar e agravar o aquecimento global. A queima de combustíveis fósseis, assim como o desmatamento e outras atividades humanas são as principais causas do aquecimento global diz o (José Marengo, pesquisador titular e professor na pós graduação).

E a outra principal idéia é de que o aquecimento global é um fenômeno natural pois o aquecimento global, assim como o resfriamento da atmosfera e dos oceanos fazem partes da dinâmica climática da terra e o homem não tem qualquer influencia sobre esse fenômeno, trata-se de ciclos naturais que ocorrem há milhões de anos esclareceu (Geraldo Lino).

Somos completamente a favor do José Marengo, pois nos seres humanos tem tudo a ver com as consequências do aquecimento global, toda nossa ação do dia a dia como: andar de carro a gasolina, colocar fogo em algo etc... são poluições que geram a consequências do aquecimento global como: enchentes, furacões e principalmente a falta de água. Hoje o nosso planeta esta tão quente devido o homem. O homem faz seus problemas com as suas próprias mãos e finge que não tem participação alguma nisso “.

Atividade 4

O grupo 1 escolheu o artigo 6 Aquecimento global é um processo natural. Mostrou entendimento sobre o que consiste o Efeito Estufa e em relação ao Aquecimento Global expressa existir causas naturais e antropogênicas, mas alega que, não havendo convergência entre possíveis causas, devemos adotar ações que previnam o fenômeno.

O grupo 3 também escolheu o artigo 6 Aquecimento global é um processo natural, no entanto, abordou de uma maneira diferente do grupo 1. A questão não é de adaptação e aceitação como afirma o grupo 1. O homem pode não ser o causador, mas está contribuindo com a potencialização do problema, assim, cabe aos políticos e órgãos ambientais responsabilizar as pessoas contribuintes com o impacto e buscar medidas de conter a poluição.

Os grupos 2 e 4 escolheram o artigo 7 Aquecimento global: culpa do homem ou fenômeno natural? e apresentaram posições diferentes quanto os prós e contras das causas do Aquecimento Global. Enquanto o grupo 2 trabalha com a hipótese de que o Efeito Estufa é fundamental e que o Aquecimento Global pode ter causas naturais, cabendo aos governantes dar atenção também a outros problemas ambientais, o grupo 4 é categoricamente a favor dos especialistas/cientistas que defendem o homem como o principal causador do Aquecimento Global.

Atividade 5

A atividade 5 envolvia questões mais específicas sobre evidências do aquecimento global relacionadas ao derretimento de geleiras no Ártico, e suas consequências climáticas, ambientais e econômicas.

Grupo 1

- “a) O derretimento acelerado do Ártico ,onda de calor e secas que devastam colheitas em várias partes do mundo e mudança climática .*
- b) Um grupo de cientistas, financiados por um magnata do carvão, tentou desmentir a existência do Aquecimento Global, no entanto tiveram que admitir que estavam errados,uma vez que foram realizadas inúmeras medições de temperatura e constatou que a temperatura subiu 1,5°C nos últimos 250 anos e que esse aumento não está relacionado a atividade solar.*
- c) O uso racional da energia poderia sim reduzir as emissões de gases na atmosfera, mas pra isso precisamos da conscientização das pessoas. E para uma energia mais eficiente precisaríamos de empresas para investir em uma fonte renovável para que não gastasse tanto, e que todos tivessem acesso”.*

Grupo 2

- “a) o aumento da temperatura , o derretimento das geleiras etc*
- b) na real os interesses das grandes empresas são em atingir seus lucros exorbitantes e a maioria deles não estão nada interessados em conter a poluição que cada um causa, já que são elas as principais fontes de poluição. Um exemplo é a China*

principal emissora de gases-estufas . E essas empresas também lucraram com as restrições que as atividades humanas causaram.

c) concordo, pois se as empresas e os governantes olhassem mais pro aquecimento global,restrições seriam efetuadas e muitas dariam ate mesmo fim a elas;preocupam mais com coisas que na verdade nem mesmo merecem por completo tanta atenção”.

Grupo 3

“a) derretimento de camadas de gelo, emissão de gases, etc

b) eles tentam desmentir a questão do aquecimento global diante da mídia e da opinião pública. Empresas de carvão, petróleo, energia e mineração se beneficiam, o efeito deles sobre o assunto é mais negativo do que positivo, não investem e nem importam com a questão.

c) concordo com a opinião do autor porque as autoridades poderiam dar mais atenção a esse assunto que não é algo simples. E se investissem mais para tentar combater a grande poluição, mesmo q aos poucos, traria grandes benefícios a todos”.

Grupo 4

“a) o derretimento da camada de gelo do oceano ártico ,que tinha 7 milhões de quilômetros quadrados ,e em 26 de agosto derreteu 4.1 milhões de quilômetros .

b) os interesses são que se fomos parar para pensar em aquecimento global iremos parar com as indústrias, empresas de carvão, petróleo, energia, mineração e transporte irão parar " desativar' o mundo. E se políticos forem falar desse assunto em suas campanhas irão perder votos do eleitores.

c) "O uso mais racional e eficiente de energia poderia reduzir substancialmente essas emissões com tecnologia disponíveis". Em partes. porque só isso não iria obter tantos resultados se não pensarmos em outros fatores do aquecimento global”.

Em relação às evidências do Aquecimento Global, os grupos 1,2 e 4 foram capazes de identificar no artigo. Já o grupo 3 cometeu um erro ao citar “emissão de gases” como conseqüência do fenômeno. Na verdade, é apontado como uma das possíveis causas.

Em relação aos interesses políticos e econômicos relacionados à relação entre atividades humanas e o Aquecimento Global, os quatro grupos conseguiram perceber que existe interesse político e econômico em defender a hipótese de que as causas para o fenômeno não são antropogênicas. O grupo 1 citou uma pesquisa financiada por um magnata do carvão para defender tal hipótese. Os grupos 2, 3 e 4 citam a realidade das empresas em não serem adeptas a conter a poluição e que “provar” que o Aquecimento Global provem de causas naturais significa menos restrições ao setor produtivo.

Atividade 6 e 7

O texto da atividade 6 examina os fatores que determinam a temperatura média do planeta, e introduz o conceito de albedo. As questões permitiram verificar como tais conceitos foram compreendidos pelos estudantes, ao serem utilizados para interpretar situações.

A atividade ocorreu dentro de sala de aula, em que os tópicos relacionados a ondas, espectro eletromagnético, calor e temperatura, processos de transmissão de calor, efeito estufa natural e antropogênico, aquecimento global, foram revisados e discutidos. Nesse momento os alunos puderam expor suas idéias e ainda possíveis questionamentos. As atividades anteriores realizadas pelos grupos (1 a 5) foram socializadas.

Iniciamos, então, a leitura do texto da atividade 6, que introduziu o conceito de albedo. Após a leitura do texto os alunos puderam perceber que o derretimento das calotas polares (apontado como uma consequência do Aquecimento Global) irá intensificar o Aquecimento Global (causalidade recursiva). Tal associação está relacionada a perda de superfície branca altamente refletora, ou seja, baixo albedo. Os alunos demonstraram compreensão do conceito ao examinar a figura que apresentava o albedo dos materiais. Quanto maior clara a superfície maior o albedo e quanto mais escura, menor e, conseqüentemente, maior a absorção de energia.

Atividade 8

Apresentamos, a seguir, uma síntese dos argumentos e questões apresentados pelos grupos na atividade de júri simulado sobre o tema “Aquecimento Global e Efeito Estufa”.

Grupo 1: defesa na hipótese 1

- A temperatura média da terra subiu 0,6° entre meados do século 19, e meio do século 20, e 80% desse aumento ocorreu nos últimos 50 anos.
- Geleiras e calotas polares do Ártico estão diminuindo. Além disso houve uma elevação dos oceanos em pelo menos 10 centímetros, não se pode confiar nos dados climáticos que mostram o aquecimento global.
- É causado pela ação humana, e a temperatura aumentou sobretudo a partir do século 18, quando a Revolução Industrial começou. Nessa época, o homem começou a despejar com mais intensidade carbono na atmosfera, por meio da queima de combustíveis fósseis, como petróleo e carvão.

- Quanto mais o gelo derreter, mais o mar vai absorver calor, potencializando o aquecimento. O mar não só terá mais água, como ficará mais quente, o que expande seu volume.
- Milhares de cidades costeiras correm o risco de ficarem submersas.
- O aquecimento global pode também aumentar a força de tempestades, mudar o ritmo das chuvas e tornar os ciclones mais freqüentes.
- Danos: derretimento de geleiras, e a água doce vai diminuir. Espécies devem se extinguir, e as doenças tropicais, como a dengue e a malária, vão crescer muito. O clima vai causar mudanças nas áreas de produção de alimentos. O aquecimento resultará em prejuízos de bilhões de dólares, e o que pode arruinar as economias nacionais.
- O que se deve fazer: desenvolver tecnologias energéticas que liberem menos dióxido de carbono; investir em energia eólica, solar e em células combustíveis de hidrogênio e aprimorar a eficiência dos motores de automóveis e eletrodomésticos.
- Multar seriamente a todas as pessoas que forem pegas jogando lixo no chão e fazendo queimadas no meio ambiente.

Perguntas que foram feitas pelo grupo:

- 1) Quem vocês acham que são os causadores do aquecimento ambiental ?
- 2) Quais medidas vocês tomariam para diminuir o aquecimento global?

Grupo 2: defesa da hipótese 2

Aquecimento global e efeito estufa

- Efeito natural: explicado e causado pela retenção natural de energia térmica na atmosfera terrestre pelos gases do efeito estufa (principalmente o vapor d'água e o CO₂).
- Além de ser natural ainda trás a terra o maior benefício possível: O efeito-estufa é responsável por um aumento de 33°C na temperatura da superfície terrestre, permitindo com isso a existência de vida no nosso planeta;
- O que ocorre de negativo no efeito estufa? Quando à um aumento excessivo na temperatura da terra o efeito estufa se torna de fato um aquecimento global .Um juntamente com o outro pode acarretar danos a toda humanidade.

- Como: ciclos solares, variação orbital, impacto de meteoritos, deriva dos continentes, glaciações, elniño e laninã e vulcanismo. OBS: todos esses acontecimentos são considerados naturais por parte dos especialistas.
- É natural e possui explicações: Os gases responsáveis pelo efeito estufa são naturais (vapor d'água, o dióxido de carbono e metano) toda matéria, objeto emite ao ambiente ondas de calor, portanto, mesmo se no planeta não existisse vida humana para efetuar o aumento do efeito *estufa* as plantas e outras coisas ajudariam no aumento da temperatura terrestre que acarretaria no aquecimento global da mesma forma. Até mesmo o derretimento das geleiras causa um aumento na temperatura (sustentação figura albedo dos materiais urbanos).
- Se os meteorologistas mal conseguem prever com certeza o clima da semana seguinte como eles podem de tal forma afirmar o que acontecerá com a terra daqui anos, com isso fica mais claro ainda a afirmação que o nosso futuro depende da natureza as reações climáticas essas são simplesmente inexplicáveis.

Discussão geral: Os dois grupos tentaram defender cada uma das hipóteses com base nas aulas desenvolvidas com conceitos de termodinâmica por meio de atividades didáticas de caráter investigativo. Para os alunos foi uma aula bastante motivadora e diferente, uma vez que, foi proposta uma reflexão e discussão sobre um tema que a mídia, revistas e os livros trazem como uma ciência fechada e inquestionável “O Aquecimento Global é causado pelo homem”.

Posicionamento final da turma : texto produzido por um aluno após discussão final em sala de aula.

Efeito Estufa e aquecimento global

O efeito estufa é um fenômeno que ocorre para a manutenção da temperatura ideal para a sobrevivência humana na terra, mantendo a temperatura em torno de 15°C. O efeito estufa ocorre quando, os raios solares entram na superfície da terra, se tornando infravermelhos (emitindo calor), parte desses raios não são retornados ao espaço, pois a camada estufa constituída principalmente por CO₂, vapor de Água e gás metano impedem a saída total desses raios com isso aquecendo mais o planeta terra. O aquecimento global é o efeito estufa em um estágio mais avançado.

Um questionamento comum nesse assunto é a definição em relação ao efeito estufa ser natural ou antropogênico (causado pelo homem). A tese de que o efeito estufa e

natural e defendido pela idéia de que os causadores dele (CO₂, vapor de água e gás metano) são de origem natural ,pois, independente da nossa existência na terra eles existiriam, pesquisadores afirmam que a terra passa por fases mais quentes ou mais frias tudo dependendo de ciclos natural terrestres ,com isso explicando que o que hoje estamos vivenciando são ciclos naturais não podendo ser evitados. Todo objeto matéria com o albedo acima de 0 emite calor (infravermelho) colaborando mais ainda para o aumento da temperatura terrestre.

Já a tese do efeito estufa como antropogênico leva em consideração, que a sociedade atual está cada vez mais colaborando para que a camada de efeito estufa se torne mais espessa impedindo a saída dos raios infravermelhos aumentando cada vez mais a temperatura terrestre, agravando o aquecimento global. Os carros ,por exemplo, são emissores de CO₂ ,e esses são cada vez mais lançados; outro exemplo são as indústrias principais fontes poluidoras do meio ambiente ,isso foi marcado desde a revolução industrial ,pois, a partir daí a temperatura terrestre só aumentou. Hoje com a poluição e o desmatamento pesquisadores, já afirmam que a vida na terra daqui alguns anos estará em risco. A burguesia também pode ser um grande aliado da tese natural, pois, já que os grandes donos de empresas poluidoras, sendo julgados causadores terão de diminuir sua poluição.

Essas duas teses mostram lados opostos de um mesmo efeito, o lado antropogênico é o que toda a sociedade acredita pois a mídia manipula o senso de questionamento das pessoas ,levando-os á acreditar em apenas um lado mascarando o outro. Embora seja um assunto bem fechado no conhecimento popular quando se é apurado a fundo podemos mudar nosso ponto de vista, concluindo-se que nem os pesquisadores ,nem nos sabemos qual a causa ou quem é o culpado, tendo certeza apenas que: o efeito estufa existe, e benéfico (possibilitando a vida na terra), a sociedade não causa mais interfere em seu avanço negativo ,é ele nunca deixará de existir.

Nos como sociedade devemos ter mais interesse nesse assunto fazendo o que esta ao nosso alcance para que possamos entender o que esta ocorrendo com nosso planeta, e de alguma maneira ajudar na preservação terrestre, pois, ate mesmo na água potável o aquecimento global já esta nos afetando, em sua escassez. “Um tema fechado mais bem complicado”.

Avaliação das metodologias de pesquisa e ensino

Em relação à metodologia de pesquisa os alunos afirmaram que já tinham algum conhecimento sobre o Aquecimento Global, mas, a grande maioria, admitiu que não sabiam que o tema era controverso e não haviam participando, anteriormente, de estudo ou discussão de temas polêmicos. Segundo os alunos, as aulas que instigam a participação ativa dos alunos, dando liberdade de expor seus conhecimentos prévios, suas dúvidas e questionamentos proporcionam um campo fértil para o processo de ensino-aprendizagem.

Quando a atividade foi proposta os alunos não imaginaram que seria demasiadamente interessante. No início se mostraram resistentes a realização das atividades, mas com a proposta de novas atividades foram se inteirando e participando. Muitos consideraram a pesquisa pertinente e fundamental para o estágio em que se encontravam: alunos do 3º ano e em processo de preparação para o ENEM. Questões sobre Efeito Estufa e Aquecimento Global são constantes todos os anos nas provas, e o desafio de argumentação e posicionamento serviu de aliado para a redação.

Em relação à metodologia de ensino os alunos acharam que a sequência de atividades desenvolvidas despertou interesse pelo assunto e propiciaram o conhecimento de maneira diferente, dando destaque para a atividade experimental e o júri simulado. Normalmente as aulas de física são baseadas no quadro e giz, se resumindo a teorias e contas.

O uso de atividades investigativas, ou seja, em que os alunos são papel fundamental na construção do conhecimento, tornou as aulas mais interessantes e participativas. Os alunos não tinham conhecimento que as causas e efeitos do Aquecimento Global geram discussões, que é um tema aberto e questionável; que o Efeito Estufa tem seu lado positivo; e que os dois fenômenos se complementam.

Sendo assim, fica claro a carência e a necessidade de desenvolver aulas mais dinâmicas e que preparem os alunos para serem críticos diante de temas que requerem discussão, como Efeito Estufa e Aquecimento Global.

6 CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Os alunos apresentaram, inicialmente, pouco conhecimento sobre os Temas Efeito Estufa e Aquecimento Global e as controvérsias que giram em torno das suas causas e efeitos. Ao longo do desenvolvimento das atividades investigativas os alunos foram adquirindo conhecimento suficiente para poder diferenciar Efeito Estufa e Aquecimento Global, compreender a importância vital do Efeito Estufa e analisar os fatores que contribuem com a ocorrência dos fenômenos. Os textos e artigos estudados, as animações, as figuras e experimento realizado foram essenciais para despertar o senso crítico nos alunos e compor suas defesas no júri simulado.

A sequência didática baseada em atividades investigativas promoveu grande reflexão e discussão dos alunos sobre a polêmica que envolve as causas e efeitos do Aquecimento Global. Os alunos puderam perceber que, o Aquecimento Global é uma consequência do Efeito Estufa acentuado. O Efeito Estufa é um fenômeno essencial para a sobrevivência da vida na Terra. Ações humanas, como a queima de combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas são fatores que contribuem com o Aquecimento Global. Fatores naturais também contribuem. Os cientistas concordam que o Aquecimento Global exista, mas suas causas e efeitos são pontos de discussão e estudo.

Acredito que a sequência didática adotada aliada ao ensino de ciências por investigação ocorreu de maneira significativa, oferecendo aos alunos ter acesso a um tema controverso que normalmente é apresentado nos livros didáticos e meios de comunicação como inquestionável e de posicionamento unânime por todos os estudiosos da área. Desse modo, os estudantes tiveram oportunidade de debaterem, questionarem, analisarem, posicionarem e participarem da construção do conhecimento.

Os objetivos desta pesquisa foram atingidos, o que pode ser comprovado ao se comparar os conhecimentos prévios dos alunos na atividade 1 e os apresentados ao longo das demais atividades, principalmente no júri simulado.

As principais limitações para a realização das atividades foram ausência de laboratório para a realização de atividade experimental, sendo necessária a escolha de experimento simples e adaptação dos materiais necessários para alcançar os objetivos esperados; e disponibilização

de material impresso das atividades, artigos e reportagens, uma vez que, havia alunos que não tinham acesso à internet.

Trabalhar com práticas investigativas me proporcionou um ganho pessoal, pois as discussões acerca das causas e efeitos do Aquecimento Global era uma questão que me interessava bastante, desde a época da faculdade; e uma mudança na minha metodologia de ensino. Pude compreender que o ensinar não se baseia apenas na exposição dos conteúdos. As aulas dialógicas, contextualizadas, reflexivas e em que os alunos são seres ativos na construção do conhecimento contribuem com a eficiência da aprendizagem e maior interesse pelas aulas de física.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do; FIRME, Ruth do Nascimento. Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. **Ciência & Educação**, Olinda, v. 17, n. 2, p. 383-399, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n2/a09v17n2.pdf>. Acesso em: 13 ago, 2013.

AIBE, Mayumi. Aquecimento global é um processo natural, diz climatologista. *O Globo online*. Fev.07. Disponível em : <<http://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/aquecimento-global-um-processo-natural-diz-climatologista-4217684#ixzz3IL0jKwhK>>. Acesso em: 06.out.2014.

ALBEDO dos materiais urbanos. Disponível em: http://www.concretepromotion.com/education_11.html. Acesso em: 15.ago.2014.

ALMANAQUE ABRIL, *Efeito Estufa*. Infográficos Meio ambiente. Disponível em: <<https://almanaque.abril.com.br/infograficos/Meio%20Ambiente>>. Acesso em: 06.out.2014.

ALLEY, Richard B. Mudança Climática Brusca. *Scientific American Brasil*. São Paulo. n.31. p.40-47. Dez. 2004.

BARBOSA, Vanessa. Conhece o albedo? Ele está diminuindo e isso não é nada bom. *Exame Abril*. 20.fev.2014. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/conhece-o-albedo-ele-esta-diminuindo-e-isso-nao-e-nada-bom>. Acesso em: 01. set. 2014.

BRASIL. MEC. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), Ensino Médio, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasil, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 12 ago, 2013.

CAMPOS, Ana Cristina. Influência humana é principal causa do aquecimento global, reitera IPCC. *Agência Brasil*, Brasília/ DF, 27. nov.2013. Disponível em: <<http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2013-09-27/influencia-humana-e-principal-cao-do-aquecimento-global-reitera-ipcc>>. Acesso em: 29.ago.2014.

CAPOZZOLI, Ulisses. A febre da Terra. *Scientific American Brasil*. Edição Especial: Como deter o Aquecimento Global. São Paulo. n.19. p.8-21.

CICLO VIVO, *Derretimento das geleiras representa problema duplo para o abastecimento de água*. 18. Abr. 2012. Disponível em: <http://ciclovivo.com.br/noticia/derretimento-das-geleiras-representa-problema-duplo-para-o-abastecimento-de-agua>. Acesso em: 07. nov. 2014.

COSTA, Antonio Luiz M. C. Tempo quente no pólo. *Carta Capital*. 03, Nov. 2012. Disponível em: <http://www.cartacapital.com.br/sustentabilidade/tempo-quente-no-polo-2>. Acesso em: 30.ago.2014.

DIAS, Katryn. Aquecimento Global: culpa do homem ou fenômeno natural ? *Esporte essencial*. 16.out, 2012. Disponível em: <http://www.esporteessencial.com.br/pratique/aquecimento-global-culpa-do-homem-ou-fenomeno-natural>. Acesso em: 20.ago, 2014.

EFEITO, Estufa. Vídeo youtube. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=soicSlswjOk>>. Acesso em: 25.ago.2014.

ENEM & VESTIBULAR, Argumentos pros e contra as causas antropogênicas do Aquecimento Global. *E Guia do Estudante- Curso preparatório*, editora Abril coleções, 2010.

FIRMINO, Teresa. A curva de Keeling continua a subir e registra recorde de dióxido de carbono. *Público*. Mai.2013. Disponível em: <<http://www.publico.pt/ciencias/jornal/a-curva-de-keeling-continua-a-subir-e-regista-recorde-de-dioxido-de-carbono-26492405>>. Acesso em: 06.out.2014.

FERNANDES, João Paulo; GOUVÊA, Guaracira. Tema energia e a relação ciência-tecnologia-sociedade (cts) presente em imagens no livro didático de física. *III Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Meio Ambiente*, Niterói, 2006. Disponível em: <http://www.ensinosaudeambiente.com.br/eneciencias/anaisiiieneciencias/trabalhos/T75.pdf>. Acesso em: 1ago, 2013.

HEWITT, P.; O efeito estufa. *Física Conceitual*, 2002

MINAS GERAIS. Secretaria Estadual de Ensino de Minas Gerais. *Proposta Curricular CBC-Física*. Minas Gerais, 2006. Disponível em: http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/banco_objetos_crv/%7B0DE8B1A3-C119-4015-B234-AEB975906CDA%7D_fisica.pdf. Acesso em: 13 ago, 2013.

MARENGO, José A. Secas e Tempestades. *Carta na Escola*. São Paulo. n.81. p.30-35.nov.2013.

PANZERA, Arjuna C; GOMES, Arthur E.Q; MOURA, Dácio G. O Efeito Estufa e a Temperatura na Terra. *CRV-Centro de Referência Virtual*, Minas Gerais. Disponível em http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/banco_objetos_crv/%7BC437DCD9-DE8B-41FB-A97C-AF2D71601D33%7D_O%20efeito%20estufa%20e%20a%20temperatura%20da%20Terra.pdf. Acesso em: 20.ago, 2014.

UOL, *50% dos eventos naturais extremos foram causados pelo aquecimento, diz relatório*. AFP Washington, 06. Nov. 2013. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2013/09/06/aquecimento-causado-pelo-homem-influencia-clima-extremo-diz-relatorio.htm>>. Acesso em: 05.out.2014.

REIS, Pedro; GALVÃO, Cecília. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens. *Investigações em Ensino de Ciências*, V. 10(2), p. 131-160, 2005. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID126/v10_n2_a2005.pdf. Acesso em: 04 set, 2013.

REIS, Danielle Aparecida; SILVA, Luciano Fernandes; PINA, Agenor. Algumas Compreensões de Licenciandos em Física Sobre o Fenômeno das Mudanças Climáticas. *Alexandria Revista de Educação e Tecnologia*, v.4, n.2, p.57-81, Nov, 2011. (Versão ampliada de trabalho apresentado no XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Águas de Lindóia – 2010 sob o título *Futuros professores de Física e a compreensão sobre o tema Mudanças Climáticas*)
Disponível em: <http://alexandria.ppgect.ufsc.br/files/2012/03/Danielle.pdf>. Acesso em: 11, set. 2013.

ROSA, Guilherme. Relatório da ONU aumenta certeza de envolvimento humano no aquecimento global. *Veja*. 27.set.2013. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/relatorio-da-onu-aumenta-certeza-de-envolvimento-humano-no-aquecimento-global-nao-publicar>>. Acesso em: 05.out.2014.

RUBINO, Leandro Nascimento. *A Física envolvida no fenômeno do efeito estufa – uma abordagem CTS para o Ensino Médio*. 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Contextualização no Ensino De Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva. *Ciência & Ensino*, v. 1, número especial, nov. 2007.
Disponível em: <http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/149/120>. Acesso em: 11, set. 2013

SANTOS, Wilson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, v.7, n.1, p.95-111, 2001.
Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/07.pdf>. Acesso em: 11, set, 2013

SANTOS, Wilson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v.2, n.2, 2002. Disponível em: <http://ufpa.br/ensinofts/artigos2/wildsoneduardo.pdf>. Acesso em: 13 ago, 2013.

SILVA, Robson Willians da Costa; PAULA, Beatriz Lima de. Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. *TERRÆ DIDÁTICA* 5(1):42-49, 2009. Disponível em: http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v5/pdf-v5/TD_V-a4.pdf. Acesso em: 11, set. 2013

SILVA, L. F; CARVALHO, L.M.; A temática ambiental e o processo educativo: O ensino de física a partir de temas controversos. *Ciência e Ensino*, v.1, número especial, nov. 2007.

TOLENTINO, Mário; ROCHA, Romeu. A Química no Efeito Estufa. *Química Nova Na Escola* n. 8, nov. 1998. Disponível em:<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc08/quimsoc.pdf>. Acesso em: 11, set. 2013

VIEIRA, Kátia Regina Cunha Flôr; BAZZO, Walter Antonio. Discussões acerca do Aquecimento Global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. *Ciência & Ensino*, v. 1, número especial, nov. 2007.

ANEXO A- Avaliação da metodologia de pesquisa

1)Você já tinha algum conhecimento sobre Aquecimento Global e Efeito Estufa ?

sim não

2)Você sabia que o tema Aquecimento Global era controverso?

sim não

3)O tema “as controvérsias do Aquecimento Global “te despertou interesse ?

sim não

4)Você acha que este tema deveria ser tratado na escola?

sim não

5)Você já havia participado de estudos ou discussões com seus colegas sobre algum tema polêmico ?

sim não

6)As informações disponibilizadas contribuíram para que atualizasse seus conhecimentos?

sim não

7)O conteúdo foi desenvolvido com profundidade adequada'?

sim não mais ou menos

8)Críticas e /ou sugestões:

ANEXO B – Avaliação da metodologia de ensino

1) Você gostou da maneira como foram desenvolvidas as aulas de Física?

sim não mais ou menos

2) A aplicação em sala de aula dessas novas metodologias para você:

indiferente

despertou mais interesse

não despertou atenção

3) No andamento das aulas foram realizadas várias atividades diferentes. O que mais lhe prendeu a atenção.

Questão aberta

experimento

Leitura do texto

vídeos e simulações

Júri simulado

11) As atividades desenvolvidas propiciam ao aluno o conhecimento de uma maneira diferente?

sim não sem opinião

12) A avaliação dos conteúdos foi?

fácil média difícil

13) Para você atividades deste tipo devem ser realizadas novamente?

sim não indiferente

14) Dificuldades encontradas no desenvolvimento das atividades.

falta de tempo

falta de conhecimento básico

falta de material

falta de cooperação do grupo

nenhuma dificuldade

outras. Quais?

15) Críticas e / ou sugestões.

**Universidade Federal de Minas Gerais
Faculdade de Educação**

CECIMIG

Sara Priscila Tomaz Ferreira

**Ensino de Física e as controvérsias sobre o Aquecimento Global – uma
abordagem CTS para o Ensino Médio**

**Belo Horizonte
2015**

Sara Priscila Tomaz Ferreira

**Ensino de Física e as controvérsias sobre o Aquecimento
Global – uma abordagem CTS para o Ensino Médio**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização ENCI-UAB do CECIMIG FaE/UFMG como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Orientador: Orlando Aguiar Jr

**Belo Horizonte
2014**

Nome: SARA, Priscila Tomaz Ferreira

Título: Ensino de Física e as controvérsias sobre o Aquecimento Global – uma abordagem CTS para o Ensino Médio

Monografia apresentada ao Curso de Especialização ENCI-UAB do CECIMIG FaE/UFMG como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

A minha mãe Mariane, a
minha irmã Alice e a meu
afilhadinho Bernardo.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por iluminar meu caminho, pelo auxílio e força em todos os momentos.

A minha querida mãe Mariane, amiga e conselheira, pela sabedoria.

A minha irmã Alice por toda a compreensão.

Ao meu afilhado Bernardo, por todo amor e carinho.

À Orlando Aguiar Júnior pela orientação e conhecimentos transmitidos.

A todos os amigos e companheiros de trabalho pelo apoio e incentivo.

A todos que não mencionei mas que contribuíram para a concretização deste trabalho.

"A base de toda a sustentabilidade é o desenvolvimento humano que deve contemplar um melhor relacionamento do homem com os semelhantes e a Natureza."

(Nagib Anderáos Neto)

RESUMO

Nesta monografia de especialização, foi apresentado um conjunto de atividades destinada ao estudo dos fenômenos Efeito Estufa e Aquecimento Global. As atividades foram desenvolvidas com uma turma do 3º ano do Ensino Médio, entre 8 de setembro a 31 de outubro de 2014, em uma escola estadual, no município de Sete Lagoas/MG. Utilizando o Aquecimento Global como tema organizador, propus uma abordagem didática, utilizando o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) como base teórica para a elaboração das atividades investigativas. Temas controversos são ferramentas importantes na contextualização das aulas física. O desenvolvimento de temas transversais relacionados aos conteúdos de física contribuem significativamente para formar alunos críticos e capazes de construir significados sobre problemas ambientais, sociais e culturais. A Aquecimento Global é bastante polêmico e controverso, principalmente em relação às suas causas e efeitos. É nessa perspectiva que o presente estudo foi embasado, na abordagem dos fenômenos Efeito Estufa e Aquecimento Global nas aulas de física, analisando o entendimento e o posicionamentos dos alunos. Para o desenvolvimento do projeto foram utilizados como ferramentas didáticas: elaboração verbal e escrita; vídeos; questões abertas; análise de textos, artigos e reportagens; atividades experimentais e júri simulado e foi criado um grupo no facebook “Efeito Estufa e Aquecimento Global” para discussão e postagem das atividades que foram realizadas extra classe. A sequência didática baseada em atividades investigativas promoveu grande reflexão e discussão dos alunos sobre a polêmica que envolve as causa e efeitos do Aquecimento Global. Os alunos puderam perceber que o Aquecimento Global é uma consequência do Efeito Estufa acentuado; que o Efeito Estufa é um fenômeno essencial para a sobrevivência da vida da Terra. Ações humanas, como a queima de combustíveis fósseis, desmatamento e queimadas são fatores que contribuem com o Aquecimento Global. Fatores naturais também contribuem. Os cientistas concordam que o Aquecimento Global exista, mas suas causas e efeitos são pontos de discussão e estudo. Sendo assim, o tema é bastante polêmico e aberto a discussões.

Palavras-chave: Ensino de Física, Aquecimento Global e Efeito Estufa, CTS, Atividade investigativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 A PESQUISA	11
2.1 Objetivos	11
2.1.1 geral	11
2.1.2 específicos	11
3 REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1 Abordagem CTS	12
3.2 Importância da Abordagem CTS nas aulas	12
3.3 Efeito Estufa e Aquecimento Global.....	13
3.4 Controvérsias do Aquecimento Global	15
4 METODOLOGIA.....	19
4.1 Sequência de ensino.....	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
6 CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES.....	55
REFERÊNCIAS	57
ANEXOS	61