

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS – UFMG
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS – ICEX
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

Curso de Licenciatura em Química
Modalidade a distância

Uma investigação do conhecimento prévio
do Efeito estufa e Aquecimento Global

Hernandes Fernandes Santos
Orientador: Ana Luiza de Quadros

Teófilo Otoni, junho de 2013
Minas Gerais – Brasil
Hernandes Fernandes Santos

Uma investigação do conhecimento prévio do Efeito estufa e Aquecimento Global

Trabalho apresentado ao de curso
Licenciatura em Química UAB/EAD,
da Universidade Federal de Minas
Gerais – polo Teófilo Otoni, como:
Aquecimento Global

Orientador: Ana Luiza de Quadros

Teófilo Otoni, agosto de 2013
Minas Gerais – Brasil

DEDICATÓRIA

À minha mãe Mazília Fernandes dos Santos (*in memoriam*), que não terá a oportunidade de viver este momento junto a mim, mas sempre acreditou que um dia o meu objetivo seria concretizado, encorajando-me durante o tempo que aqui esteve presente. À minha família, esposa e filhas, que suportaram a falta de atenção e carinho devido ao tempo de dedicação aos meus estudos. Aos meus irmãos, irmãs e madrinha pelo apoio e incentivo.

(Hernandes Fernandes dos Santos)

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a Deus, pela força espiritual para a realização desse curso.

À minha família, pelo incentivo e apoio.

Aos amigos e colegas do curso, pela cumplicidade, ajuda mútua e amizade.

Aos professores e tutores, pelo enorme carinho incentivo e dedicação aos quais tiveram conosco durante essa trajetória.

A todos, o nosso muito obrigado.

SUMÁRIO

1.	Justificativa.....	6
2.	Objetivo.....	7
3.	Referencial Teórico.....	7
3.1	Entendendo o efeito estufa.....	10
3.2	Gases de efeito estufa.....	12
	Dióxido de carbono	7
	Metano.....	9
	Vapor d'água.....	10
	Óxido de Nitrogênio.....	10
	Ozônio.....	11
	Clorofluocarbonetos (CFCs).....	11
	Hidroclorofluocarbonetos (HCFCs).....	12
	Hexafluoreto de enxofre.....	14
3.3	Consequências do agravamento do efeito estufa.....	19
3.4	O processo físico do efeito estufa.....	20
4.	Metodologia.....	23
5.	Análise dos dados.....	24
6.	Conclusão.....	29
7.	Referências Bibliográficas.....	30

1. Justificativa

Vivemos em um mundo no qual inúmeras catástrofes naturais veem acontecendo cada vez com mais frequência e se manifestam de maneiras diferentes. Elas são percebidas por meio de enchentes, secas prolongadas, avanço do mar sobre cidades litorâneas, derretimento do gelo dos polos, furacões, altas temperaturas, entre outras situações que nos afetam. Esses tantos acontecimentos certamente são decorrentes de um desequilíbrio no funcionamento do planeta Terra. E nós, como parte do meio, procuramos entender o porquê de tantas mudanças climáticas, quais as suas causas e que consequências podem trazer. Alguns desses problemas são atribuídos ao aquecimento global. O aquecimento global é um tema polêmico e controverso, mesmo na comunidade científica. Como exemplo, podemos citar as declarações feitas por um cientista, vencedor do Prêmio Nobel de Química, o mexicano Mario Molina. Ele é considerado o “descobridor” do buraco na camada de ozônio. Segundo Molina, estamos em uma era geológica na qual a atividade humana preside a ordem terrestre e condiciona mudanças que podem levar a extinções e, ainda, que a proporção de CO₂ na atmosfera chega a 400 partes por milhão em volume de ar. Segundo os cálculos de Molina, em 2099, se nada for feito para impedir a liberação de CO₂ indiscriminadamente, a proporção será de até 650 partes por milhão (MOLINA, 2007).

Com essas afirmações fica claro que esse pesquisador considera o aquecimento global como um problema real. Em contrapartida, o brasileiro Luiz Carlos Molion, pós-doutor em meteorologia, formado na Inglaterra e nos Estados Unidos, membro do Instituto de Estudos Avançados de Berlim e representante da América Latina na Organização Meteorológica Mundial contradiz as afirmações de Molina. Para Molion, a temperatura do planeta não está subindo e a ação do homem, com a emissão crescente de gás carbônico (CO₂) e outros poluentes, nada tem a ver com o propalado aquecimento global. Diante dessas controvérsias e sendo a química um instrumento de formação humana, é função de quem trabalha com essa ciência fazer com que o aluno seja capaz de reconhecer e compreender de forma integrada e significativa, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos

em diferentes contextos, encontrados na atmosfera (BRASIL, 1999). Levar este tema para a discussão em sala de aula é de suma importância para a compreensão de problemas sociocientíficos como este. Porém, antes de desenvolver conhecimentos químicos por meio do tema Aquecimento Global, faz-se necessário investigar o que esses estudantes conhecem sobre esse tema.

2. Objetivo

Com a argumentação anterior queremos deixar claro que, ao trabalhar o tema “Aquecimento Global” não estamos apenas incorporando elementos da ciência contemporânea simplesmente por conta de sua importância instrumental utilitária. Trata-se, isso sim, de se prover os alunos de condições para desenvolver uma visão de mundo atualizada [...] ((BRASIL/MEC, 1999, p. 08).

Ao propor o trabalho dos temas Efeito Estufa e Aquecimento Global com os estudantes da Educação Básica, espera-se auxiliar na formação de um cidadão consciente e responsável, neste caso específico com a preservação da natureza.

Portanto, o objetivo deste trabalho não é simplesmente realizar uma investigação sobre o conhecimento prévio que os alunos têm do efeito estufa e aquecimento global. É, também, fornecer ao professor – que nesse caso pode ser representado pelo autor principal desse trabalho – subsídios para entender as ideias dos estudantes sobre o tema em questão e poder preparar aulas que permitam ao estudante evoluir intelectualmente.

3.... Referencial teórico

O efeito estufa e o aquecimento global não se tratam de temas novos e, nas últimas décadas, têm ganho maior repercussão nos meios de comunicação. Muito tem sido falado e discutido, mas apenas a partir da década de 90 o fenômeno “aquecimento global” passou a ser das mais frequentes questões veiculadas pela mídia (VEIGA, 2008). O IPCC (Painel

Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) que existe desde 1988, indica que a Terra está aquecendo em ciclo acentuado e crescente. Essa elevação da temperatura está sendo causada pelo aumento da emissão de gases estufa, provocado pela ação descontrolada do homem, principalmente a emissão do gás carbônico (CO₂), desde a Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra.

A temperatura média nos últimos cem anos tem ficado em torno de 14°C, variando de 1°C entre o máximo e o mínimo. Com a temperatura mais alta parte das geleiras e das calotas polares estão derretendo e, por consequência, pode ter havido um aumento no nível dos mares, que avançam sobre as cidades litorâneas. O desmatamento de florestas, ocorrido tanto para exploração da madeira, produção de carvão e para dar lugar às pastagens, causa várias consequências climáticas e, entre elas o aumento de gases estufa.

Muito tem sido tratado sobre o que irá acontecer, quais as catástrofes que podem surgir, como decorrência da exagerada interferência humana na natureza. As previsões são feitas, normalmente, com um tom de derrota, como se o fato já estivesse consumado, ou em contraponto, que seus efeitos só serão sentidos no futuro.

Apesar dos fortes indícios de mudanças climáticas, a discussão do tema ainda encontra certa resistência dos governos dos países desenvolvidos como: Estados Unidos, Rússia, China e Alemanha, que são considerados segundo relatório Monitor da Vulnerabilidade Climática 2010, da ONU os maiores poluidores do ar, no mundo. O próprio Estados Unidos tem sofrido com grande tempestades e tornados que atingem até 350 Km/h, destruindo grande áreas nas urbanas, matando centenas de pessoas e causando calamidade públicas em diversas cidades. Na China, Alemanha e outros países da Europa tem acontecido grandes enchentes nas últimas décadas. Esses acontecimentos naturais podem ser uma evidência de um desequilíbrio no sistema térmico do planeta.

Mas apesar de tantas evidências, ainda para alguns cientistas – os chamados céticos – o aquecimento global não existe e não é provocado pela ação antropogênica. Esses cientistas consideram um exagero as projeções realizadas pelo IPCC. Em seu último livro, *Merchants of Despair* (Mercadores do Desespero), o engenheiro e ensaísta americano Robert Zubrin diz que a

preocupação com o aquecimento global se transformou num culto contra a humanidade.

Ao contrário do que muitos pensam o clima não permaneceu o mesmo ao longo da história geológica da Terra, tendo apresentado grandes variações. Essas variações climáticas do passado foram causadas por mudanças naturais, como alterações na composição da atmosfera, mudanças no posicionamento dos continentes sobre a superfície do planeta, alterações na configuração das bacias oceânicas, na topografia dos continentes e na quantidade de radiação proveniente do Sol.

Em 1896, o químico sueco Svante Arrhenius descreveu o efeito estufa e propôs a teoria de que mudanças na quantidade de CO₂ da atmosfera poderiam afetar a temperatura na superfície da Terra. Ele estimou que, dobrando a quantidade de CO₂, haveria um aumento de temperatura da ordem de 4 a 6°C. Na década de 1930, G. S. Callendar sugeriu que o aquecimento global verificado a partir de 1860, quando as medições meteorológicas passaram a ser feitas rotineiramente, poderia ser consequência do aumento de CO₂ na atmosfera. (Araújo, 1999. O efeito Estufa: O Futuro do Planeta em Nossas Mãos. Coleção Cara Pintada de Educação Ambiental).

Em 1957, foi incorporado ao programa do Ano Internacional de Geofísica um plano para medir o dióxido de carbono na atmosfera. Dois medidores de CO₂ foram então instalados: um na Antártida, e o outro em Mauna Loa, no Havaí. Após algumas medições foi constatado que de fato a quantidade de CO₂ na atmosfera estava realmente aumentando (Araújo, 1999. O efeito Estufa: O Futuro do Planeta em Nossas Mãos. Coleção Cara Pintada de Educação Ambiental).

Diante dessa controvérsia na comunidade científica, é aconselhável que o estudante da Educação básica seja informado sobre esses fenômenos e possa discutir, em sala de aula, esses diferentes pontos de vista. Sendo a sala de aula é um sistema social onde significados e entendimentos são negociados e desenvolvidos, consideramos ser o espaço/tempo ideal para que essas controvérsias sejam tratadas. Há uma multiplicidade de vozes em jogo, conceituais, ideológicas etc., constituindo apoios e disputas. Essa complexidade feita de interações, significações e diferentes vozes precisa ser considerada para que possamos compreender a dinâmica do ensino e

aprendizagem escolar.(CBC, 2007). Nesse sentido, é importante antes de apresentar esse tema aos alunos, fazer uma investigação em sala de aula, com o objetivo de verificar o nível de conhecimentos prévio que os alunos têm em relação ao conteúdo a ser abordado. Esse pode ser um momento oportuno para o aluno expor o seu pensamento, a sua ideia, o seu entendimento sobre o assunto. Neste trabalho faremos uma investigação das concepções que os alunos têm sobre o efeito estufa e aquecimento global, por ser este um tema sociocientífico bastante polêmico e controverso tanto no mundo científico quanto no social. Aprender sobre a química da atmosfera pode nos auxiliar no entendimento de como este fenômeno natural tão importante possibilita a existência da vida aqui na Terra a qual conhecemos. Com esse trabalho investigativo o professor pode identificar o nível conceitual dos seus estudantes e planejar aulas que propiciem a evolução intelectual dos mesmos. Somos parte integrante deste fantástico mundo cheio de mistérios, e portanto, devemos procurar compreender o seu funcionamento, de forma a desenvolver consciência mais plena de nossas responsabilidades para com a preservação do meio ambiente, promovendo assim a sua sustentabilidade.

No ensino de ciências, incluir problemas sociocientíficos como efeito estufa/aquecimento global no currículo significa, nas palavras de Sadler & Fowler (2006), situar problemas do mundo real como plataformas para que o aprendiz possa explorar conteúdos tradicionais por meio da realidade social, imersa na prática científica.

3.1 Entendendo o efeito estufa

Segundo Silva et al (2009) o efeito estufa é:

o aumento de temperatura que a Terra apresenta em função da retenção de calor proveniente do Sol, propiciada pela presença de certos gases na atmosfera (vapor d'água, dióxido de carbono, óxidos de nitrogênio, metano e outros). Em função disso, a temperatura da Terra é, em média, 30°C maior do que seria na ausência desses gases na atmosfera . Nesse processo, parte da radiação proveniente do Sol, ao ser absorvida pelos materiais ou pelas substâncias na superfície da Terra, é convertida e emitida para a atmosfera na forma de radiação infravermelha. Alguns gases atmosféricos absorvem essa radiação,

causando aquecimento da atmosfera. Como resultado dessa absorção, esses gases também emitem radiação infravermelha em todas as direções, inclusive para a superfície. Desse modo, a energia fica aprisionada na região superfície-troposfera principalmente. (SILVA et al, 2009, p. 269)

Esses autores fizeram um estudo de como os temas Efeito estufa e aquecimento global são trabalhados em livros didáticos de Química do Ensino Médio e, diante dos resultados, apontam algumas possibilidades de trabalho desses temas em sala de aula. Para isso fazem um amplo estudo dos temas e afirmam, ainda, que:

Esse é um dos fenômenos que ocorrem naturalmente e que permitem a vida no planeta Terra. No entanto, o aquecimento global, causado pela acentuação do efeito estufa, pode ter sua origem na queima de combustíveis fósseis tais como o petróleo e o carvão. Essa queima gera gases – CO_2 , NO_2 , SO_2 e hidrocarbonetos, além da emissão de material particulado – que são poluentes pelo excesso lançado na atmosfera. As emissões antrópicas dos gases do efeito estufa podem ocasionar um aquecimento global catastrófico, podendo provocar mudança permanente e irreversível no clima. Algumas das consequências do aquecimento global são: elevação do nível dos mares; novos padrões no regime de ventos, pluviosidade e circulação dos oceanos; aumento da biomassa terrestre e oceânica; modificações profundas na vegetação; aumento na incidência de doenças; proliferação de insetos nocivos ou vetores de doenças, dentre outras. Por causa dessas consequências trágicas e que afetam o mundo, há a necessidade de discutir esse fenômeno em salas de aula do Ensino Médio. (SILVA et al, 2009, p. 269) Evidências de um desequilíbrio climático estão acontecendo constantemente no mundo, embora ainda seja necessário um estudo mais aprofundado a fim de comprovar se realmente esses fenômenos naturais, como os citados anteriormente, são realmente provocados pelo aumento do aquecimento do planeta.

Embora o fenômeno receba o nome de “efeito estufa”, a atmosfera terrestre não se comporta como uma verdadeira estufa (ou como um cobertor). Na estufa, o aquecimento dá-se essencialmente porque a convecção é suprimida. Não há troca de ar entre o interior e o exterior. Já no efeito estufa atmosférico, parte da radiação infravermelha emitida pela superfície é absorvida pela atmosfera, aumentando sua temperatura, e parte é re-emitida em processo sucessivo que, ao final, termina com sua liberação para o espaço. Embora a

temperatura aumente em ambos os casos, os processos físicos são bastante distintos.

Efeito estufa e aquecimento global são termos relacionados, mas não são sinônimos nem deve ser confundidos entre si. Efeito estufa com já foi dito anteriormente é um fenômeno natural, observado em todos os planetas do sistema solar cuja superfície é coberta por uma camada permanente de gases (atmosfera). Aquecimento global é a intensificação do efeito estufa, e sua origem estaria relacionada com as emissões de gases-estufa promovidas por atividades humanas ao longo dos anos.

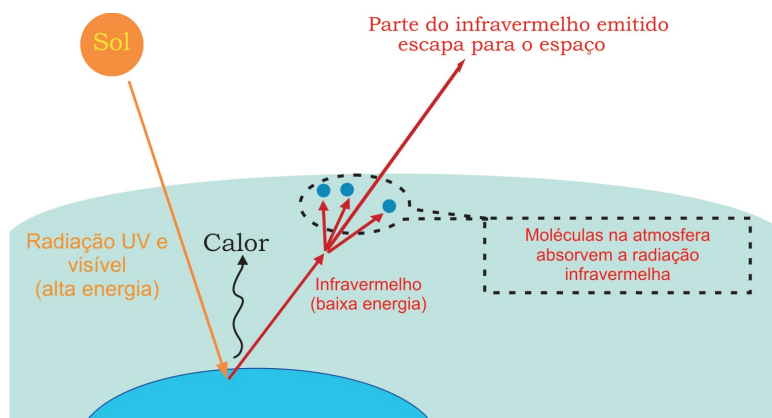


Figura: 1 – Ilustração do efeito estufa. (Qnesc. Vol. 31, N° 4 , NOVEMBRO 2009. Neres, Cezer, Monterio, Loudes e Luiza)

3.2 Os Gases do efeito estufa

A seguir, fazemos uma breve descrição dos gases presentes na atmosfera, chamados como “gases estufa”

a) Dióxido de carbono

O gás dióxido de carbono, CO_2 , tem sido apontado pela maioria dos especialistas que tratam dessa questão como o maior agente causador do agravamento do efeito estufa, já que sua presença na atmosfera decorre, em grande parte, de atividades humanas. Segundo Tolentino e Romeu Filho (1998) na atmosfera atual o teor de CO_2 oscila em torno de 365 mL/m³, com uma tendência de crescimento que teve seu início no final do século XVIII em decorrência do aumento no uso de combustíveis fósseis.

Segundo (Tolentino e Romeu Filho, 1998), em termos quantitativos, anualmente cerca de 2650 bilhões de toneladas de dióxido de carbono são lançadas na atmosfera. Como o tempo médio de residência do CO₂ na atmosfera é de cerca de cem anos, a estabilização ou mesmo a diminuição do teor atmosférico desse gás requer diminuição significativa em sua emissão.

Ainda Segundo (Tolentino e Romeu Filho, 1998) interagir com radiação infravermelha, o CO₂ absorve-a significativamente em duas estreitas faixas de comprimentos de onda inferiores a 5 μm e em uma ampla faixa acima de cerca de 13 μm. Portanto, como a água e o CO₂ não absorvem entre 7 μm e 13 μm, ocorre na atmosfera uma verdadeira 'janela' espectral, pela qual a radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre escapa, perdendo-se no espaço (essa radiação corresponde a 6 por cento da radiação solar que atinge a Terra).

O setor energético apresentou maior crescimento na emissão de gás estufa, dióxido de carbono (CO₂), cerca de, 44%. Mas, a maior preocupação no momento é a atividade pecuária, cerca de, 48%. Segundo dados do Inep (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - 2005). Sendo esta uma das atividades que mais emite gás metano, emitido durante a fermentação entérica, (nome dado aos gases gerados na digestão - o 'arroto dos bois') ([http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2009/12/afinal-quanto-o-brasil?](http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2009/12/afinal-quanto-o-brasil?searchterm=Afinal, quanto o Brasil emite. Moutinho, 2009)

searchterm=Afinal, quanto o Brasil emite. Moutinho, 2009).

A queima de hidrocarbonetos principalmente combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo, gás natural) é ainda hoje em dia a mais importante fonte de energia a movimentar os negócios em todo mundo. Esse processo resulta na emissão de subprodutos indesejáveis, notadamente o dióxido de carbono, ou gás carbônico (CO₂). A emissão de dióxido de carbono de origem antropogênica (resultante das atividades humanas) aumentou muito a partir de meados do século 18, com a Revolução Industrial. De lá para cá, o aumento na produção de todo tipo de máquinas, incluindo caminhões e automóveis etc., transformou a queima de combustíveis fósseis em uma quase necessidade e, claro, em um negócio bastante lucrativo. (Ciência Hoje, vol. 40, nº 238, pág. 76)

Calcula-se hoje que aproximadamente 7,7 bilhões de toneladas de dióxido de carbono antropogênico sejam lançadas a cada ano na atmosfera. Desse total, 5,7 bilhões de toneladas derivam da queima de combustíveis fósseis; as 2 bilhões de toneladas restantes provêm do desflorestamento. Também há mais um agravante do efeito estufa: o desmatamento, que vem acontecendo há anos, principalmente na floresta amazônica. A derrubada de árvores é uma das principais causas das emissões de gases do efeito estufa no Brasil e uma das grandes ameaças ao clima global. (Ciência Hoje, COSTA vol. 40, nº 238,)

O Brasil já é o quarto maior emissor mundial de gases de efeito estufa, principalmente em função do desmatamento e das queimadas.



Foto: Greenpeace/Araquém Alcântara

b) Metano

Este hidrocarboneto representa o gás-estufa mais importante depois do CO_2 . Ele pode advir de processos naturais ou antrópicos. Geralmente tem origem em depósitos ou em processos de extração e utilização de combustíveis fósseis ou na decomposição anaeróbica de substâncias orgânicas, principalmente celulose. Seu teor atmosférico atual é superior a $1,7 \text{ mL/m}^3$. Cento e dez anos atrás ele era de $0,9 \text{ mL/m}^3$. Como o tempo médio de residência do CH_4 na atmosfera é razoavelmente curto (cerca de dez anos), a estabilização do seu teor requer diminuição de somente 5 por cento na sua emissão. Estima-se que essa emissão atinja um total de pelo menos 515 milhões de toneladas por ano. A absorção de radiação infravermelha pelo metano ocorre em uma banda de comprimento de onda ao redor de 7 mm, (Tolentino e Romeu Filho, 1998).

A floresta amazônica é um dos maiores focos do mundo de emissão do gás metano (CH_4), um dos principais causadores do efeito estufa. A surpreendente descoberta, consequência de uma série de estudos realizados

em conjunto por cientistas brasileiros e norte-americanos, mostra que a Amazônia contribui, por ano, com cerca de 23% das emissões mundiais do gás.(Revista CH. Rodrigues, 2007. Embora este gás esteja presente em menor concentração na atmosfera e ter tempo médio de residência de dez anos ele tem o poder de absorção da radiação infravermelha 20 vezes maior do que o dióxido de carbono.

Portanto, nota-se que a floresta amazônica também contribui de forma natural para a emissão de gás estufa na atmosfera.

c) Vapor d'água

O Vapor d'água é considerado um gás estufa e contribuem para o aquecimento global. A evaporação da água constitui um processo cíclico conhecido como feedbacks que se processa da seguinte forma: o CO₂ injetado na atmosfera ocasiona o aquecimento da mesma e da superfície da Terra. Tal aquecimento leva a mais evaporação de água e, como o vapor d'água é um gás estufa, isso leva a mais aquecimento e mais evaporação e assim por diante. Esse efeito só pode ser revertido muito lentamente, visto que o CO₂ tem um tempo médio de vida na atmosfera longo.

O vapor d'água contribui com 85% e partículas de água 12%, (Química e Sociedade: Tolentino e Romeu 1998).

d) Óxido nitroso

O teor atmosférico atual do N₂O, substância anestésica também conhecida como gás hilariante, é superior a 0,31 mL/m³. Análise de bolhas de ar presas em gelo antártico permitiu concluir que esse teor era de 0,28 mL/m³ no início do século XX. Sua origem pode ser natural (descargas elétricas na atmosfera, reações fotoquímicas entre componentes de aerossóis etc.) ou antrópica (queima de carvão e de outros combustíveis fósseis em motores a explosão, uso de adubos nitrogenados etc.).

A taxa atual de incorporação de N₂O à atmosfera é de cerca de cinco milhões de toneladas por ano. O teor de N₂O na atmosfera tende a aumentar

significativamente, porque seu tempo de residência na atmosfera situa-se entre 120 e 175 anos.

Esse gás absorve infravermelho significativamente em duas regiões localizadas ao redor de/ 4 μm e 7 μm , (Tolentino e Romeu Filho, 1998).

As queimadas são uma fonte considerável de nitrogênio para a atmosfera, na forma de compostos como o óxido nitroso (N_2O), que contribuem muito mais para o efeito-estufa que o gás carbônico. Eles aceleram as mudanças climáticas, provocam chuva ácida e, em excesso, prejudicam a produtividade de ecossistemas naturais e plantios. Segundo o físico Paulo Artaxo, da Universidade de São Paulo (USP), a floresta libera nitrogênio naturalmente como resultado da decomposição da matéria orgânica por bactérias no solo. Durante as queimadas, no entanto, o volume liberado é ainda maior. Outros eventos que pode causar o surgimento desse gás são: descargas elétricas na atmosfera (raios), reações fotoquímicas entre componentes de aerossol, ou por ações antrópicas utilização de fertilizantes nitrogenados, combustíveis fósseis em motores de explosão. (Ciência Hoje - Ferraz, 2009)



Área de floresta no noroeste do Mato Grosso degradada pela queimada. A devastação da mata é uma das fontes de óxido nitroso e outros compostos de nitrogênio que contribuem mais que o gás carbônico para o efeito-estufa (fotos: Euler Nogueira).

e) Ozônio

Esse gás também absorve a radiação infravermelha refletida pela superfície terrestre, embora seu papel principal esteja relacionado com sua presença na ozonoesfera, bloqueando parte da radiação ultravioleta do sol. Sua absorção numa faixa em torno de 9 mm diminui a transparência da 'janela' atmosférica à radiação infravermelha existente entre 7 mm e 13 mm, (Tolentino e Romeu filho (1998).

f) Clorofluorcarbonetos (CFCs)

Os clorofluorcarbonetos ou freons, são compostos formados por moléculas do tipo do metano ou do etano, em que os átomos de hidrogênio foram substituídos por átomos de cloro e flúor. Os mais comuns são os de fórmulas CCl_3F (nome comercial CFC-11), CCl_2F_2 (CFC-12), $\text{CClF}_2\text{CClF}_2$ (CFC-114) e CClF_2CF_3 (CFC-115). Esses gases, cujo tempo médio de residência na atmosfera varia de 75 anos (CFC-11) até 380 anos (CFC-115), são potentes gases-estufa; uma molécula de CFC- 12, por exemplo, tem o mesmo impacto de cerca de dez mil moléculas de CO_2 .

Os CFCs são produzidos principalmente para uso em compressores para refrigeração doméstica e para expansão de polímeros. A produção, uso e emissão desses gases diminuiu muito nos últimos anos, em decorrência do Tratado de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio, de 1987, e suas revisões posteriores.

O teor médio desses gases na atmosfera é de $1,2 \text{ mL/m}^3$ e eles absorvem radiação na faixa de 7 mm a 13 mm, contribuindo, portanto, para fechar a 'janela' atmosférica de escape de radiação infravermelha para o espaço, (Tolentino e Romeu filho (1998).

g) Hidroclorofluorcarbonetos (HCFCs)

Os hidroclorofluorcarbonetos diferem dos CFCs somente pelo fato de um ou mais átomos de cloro e/ou flúor serem substituídos por átomos de hidrogênio. Estes gases foram propostos e aceitos dentro do Protocolo de

Montreal para substituir os CFCs, pois a presença de átomos de hidrogênio nas moléculas tornam-nas mais instáveis, o que minimiza muito seu potencial de destruição da camada de ozônio. Um dos HCFCs mais usados atualmente em refrigeradores no lugar dos CFCs é o de fórmula CH_2FCF_3 (nome comercial HCFC-134a). Os HCFCs, entretanto, também são potentes gases-estufa. Uma molécula de HCFC-134a, por exemplo, tem o mesmo impacto que cerca de 3400 moléculas de CO_2 . Estima-se que no ano 2000 as emissões globais de HCFC-134^a serão da ordem de 148 mil toneladas, o que terá um impacto estufa semelhante ao de todo o combustível fóssil queimado no Reino Unido naquele ano. Por isso, diversas empresas europeias substituíram-nos por hidrocarbonetos de baixo potencial estufa, em especial o ciclopentano e o isobutano, o que requer adaptações nos refrigeradores, (Tolentino e Romeu Filho - 1998).

Mesmo com a proibição do uso desses gases CFCs (clorofluorcarbonetos) pelas indústrias na fabricação de motores para equipamentos como: freezer, geladeira, ar condicionado que funcionam à base desses gases nocivos, mas ainda existem milhares desses equipamentos em operação que continuam poluindo a atmosfera. Esse gases sobre substituídos pelos HCFCs (hicroclorofluorcarbonetos), sob alegação de que eram 50% menos destrutivos à camada de ozônio.

Por outro lado a nova solução, baseada nos gases chamados fluorados, representa grande contribuição para o aquecimento global por se tratar de poluente milhares de vezes mais prejudicial do que o dióxido de carbono, o que levou a União Européia a pressionar por seu banimento em favor de alternativas naturais não sintéticas, como a amônia ou o próprio dióxido de carbono, que têm altas propriedades de resfriamento quando usados para este fim. No Brasil encontra-se em curso o Programa Brasileiro de Eliminação de HCFCs com objetivo de cumprir um cronograma para a eliminação destes gases e que estabelece o congelamento dos níveis de produção e importações em 2013, sua redução em 10% até 2015, e o banimento total em 2040. (www.revistaecologico.com.br)

Os gases diminuidores da camada de ozônio são os clorofluocarbonetos e os hidroclorofluocarbonetos são utilizados pela indústria em equipamento de refrigeração como geladeira, freezer e ar condicionado.

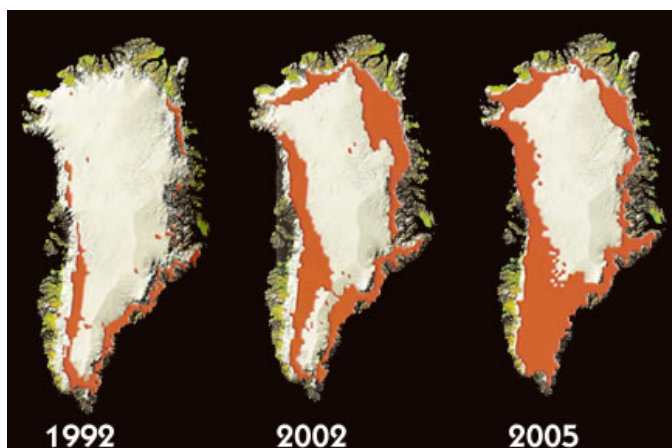
h) Hexafluoreto de enxofre

Este gás inerte e não tóxico é usado como isolante em instalações elétricas como geradores de alta tensão, disjuntores de alta capacidade em subestações blindadas, transformadores e cabos subterrâneos de alta tensão. A quantidade atualmente existente na atmosfera é pequena.

No Brasil, a liberação de SF_6 na atmosfera é da ordem de duas toneladas por ano. De qualquer modo, como esse gás tem um potencial-estufa igual a cerca de 25 mil vezes o do CO_2 , tem um longuíssimo tempo de vida médio na atmosfera (na faixa de 880 anos a 3200 anos), e como o seu consumo tem crescido a uma taxa de cerca de 7 por cento ao ano, seu impacto estufa futuro pode ser bastante significativo. O SF_6 absorve no infravermelho ao redor de 12,5 mm,(Tolentino e Romeu filho - 1998).

3.3 Consequências do agravamento do efeito estufa

Com já dito no início o efeito estufa não é um problema em si, o problema é o seu agravamento que torna a atmosfera saturada, com excesso desses gases que causam a retenção da radiação infravermelho emitida pela Terra, e provoca o aquecimento da terra. Uma das consequências provocada pela elevação da temperatura média da Terra é aumento no nível do mar, devido o degelo dos polos e dor Artigo, onde as águas oceânicas avançam contra cidades litorâneas, causando prejuízos e destruição em tudo que há pela frente.



A Figura retrata o aumento do degelo da calota polar da Groelândia nos últimos 25 anos.

Fonte: Equipe Brasil Escola: Wagner de Cerqueira e Francisco

Outra evidencia do aquecimento global de extrema importância é a escassez de água potável, ideal para o consumo humano, que vem acontecendo todos os anos, em grande parte da Região Nordeste do Brasil, devido grandes período sem chuva, trazendo sofrimento para o povo de sertão.

3.4 O processo físico do efeito estufa

Um maneira de compreender esse fenômeno natural, efeito estufa, é entender o que são radiações eletromagnéticas. Essas radiações se propagam na forma de ondas, a distância entre duas ondas define o comprimento de onda. O número de ondas que passa por um certo ponto num determinado tempo define a frequência da radiação eletromagnética. A velocidade de propagação dessa onda no vácuo é muito alta de $3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$.

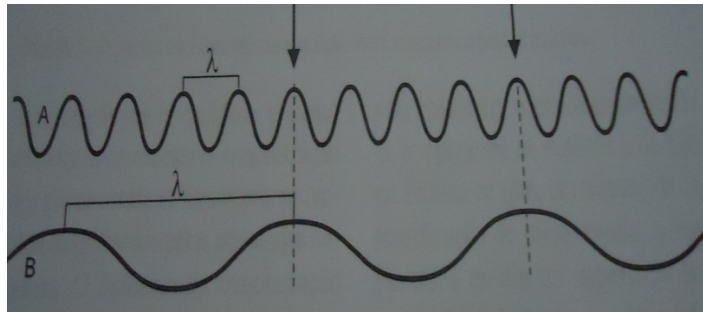


Figura 2. Representação de duas radiações eletromagnéticas *A* e *B* com comprimentos de ondas diferentes, representados pela letra grega lambda (λ). Repare que o número de ondas que passam por determinado ponto (seta) no mesmo tempo é diferente quando se comparam as radiações *A* e *B*. A radiação *A* tem menor comprimento de onda, maior frequência e maior energia do que a radiação *B*

Assim, cada radiação do espectro eletromagnético tem seu comprimento de onda e sua frequência característica. Quanto menor o comprimento de onda, maior a frequência e maior a energia da radiação.

Estudando os processos de radiação, os físicos descobriram o modo como a matéria absorve e emite energia apontaram que quanto mais alta a temperatura de um corpo, maior será a quantidade de energia emitida e menor será o seu comprimento de onda. Sendo assim, uma grande parte da energia

vinda do Sol tem comprimento de onda entre (0,4 a 0,7) μm (micrometros), que corresponde à radiação visível do espectro que é indicada pelas cores: violeta, azul, verde, amarelo e vermelho. A emissão máxima é em torno de $9\mu\text{m}$. A figura 3 mostra que quanto menor o comprimento de onda, maior a frequência e maior a energia da radiação (Araújo, 1999, pág 7)

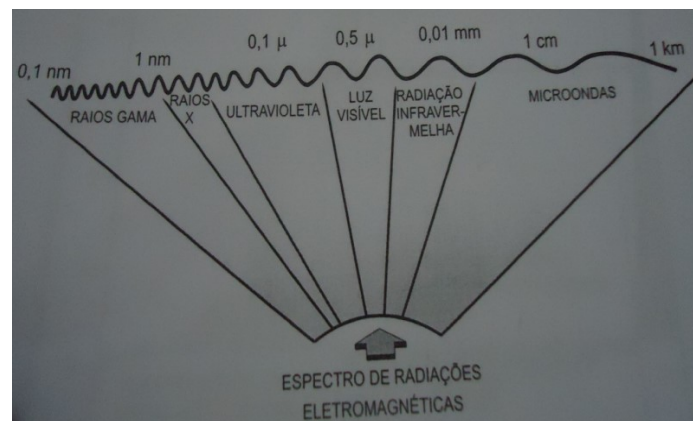


Figura 3. Representação do espectro de radiações eletromagnéticas (segundo Hamakawa, 1999).

Portanto, no processo do efeito estufa temos o Sol como a principal fonte de energia para a nosso planeta. Energia essa composta de um conjunto de radiações chamadas espectro solar. Cerca de 99% do espectro solar estão entre 0,10 e $4\mu\text{m}$, esse comprimento de ondas corresponde a região ultravioleta, à radiação visível e ao infravermelho curto e médio. As radiações abaixo de $0,32\mu\text{m}$ são totalmente absorvidas pelo gás ozônio (O_3) e pelo oxigênio da alta atmosfera. Já a radiação visível quase não é absorvida pela atmosfera, entre 0,7 e $4\mu\text{m}$ região do infravermelho próximo e médio, sofrem absorção por parte pelo CO_2 e do vapor d'água, o comprimento de ondas acima de $0,33\mu\text{m}$ atinge a Terra originando o seu aquecimento. A superfície da Terra apresenta em geral um temperatura média de 14°C , a energia por ela emitida encontra-se entre 4 e $100\mu\text{m}$. (Araújo -1999, pág. 9). A figura 4 representa o espectro de emissão de um corpo à temperatura de 6000°K (que corresponde aproximadamente ao espectro de emissão do Sol) e a 270°K (que corresponde aproximadamente ao espectro de emissão da Terra).

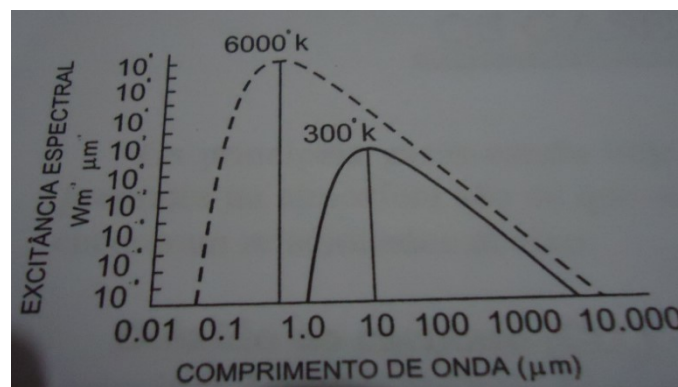


Figura 4. Espectros de emissão da Terra e do Sol (segundo Slater, 1980. In: Novo, E.M.L.M, 1989).

A luz solar passa facilmente pelos gases de efeito estufa presentes na atmosfera, mais precisamente na camada troposfera e atinge a superfície da Terra. A troposfera é uma região da atmosfera onde acontece o efeito estufa. Ao contrário da luz solar, a radiação infravermelha emitida pela Terra é impedida pelos gases de efeito estufa de vazar para o espaço, esses gases absorvem fortemente a radiação infravermelha, de ondas longas e a remete de volta para a Terra promovendo o aquecimento. Caso não existisse esses gases a temperatura no nosso planeta seria de -18°C . Temperatura adequada para a existência da vida a qual conhecemos.

Como pode perceber o efeito estufa é um fenômeno natural, portanto ele sempre existiu e sua presença é essencial para a manutenção da vida em nosso planeta.

4. Metodologia

Penso que toda proposta pedagógica deve levar em conta a participação dos sujeitos no seu próprio processo educativo, por que se trata de um processo intencional, dinâmico, complexo e contínuo que exige envolvimento pleno desses sujeitos como protagonismo do seu próprio saber. Portanto, quando duas pessoas se encontram, há um mútuo “levar de um lugar para outro” o meu interlocutor me leva para a sua perspectiva, eu o trago para

a minha, e assim o conteúdo da nossa conversa vai se acumulando de informações enriquecedoras (NOVASKI, In. MORAIS, 2006, pág. 12)

Com o intuito de sondar o nível de conhecimento sobre efeito estufa e aquecimento global de alunos do 3º ano do Ensino Médio já que esta é a fase final da Educação Básica na qual pressupõe que ao longo dos estudos até chegar nesta etapa da educação o aluno tenha adquirido através das várias disciplinas estudadas e a convivência nos diferentes meios sociais as habilidades e conhecimento técnico os quais serão importantes para o pleno desenvolvimento do ser na sociedade e contribuindo também para uma cultura mais ampla, desenvolvendo meios para a interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como para a articulação de uma visão do mundo natural e social.

Para a aplicação deste trabalho investigativo foi escolhida a Escola Estadual Clotilde Onofre Campos, de médio porte, situada no Centro da cidade de Teófilo Otoni, no Vale do Mucuri, região nordeste do estado de Minas Gerais. A escola funciona em três turnos: manhã, tarde e noite são 32 turmas do 6ª ano do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio, com uma clientela de 1237 alunos. Esse contou com a colaboração e apoio da professora regente da disciplina de Química. O trabalho foi desenvolvido com 55 alunos do 3º ano, das turmas "A" e "B" do Ensino Médio do turno matutino, sendo: 30 mulheres e 25 homens, com faixa etária de idade de 17 a 19 anos.

A esses alunos foi aplicado um questionário com três questões abertas, relacionadas ao efeito estufa e aquecimento global. São as seguintes:

Questão 1:

Você já deve ter ouvido falar de efeito estufa e de aquecimento global. Sobre esses termos responda:

- a) Os termos "efeito estufa" e "aquecimento global" referem-se a um único fenômeno ou a fenômenos diferentes?
- b) Caso você tenha respondido que são fenômenos diferentes, diga qual a diferença entre eles.

Questão 2 - Alguns gases presentes na nossa atmosfera são chamados de "estufa", por serem responsáveis por este fenômeno. Você saberia citar alguns deles? Quais?

Questão 3 - Quando a mídia fala de aquecimento global ou de efeito estufa, costuma relacionar algumas consequências que este ou estes fenômenos provocam na natureza. Mas há controvérsias sobre essas consequências. Sobre isso responda:

- a) Na sua opinião, alguns desses desastres ambientais que vivemos hoje é decorrente do aquecimento global? Qual ou quais?
- b) O que você imagina que possa acontecer no futuro (que outras consequências), caso a emissão dos gases "estufa" continue sendo grande?

Os alunos tiveram um tempo de 50 minutos para responder ao questionário, os mesmos foram informados do objetivo do trabalho e orientados a responder com maior detalhe possível.

5. Análise dos dados coletados:

Para a questão 1, item “a” foram apurados a porcentagem de quatro formas de respostas, as que disseram que são fenômenos diferentes, as que disseram que são fenômenos iguais, as que responderam errado e as que não responderam de forma alguma.

A tabela 1: abaixo representa o percentual das respostas coletadas sobre a questão 1, Item “a”:

Respostas	Nº de alunos	%
São fenômenos diferentes	39	70,90
São fenômenos iguais.	12	21,82
Outra resposta.	2	3,64
Não respondeu.	2	3,64

Quanto ao item “b” da questão 1 as respostas foram analisadas de quatro maneiras diferentes, primeira as consideradas completas, segunda as que apresentam uma ideia mas não a desenvolveu de forma correta, terceira as consideradas completamente errada e quarta as que responderam o item “a” e não respondeu o item “b”. Retrataremos aqui algumas respostas dos alunos, que serão identificados por nomes fictícios a fim de resguardar a identidade dos mesmos.

Sobre a primeira forma de análise nenhum aluno acertou completamente a questão, citarei apenas três respostas que mais se aproximaram da resposta correta:

Batista – O efeito estufa é um fenômeno natural em que os gases presentes na atmosfera funcionam com um anteparo. Já o aquecimento global é o agravamento desse processo natural causado por atividades humanas.

O aluno não diz que os gases presentes na atmosfera absorvem parte da radiação emitida pela Terra, e a remete novamente para a Terra mantendo assim o planeta aquecido.

Luiz – A diferença é que o aquecimento global aumenta a temperatura e é consequência do efeito estufa que é a retenção de gases poluentes que impedem a passagem dos raios da Terra para a atmosfera.

O aluno sabe que o aquecimento global é consequência do efeito estufa. Mas se confunde quando diz que o efeito estufa é a retenção de gases, na verdade os gases retêm a radiação infravermelha emitida pela Terra, depois diz que esses gases impedem a saída para o espaço da radiação infravermelha, Sabemos que nem toda radiação é retida. Veja que esse aluno tem um conhecimento, mais ainda precisa de conhecimento teórico mais aprofundado sobre os dois fenômenos.

Lima – Efeito estufa é um processo natural, desenvolvido na natureza, tem presente os chamados gases estufa na atmosfera e o aquecimento global é o agravamento da temperatura do efeito estufa.

O aluno sabe que o efeito estufa é um processo natural. E que esse processo se caracteriza pela presença na atmosfera de gases estufa, mas não diz que esses gases têm a função de reter a radiação emitida pela Terra. Portanto, não consegue explicar claramente esse processo.

Em relação à segunda forma de resposta o aluno apresenta a ideia mas não sabe desenvolvê-la. Veja as três respostas dos alunos:

Maria – Efeito estufa refere-se aos gases que estão presentes na atmosfera e o aquecimento global é a consequência do efeito estufa, pois

a formação desses gases afeta a camada de ozônio causando o aquecimento da terra.

A aluna tem uma ideia, mas não consegue desenvolvê-la. Ela sabe que o efeito estufa está relacionado com a presença de gases na atmosfera e que o aquecimento global é provocado por esse efeito. Mas não explica qual o papel desses gases na atmosfera.

Olívio – O efeito estufa é causado pelo excesso de gases poluentes, com isso aumenta a camada de ozônio causando o aquecimento global.

Antônia – Efeito estufa trata-se de gases que se formam na atmosfera e aquecimento global é a consequência causada pelos gases do efeito estufa.

Os alunos tem noção do problema, mas não conseguem expressar suas ideias.

Na terceira forma de análise os alunos apresentaram respostas completamente errôneas. Veja algumas respostas:

Santos – Efeito estufa são as camadas de ozônio que estão se abrindo e aquecimento global e devido a fumaça que sobe.

Lopes – efeito estufa causa buracos na camada de ozônio e assim ocorrendo o aquecimento global.

Soares – O que o leva ao efeito estufa é o aquecimento global.

Silva – A diferença vamos diser (o aluno escreveu dizer com, s) que é um aquecimento de um processo ao retorno do efeito estufa vamos diser uma consequência e o efeito é a base. De modo geral os alunos demonstraram ter ciência de que se trata de fenômenos diferentes, e que um é consequência do outro, mas apresenta dificuldade em descrevê-los. Mesmo tendo esse conhecimento os alunos ainda necessitam de um conhecimento teórico mais aprofundado sobre o assunto, pois em nenhum momento eles dizem que os gases retêm a radiação emitida pela Terra.

A questão 2 solicitou aos alunos que citassem alguns dos gases estufa. O Quadro 1 mostra os gases listados.

Quadro 1: lista dos gases citados pelos alunos:

Dióxido de carbono, metano, enxofre, nitrogênio, oxigênio, hélio, neônio, xenônio, CFCs, monóxido de carbono, óxido nitroso e criptônio.

Em relação a essa questão sobre os gases causadores do efeito estufa a maioria dos alunos relacionou primeiro: dióxido de carbono (45 alunos), segundo: metano (21 alunos), terceiro: monóxido de carbono (18 alunos) dos 55 alunos, apenas quatro alunos citaram CFCs, um aluno citou óxido nitroso sendo esses gases de fato conhecidos pela ciência como gases de efeito estufa por absorver radiação infravermelha. Os alunos citaram também nitrogênio, oxigênio, argônio, hélio, neônio, xenônio, criptônio, sabemos que estes gases que não são considerados de efeito estufa por que não absorvem radiação infravermelha, mas nenhum aluno citou vapor d'água como gás de efeito estufa três alunos não souberam ou não quiseram opinar e deixou questão em branco.

Diante dos resultados apresentados, mesmo com a maioria dos alunos ter citado gás carbônico, metano e monóxido de carbono como os principais gases de efeito estufa o que é verdade, percebe-se que esses mesmos alunos também citaram outros gases que não são de efeito estufa. Isso leva a entender que os alunos não tem conhecimento do motivo que leva alguns gases ser considerados de efeito estufa.

Em relação a questão 3 não há uma comprovação cientificamente de que os desastres ambientais sejam mesmo causados pelo aumento da temperatura global do planeta. Portanto não iremos analisar esta questão se está certo ou errado, pois solicitamos a opinião do aluno citaremos apenas os desastres ambientais que os alunos julgaram ser decorrentes do aquecimento global e que de certa forma é de conhecimento popular devido a mídia sempre que fala em efeito estufa e aquecimento global relaciona esses acontecimento com esses fenômenos, inclusive alguns entendidos do assunto.

Quadro 2: lista dos desastres ambientais que na opinião dos alunos são provocados pelo aquecimento global:

Derretimento das calotas polares, aumento do nível do mar, aumento da temperatura global, escassez de chuva, a seca, queimadas, chuva ácida,

Esses são alguns dos desastres ambientais citados pelos alunos que possivelmente podem ser causados pelo aumento do aquecimento global.

Quanto ao item “a” dessa questão 3 de opinião dos alunos refere-se aos desastres ambientais, que supostamente pode ser causados pelo aumento do aquecimento global, mas que ainda depende de estudos mais criteriosos para a sua comprovação científica. Aqui os alunos apresentaram causas citadas por toda literatura que trata do assunto como: derretimento das calotas polares, aumento do nível do mar, inundações. Mas, queimadas, desmatamento, extinção de animais são ações provocadas pelo homem, portanto, não devem ser consideradas como provocadas pelo aquecimento global. Furações, terremotos, maremotos. A chuva ácida já acontece mas pode ser agravada com o aumento principalmente dos gases N_2O , NO e NO_2 . Nota que os alunos associam ações provocadas pelo homem como problemas ambientais naturais, por exemplo: desmatamento, queimadas e extinção de animais. Eles também citam maremotos e terremotos como desastres ambientais provocados pelo aquecimento global, esses fenômenos não estão associados ao aquecimento global. No item “b” Os alunos associaram outras consequências futuras como: aumento do número de câncer de pele, doenças respiratórias, falta de água potável caso a emissão de gases estufa continue sendo grande. De fato esses casos são vistos como futuros problemas para a humanidade se a poluição do ar continuar no ritmo que está. Portanto, os alunos estão certos em citar tais problemas. Embora ainda necessitar de um conhecimento científico mais aprofundado sobre esses casos.

6. Conclusão

O trabalho aqui desenvolvido nos dá uma noção do conhecimento prévio que os alunos da fase final da Educação Básica 3º Ano do Ensino Médio têm sobre os fenômenos efeito estufa e aquecimento global. Mesmo sendo um tema constantemente discutido por toda mídia o que possibilita ser de conhecimento social, e para os alunos, esse conhecimento deveria ser de mais fácil entendimento devido os trabalhos que deveriam ser realizados pelos professores ao longo dos anos escolares, principalmente nos três últimos anos

do Ensino Médio, fase em que o aluno já apresenta mais maturidade para o entendimento de problemas mais complexos como do efeito estufa e aquecimento global, além do tema poder ser abordado por outras disciplinas além da Química.

Todavia ao analisar as respostas dos alunos percebe-se que os mesmos tem conhecimento sobre a existência dos dois fenômenos, era esperado que os discentes apresentassem concepções prévias corretas e não confusas como o ocorrido. Isso leva a entender que os alunos tem uma visão superficial desses fenômenos. Portanto, há uma necessidade de uma discussão mais ampla e mais detalhada sobre o assunto, principalmente no Ensino Médio.

Percebe-se claramente que os alunos ainda não conhece realmente o motivo pelo qual alguns gases são considerados de efeito estufa. Embora a maioria ter citados de forma correta esses gases como CO_2 , CH_4 e CO , nota-se também que muitos desses alunos citaram outros gases que são de efeito estufa. Portanto não entendem o processo de absorção de radiação por esses gases.

Apesar de ser um tema atual e de grande repercussão ainda há muito a ser trabalhado em sala de aula para sanar as dificuldades e confusões apresentadas pelos alunos no discernimento desses fenômenos aqui estudados.

É muito importante que a sociedade em geral também conheça e entenda esses fenômenos suas causas e consequências e conscientizar de sua responsabilidade e obrigação de cuidar do Planeta. É preciso que todos compreendam a necessidade de buscar soluções viáveis para os problemas ambientais, de forma a garantir um ambiente mais limpo para viver.

À escola cabe o ofício não só transmissão dos conhecimentos científicos, mas também da preparação e formação do ser, para exercer o papel de cidadão consciente.

7. Referências Bibliográficas

PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CBC – Química - Ensino Médio 2007 – Secretaria de Estado de Minas gerais

Revista Ciência Hoje, Vol.40, nº 238, Primórdio do Aquecimento Global

BRASIL/MEC. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias 1999, p. 08

- VEIGA, José Eli da (org.). **Aquecimento Global: frias contendadas científicas.** São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2008.

TANIMOTO, Armando Hiroumi. Et. Al. **A legislação brasileira das substâncias**

destruidoras da camada de ozônio e sua aplicação no estado da Bahia.

TECBAHIA. Camaçari.2. v.14.p.74-81,1999.

ARANHA, A. Falta ensinar a pensar. **Revista Época**, São Paulo, n.499, 2007.

Sadler & Fowler (2006),

VEIGA, José Eli da; Aquecimento Global: Frias Contendas. São Paulo: Editora Senac, 2008.

OLIVEIRA, Sonia Maria Barros de. **Base científica para a compreensão do aquecimento global.** In. VEIGA, José Eli da; Aquecimento Global: Frias Contendas. São Paulo: Editora Senac, 2008.

TOLENTINO, Mario; ROCHA-FILHO, Romeu C. **A química no efeito estufa.** Química Nova na Escola. 8. Novembro, 1998.

Wilsom Jardim - Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola **A evolução da atmosfera terrestre** Edição especial – Maio 2001

IPCC (INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGES). **Mudança Climática 2007: A base da Ciência Física**. 2007.

(MOLINA, 2007). Adverte sobre riscos de aquecimento global, Jornal El Universal

<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/revistaabclima/article/view/25404/17024> MOLION, Luiz Carlos Baldicero. **Aquecimento Global: Uma visão crítica**

NOVASKI, Augusto J.C. Sala de Aula: uma aprendizagem do humano. In. MORAIS, Regis de (org.) Sala de aula: que espaço é esse? 20ª Ed. :Campinas: Papirus, 2006

<http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2009/12/afinal-quanto-o-brasil-emite/?searchterm=Afinal, quanto o Brasil emite>, Moutinho, 2009

<http://cienciahoje.uol.com.br/banco-de-imagens/lg/protected/ch/238/memoria.pdf/view?searchterm=efeito%20estufa>

SILVA, C. N. da (et al). Ensinando a Química do Efeito Estufa no Ensino Médio. Química Nova na Escola, local de publicação, Vol. 31, N° 4, p.269 Novembro, 2009.