

**DIRIGINDO O OLHAR PARA O EFEITO ESTUFA NOS LIVROS
DIDÁTICOS DE ENSINO MÉDIO: É SIMPLES ENTENDER ESSE
FENÔMENO?**

**A GLANCE AT THE GREENHOUSE EFFECT IN HIGH SCHOOL
TEXTBOOKS: IS IT SIMPLE TO UNDERSTAND THIS PHENOMENON?**

Anderson Cezar Lobato *
Cristina Neres da Silva **
Rochel Montero Lago ***
Zenilda de Lourdes Cardeal ****
Ana Luiza de Quadros *****

Resumo

Os livros didáticos, pela disponibilidade e acesso, são uma fonte importante de pesquisa para o professor de Ensino Médio, ao selecionar conteúdos e preparar suas aulas. Na tentativa de se adaptarem às novas tendências educacionais, esses livros vêm inserindo textos e assuntos que discutem os problemas vivenciados pela sociedade em geral. Nos livros de Química, um assunto que se faz presente é o Efeito Estufa. Analisou-se, neste trabalho, o tratamento e o aprofundamento dado a esse tema. Uma visão muito simplista do fenômeno foi percebida e, por isso, algumas sugestões foram incorporadas neste trabalho.

Palavras-chave: ensino de química, efeito estufa, livros didáticos.

Abstract

Widely available textbooks are an important source of research for high school teachers for both content selection and class preparation. As an attempt to adapt to new educational trends, these textbooks have introduced texts and subjects relevant for the discussion of current problems of the modern society. In the chemistry textbooks the Greenhouse Effect is one of these subjects. The aim of this work is to analyze the elements and discussion given in the textbooks on this topic. It was observed in general a

* Estudante do curso de especialização ENCI – Ensino por Investigação. CECIMIG/FaE/UFMG.

** Licenciada em Química. pelo Departamento de Química/ICEx/UFMG.

*** Professor de Química Inorgânica do Departamento de Química – ICEx – UFMG.

**** Professora de Química Analítica do Departamento de Química – ICEx – UFMG.

***** Professora de Ensino de Química do Departamento de Química – ICEx – UFMG.

simplistic treatment given to greenhouse effect and in order to improve the texts analyzed some suggestions are made.

Key-words: chemical education, greenhouse effect, textbooks.

O melhor livro, repita-se mais uma vez, é apenas um livro, instrumento auxiliar de aprendizagem (LAJOLO, 1996).

O livro didático, apesar de ser apenas um dos instrumentos que professores e alunos dispõem para o desenvolvimento do conhecimento em sala de aula, é um material de fundamental importância. Na própria política educacional brasileira, o livro didático é visto como “*um dos principais insumos da instituição escolar*” (BRASIL, 1993, p.25). Hoje, convivemos com o Programa Nacional do Livro Didático – PNLD, em vigor desde 1996 e o Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio – PNLEM, implantado em 2004. Tratam-se de programas mantidos pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE, com recursos provenientes do orçamento geral da União, que visam a distribuição de livros didáticos para alunos de escolas públicas do país.

Vem se juntar a isso o fato de o livro didático ser, em muitos casos, o único material de apoio didático de alguns professores. Isso pode acontecer quando há um único professor de uma disciplina na escola, quando não há grupos de estudo/pesquisa na escola e, principalmente, quando os recursos de que a escola dispõe são escassos em termos de laboratório, retro-projetor, multimídia e outros. O livro didático, ao contrário, está mais disponibilizado, principalmente agora com os programas institucionais de apoio ao uso do livro didático.

Pela disponibilidade e/ou facilidade de acesso ao livro didático, percebe-se que os conteúdos selecionados pelos autores acabam sendo, em muitos casos, os mesmos conteúdos que o professor desenvolve em sala de aula. Por este motivo, livros didáticos têm sido compreendidos como agentes determinantes de currículos, limitando a inserção de novas abordagens e possibilidades de contextualização do conhecimento. A análise de livros didáticos é tema freqüente nos trabalhos em educação. Pesquisadores (PRETTO, 1983; MORTIMER, 1988; FRACALANZA, 1993; PIMENTEL, 1998 e SPONTON,

1999) vêm se dedicando, há pelo menos duas décadas, a investigar a qualidade das coleções didáticas, denunciando suas deficiências e apontando soluções para melhoria de sua qualidade.

O caráter determinante dos livros didáticos na prática pedagógica do professor é uma preocupação evidente em muitos estudos já feitos. Freitag (1993) e Apple (1995), comentam que:

o livro didático não é visto como um instrumento auxiliar na sala-de-aula, mas sim como a autoridade, a última instância, o critério absoluto de verdade, o padrão de excelência a ser adotado na aula. (FREITAG, 1993, p. 124).

... são os livros didáticos que estabelecem grande parte das condições materiais para o ensino e a aprendizagem nas salas de aula de muitos países através do mundo (...). São os textos destes livros que freqüentemente definem qual é a cultura legítima a ser transmitida. (APPLE, 1995, p. 81/2).

Por ser a química um campo de conhecimento que engloba uma enormidade de saberes produzidos pela ciência ao longo do tempo, os conteúdos que poderiam ser desenvolvidos no ensino médio são muito amplos e não há tempo/espço disponível para tal. Os autores de livros didáticos sintetizam esses conteúdos e, algumas vezes, acabam desenvolvendo-os de forma muito superficial, restringindo conhecimentos pelo grau de dificuldade que apresentam ou por considerá-los menos importantes. Ainda assim, os livros costumam apresentar conhecimentos em quantidade maior do que os que poderiam ser desenvolvidos numa classe com duas horas semanais de aulas de química. E, nem sempre essa seleção leva em conta os eixos norteadores do ensino, presentes nos tantos documentos que proliferaram nos últimos anos.

Nas escolas, o livro didático acaba sendo um recurso de fácil aquisição, frente a outros de que o professor de química necessitaria, tais como laboratório, reagentes,

multimídia, etc. Além dessa facilidade de aquisição, está a facilidade de manuseio e de seleção e organização do conhecimento a ser desenvolvido.

Desde que a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação – Lei 9394/96 - foi promulgada, intensificou-se a discussão das diretrizes que orientariam a educação básica. Logo após surgiram os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN – para cada um dos níveis de ensino. Em 1999, foi publicada a primeira versão dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM, com propostas de trabalho para dinamizar o ensino focando, principalmente, na formação do cidadão como pessoa humana. Um dos objetivos presente nesse documento refere-se ao desenvolvimento de competências que possibilitem uma visão de mundo atualizada, a capacidade de compreensão das problemáticas abordadas pelos meios de comunicação e a ação e relação do ser humano com seu meio social e suas tecnologias (BRASIL, 1999a).

Mais especificamente para a química, no que se refere ao redimensionamento do conteúdo e da metodologia a ser usada, os PCNEM sugerem que:

utilizando-se a vivência dos alunos e os fatos do dia-a-dia, a tradição cultural, a mídia e a vida escolar, busca-se reconstruir os conhecimentos químicos que permitiriam refazer essas leituras de mundo, com fundamentação também na Ciência. (BRASIL, 1999b, p.68)

Nos livros didáticos, a contextualização nem sempre é entendida da mesma forma como nos PCNEM. Muitos autores fazem uma mera exemplificação de situações cotidianas que ilustrem aplicações do conhecimento químico. Costumam citar acontecimentos do dia-a-dia para “ilustrar” algum tópico do conteúdo já desenvolvido, como se isso bastasse para ser considerado “ensino contextualizado”.

A mídia explora novidades científicas e acaba por criar uma demanda na escola, para que professores e os próprios materiais didáticos estejam sempre atualizados.

O mundo contemporâneo é altamente tecnológico e que para compreendê-lo é função da escola, principalmente dos programas de Ciências Naturais e Sociais e de Física, Química e Biologia, incluir no

seu currículo os assuntos relevantes para a formação de um cidadão esclarecido sobre o que o cerca. (PEREIRA, 1997).

Na busca por um material contextualizado e atualizado, os livros didáticos de ciências vêm incorporando, de maneira crescente, textos e imagens originalmente publicados em revistas e jornais de divulgação científica, incorporando temas de discussão da sociedade como clonagem, transgênicos e outros apontados por Auler, Strieder e Cunha (1997), quando citam temas como Efeito Estufa, Destruição da Camada de Ozônio, Poluição Ambiental generalizada, Chuva Ácida, Água Potável e a questão energética.

É nossa convicção de que os textos utilizados com a principal função de promover a atualização de conteúdos devam estabelecer conexões diretas com o conhecimento e, para isso, a hierarquia de conteúdos, normalmente presente em livros didáticos, nem sempre pode ser mantida. Também se faz importante considerar que os textos de divulgação científica *possuem características que ilustram um tipo de texto cujos objetivos e composição são distintos daqueles que materializam o discurso científico escolar, particularmente os livros didáticos de ciências* (NASCIMENTO e SOUZA, 2005). Portanto, é necessária uma adaptação desses textos, sem alterar significativamente sua estrutura e sem causar fragmentação das idéias.

Um tema que aparece meio tímido nos livros didáticos de química do ensino médio, dentre os muitos do contexto de vida dos alunos, é a questão ambiental. As idéias ligadas à temática ambiental não surgiram de um dia para outro. Numerosos fatos de âmbito internacional foram delineando o que conhecemos hoje por Educação Ambiental. Os estudos já realizados sobre a história da Educação Ambiental (VIEZZER e OVALLES, 1994; SORRENTINO *et al.* 1995) mostram-nos a dimensão dessa questão em nível internacional e nacional. Extremamente abrangente e complexa, deve ser compreendida e desenvolvida em todos os segmentos da sociedade, uma vez que o aumento da consciência só é possível pelo conhecimento e pela compreensão do seu significado.

Nas décadas de 70 e 80, a Educação Ambiental passa a ser reconhecida como uma área do saber digna de ser ensinada juntamente com as outras Ciências Naturais. No final

da década de 90, noções sobre a importância dos recursos naturais e sobre os possíveis prejuízos de contaminação dos mesmos foram introduzidos nos livros didáticos de Ciências Naturais. Conseqüentemente, apareceram temas como “Efeito Estufa”, “Camada de Ozônio”, “Chuva Ácida” e outros. Desses, o tema “Efeito Estufa”, por estar provocando um aquecimento global no planeta é, atualmente, o mais divulgado pelos meios de comunicação, passando a ter maior espaço nos livros didáticos de ciências.

No âmbito das propostas dos PCNEM, Efeito Estufa e suas conseqüências é um tema que pode ser amplamente trabalhado através de uma abordagem interdisciplinar, integrando várias áreas do conhecimento. Também, por ser um fator que já está interferindo nas condições ambientais do planeta e na vida do ser humano, é importante a correta compreensão da sua dimensão, causas e conseqüências.

Considerando que, em relação ao conhecimento químico, os PCNEM afirmam que esse aprendizado deveria possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico que fosse tratado numa estreita relação com as aplicações tecnológicas e com as implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas destas e considerando, também, que o livro didático tem uma função social na escola, saber como alguns dos livros didáticos de ciências abordam o fenômeno “Efeito Estufa” torna-se extremamente importante.

Assim, com o objetivo de identificar a presença do assunto “Efeito Estufa” nos livros didáticos e de analisar o grau de aprofundamento científico do tema e se, da maneira como o mesmo é desenvolvido, poderia proporcionar ao estudante um bom entendimento do fenômeno, foi realizada essa pesquisa.

1. O EFEITO ESTUFA

O Efeito Estufa é um processo no qual a radiação proveniente do Sol, ao ser absorvida pelos materiais ou substâncias na Terra, é convertida e emitida para a atmosfera na forma de radiação infravermelha. Alguns gases presentes na atmosfera, chamados gases estufa, podem absorver esta radiação infravermelha emitindo calor.

Resumidamente, esta é uma definição para o Efeito Estufa mas, dentro deste processo, há muitos outros fenômenos envolvidos.

O efeito estufa ocorre naturalmente e permite a vida no planeta Terra. Estima-se que sem este fenômeno a temperatura média do planeta seria cerca de 30°C menor. Graças aos gases estufa, temos uma temperatura média que permite a nossa vida no planeta. Porém, o excesso de alguns gases estufa, derivados principalmente da industrialização, das intensas atividades humanas e da queima de combustíveis fósseis como, por exemplo, petróleo e carvão, aumentam temperatura global do planeta acima do que se considera normal, provocando o fenômeno “Aquecimento Global”. Entre eles CO₂, NO₂, SO₂, hidrocarbonetos e, ainda, material particulado.

Este fenômeno tem se acentuado cada vez mais, tornando nosso planeta mais quente, com fortes impactos para vários ecossistemas.

Algumas das possíveis conseqüências que estão sendo consideradas 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 e proliferação de insetos nocivos ou vetores de doenças, dentre outras. Por causa destas conseqüências trágicas e que afetam o mundo, há a necessidade de discutir esse fenômeno em sala de aula. Porém, ao fazê-lo, o professor tem disponível o livro didático e as informações que este traz sobre o fenômeno. E, num primeiro olhar para o livro didático, julgamos que o fenômeno em questão é tratado de forma muito superficial.

Talvez a principal dificuldade em explicar o Efeito Estufa, com bases mais científicas, seja a necessidade de se entender como a radiação eletromagnética interage com a matéria e se transforma, através de processos de absorção e emissão. O Efeito Estufa envolve processos de absorção e emissão das diferentes formas de energia eletromagnética, nos quais uma radiação mais energética pode ser absorvida por um corpo e ser transformada em calor ou ser emitida como outro tipo de radiação, com energia mais baixa. Pela falta de um modelo adequado que explique estes processos, o fenômeno acaba sendo simplificado, dando origem a um processo de memorização e repetição.

Assim pretende-se também, com a análise dos livros didáticos, apontar para a construção de um modelo mais adequado, que possa ser utilizado para explicar esse fenômeno de forma simples.

2. O EFEITO ESTUFA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE ENSINO MÉDIO

Para analisar o tratamento dado a este tema, nos livros didáticos de química do ensino médio, selecionamos os livros presentes na Portaria nº. 366, de 31 de janeiro de 2006, publicada na edição número 23 do Diário Oficial da União, em 01/02/2006, que fazem parte do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio - PNLEM.

Dentre os seis livros selecionados para as disciplinas de Química, quatro deles tratam do assunto “Efeito Estufa”. Considerando o número de livros pequenos para esta análise, usamos outros três livros que tratam do assunto e são bastante utilizados na região metropolitana de Belo Horizonte, mesmo não fazendo parte do PNLEM. Analisamos, então, um total de sete livros, designados por A, B, C, D, E, F e G.

A seguir, estão descritos os itens que mereceram atenção especial pela sua relevância e pelo tratamento a eles dispensados nos livros.

a) Parte do conteúdo no qual o assunto é abordado:

Nos livros A, F e G o tema Efeito Estufa é tratado em capítulos que relacionam a química e o meio ambiente, mostrando a composição da atmosfera e citando alguns problemas ambientais.

No livro B o Efeito Estufa é tratado no final do capítulo “Cálculo de Fórmulas”, que é posterior ao capítulo de estudo dos gases, como leitura complementar. Nos livros D e E o tema é tratado no capítulo de estudos dos gases. No livro C o tema é desenvolvido num item de química ambiental, já no quarto capítulo, antes mesmo de tratar da estrutura da matéria.

Não há um espaço/tempo definido, no conteúdo, para o estudo de temas ambientais. Mas, enquanto tema de interesse, o Efeito Estufa deve servir para que se discuta, em sala de aula, conceitos químicos que capacitem cada um dos alunos a

entender melhor o mundo em que vive. Assim, tratá-lo como leitura complementar ou apenas como informação provavelmente não auxiliará no processo de aprendizagem da química e nem mostrará ao aluno que a química ou os conhecimentos desenvolvidos nessa disciplina permitem uma “outra” leitura do mundo, baseada na ciência.

b) Interação da radiação com a matéria²:

Muitas vezes é usado, pelos autores dos livros didáticos analisados, uma explicação baseada na reflexão da radiação solar. Para exemplificar, no livro B aparece que *parte da radiação proveniente do Sol é **refletida** para o espaço*. O livro E cita que *o calor emitido pelo Sol atravessa a atmosfera e é absorvido pela terra e pelos oceanos. Parte desse calor é então **refletida** para a atmosfera, mas, ao invés de escapar totalmente para o espaço [...] é retida por essa camada de gases [...]*.

Os livros estão sempre citando a palavra “reflexão”, mas essa é uma abordagem incompleta. Se ocorresse **apenas a reflexão** das radiações ultravioleta e visível que chegam na Terra, voltariam para o espaço exatamente com o mesmo comprimento de onda.

Outros livros (A, D e F) referem-se à formação de radiação infravermelha, considerando que a radiação proveniente do Sol volta para o espaço na forma de radiação infravermelha. Mas não é dada uma explicação de como ocorre essa transformação. O livro A cita que *parte da energia absorvida pela superfície terrestre é reemitida para o espaço **na forma de radiação infravermelha***. O livro D cita que:

dos raios solares que incidem sobre o planeta, 30% não conseguem atravessar a atmosfera e são **refletidos** de volta para o espaço. Os outros 70% atingem a superfície terrestre, sendo que uma parte será absorvida por ela e o restante, **refletido** sob a forma de radiação infravermelha.

Sabe-se que cerca de 50% dos raios atingem a superfície terrestre e que não é a superfície da terra que absorve estes raios. Também não se trata de uma simples reflexão.

² - todos os destaques do item b e, posteriormente, do item d, em negrito, nas citações, são nossos.

No livro F há a afirmação de que *parte das radiações provenientes do Sol é absorvida pela superfície terrestre, enquanto outra parte é refletida pela própria superfície, na forma de radiações infravermelhas (não-visíveis).*

As radiações provenientes do Sol, principalmente ultravioleta e visível, quando chegam à Terra são absorvidas por moléculas de um material ou substância. Quando isso acontece, ocorre a excitação eletrônica destas moléculas e, conseqüentemente, elas podem começar a vibrar. O aumento da energia cinética média aumenta os movimentos de vibração, rotação e translação. E, quando as moléculas intensificam estes movimentos, emitem a radiação infravermelha (Figura 1).

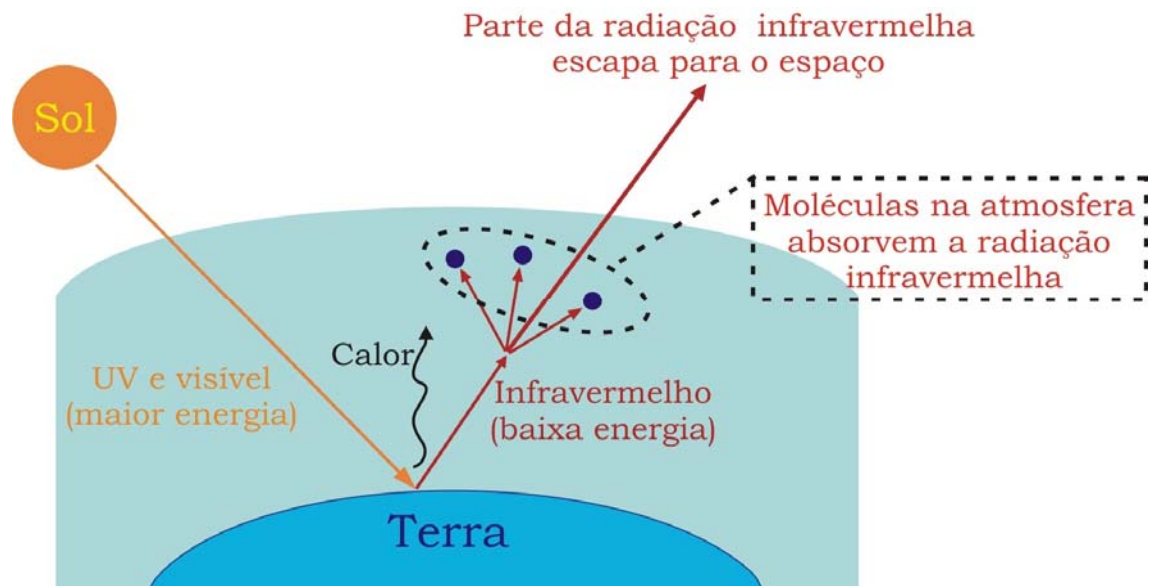


Figura 1 – Modelo para ilustrar o Efeito Estufa

Esta radiação emitida, de energia mais baixa, pode seguir dois caminhos diferentes:

- 1º - Atravessar a atmosfera e escapar para o espaço;
- 2º - Ser absorvida por alguns gases presentes na atmosfera;

c) Gases que provocam o Efeito Estufa:

Gases presentes na atmosfera como CO₂, H₂O, O₃, CH₄, óxidos de enxofre e óxidos de nitrogênio podem absorver a radiação infravermelha emitida pela Terra

participando, assim, do Efeito Estufa. Considerando que os óxidos de enxofre e nitrogênio podem ser vários, pode-se perceber que um grande número de gases podem ser considerados co-responsáveis pelo efeito estufa.

O livro A cita apenas o CO₂ como principal causador do efeito estufa. Os livros B e D citam o CO₂, partículas em suspensão, vapor de água, CO, NO_x, O₃, CFC e CH₄. Já o livro E cita apenas CO₂, O₃ e vapor de água. Os livros C e F citam os gases CO₂, vapor de água, metano, N₂O e clorofluorcarbonos. E o livro G cita os gases CO₂, vapor de água, metano e ozônio.

Pode-se observar que alguns livros optaram por tratar daqueles gases que estão mais presentes na mídia como causadores do Efeito Estufa – gás carbônico, acompanhado de alguns outros. Apenas dois livros citam uma lista maior de gases, mesmo assim com algumas discordâncias entre eles.

d) **Função dos gases estufa**

Grande parte dos livros trata dos gases “estufa” e da função dos mesmos em aquecer o ambiente. Mas não há uma tentativa em explicar como esse processo ocorre.

No livro B há a afirmação de que *os gases são uma **barreira** para a radiação infravermelha. Bloqueada, essa radiação se espalha e aquece o meio ambiente.* O autor não explica como o ambiente é aquecido através da radiação infravermelha nem de que forma a radiação é “bloqueada”.

O livro C afirma que *parte da energia proveniente do Sol fica “**aprisionada**” na Terra, fazendo com que a temperatura do planeta seja superior àquela esperada se tais gases não estivessem presentes na atmosfera.* O autor destaca, com aspas, a palavra aprisionada, indicando que a palavra teria um sentido diferente do normalmente dado. Entretanto, não explica o processo envolvido neste “aprisionamento” da radiação.

O livro D, ao tratar dos raios solares que atingem a superfície terrestre, afirma que, ao transformarem-se em radiação infravermelha, *uma parcela dessa radiação é absorvida pelas nuvens e pelo gás dióxido de carbono, aquecendo a atmosfera e criando uma estufa natural.* Não explica como a radiação surgiu nem como o calor é emitido para a Terra.

O livro E afirma que parte do calor refletido [...] *é retida por essa camada de gases* [...]. Este livro, diferentemente dos demais, não apresenta qualquer ilustração que exemplifique o Efeito Estufa. Também não explica como parte da radiação absorvida pela Terra e oceanos foi transformada em calor.

O livro G cita que *Quando a radiação solar chega à atmosfera terrestre, o CO₂, o vapor de água, o O₃ e o metano presentes na atmosfera absorvem parte da energia refletida, aquecendo a atmosfera*. Novamente não há explicação de por que a radiação foi “refletida” nem como a atmosfera é aquecida.

Gases como CO₂, H₂O, O₃, CH₄, óxidos de enxofre e óxidos de nitrogênio absorvem a radiação infravermelha emitida pela Terra e adquirem movimentos de vibração, rotação e translação, conforme Figuras 1 e 2. Estas energias cinéticas adquiridas provocarão um fluxo de calor para o ambiente, aquecendo a Terra.

Pode-se, também, pensar de outra maneira: como a radiação infravermelha provocou a “agitação” das moléculas dos gases, em seguida essa “agitação” provocará a emissão de radiação infravermelha de volta para a Terra.

Para que o aluno possa entender melhor os processos envolvidos no efeito estufa, consideramos, como pré-requisito, que ele tenha conhecimentos que o possibilite entender a natureza da radiação; a compreensão das diferenças entre as radiações ultravioleta, visível e infravermelha e; o conhecimento dos componentes que envolvem a energia cinética. Normalmente os alunos têm uma visão geral dos sistemas, mas não o entendem em termos de “entidades” químicas, as quais chamamos de microscópicas (moléculas, átomos, elétrons e outros).

Quando alguns dos processos que ocorrem no efeito estufa são tratados com mais profundidade, algumas informações e conceitos importantes que, geralmente, não são discutidos nas escolas de ensino médio, se fazem necessários. Assim, consideramos que os conhecimentos abaixo são necessários para que o aluno possa entender os processos que envolvem o efeito estufa.

No Efeito Estufa, a radiação ultravioleta e visível (maior energia), que entrou na Terra, sai como radiação infravermelha (menor energia).

- As radiações ultravioleta e visível excitam os elétrons presentes nas substâncias e nos corpos.
- A energia desses elétrons excitados provoca:
 - I – Aumento da energia cinética das moléculas, promovendo seu aquecimento.
 - II – A emissão de radiação infravermelha.
- Uma parte da radiação que entra na terra é usada para aquecer a superfície da Terra.
- A outra parte é transformada em uma radiação de menor energia, chamada de radiação infravermelha.

A simples afirmação de que os gases “estufa” retêm o calor, sem descrever um modelo que dê uma idéia mais clara sobre o que acontece com esses gases, é um tratamento muito simplista para um fenômeno tão complexo. A Figura 2 mostra um modelo que inclui o que acontece nas moléculas dos gases, ao absorverem a energia.

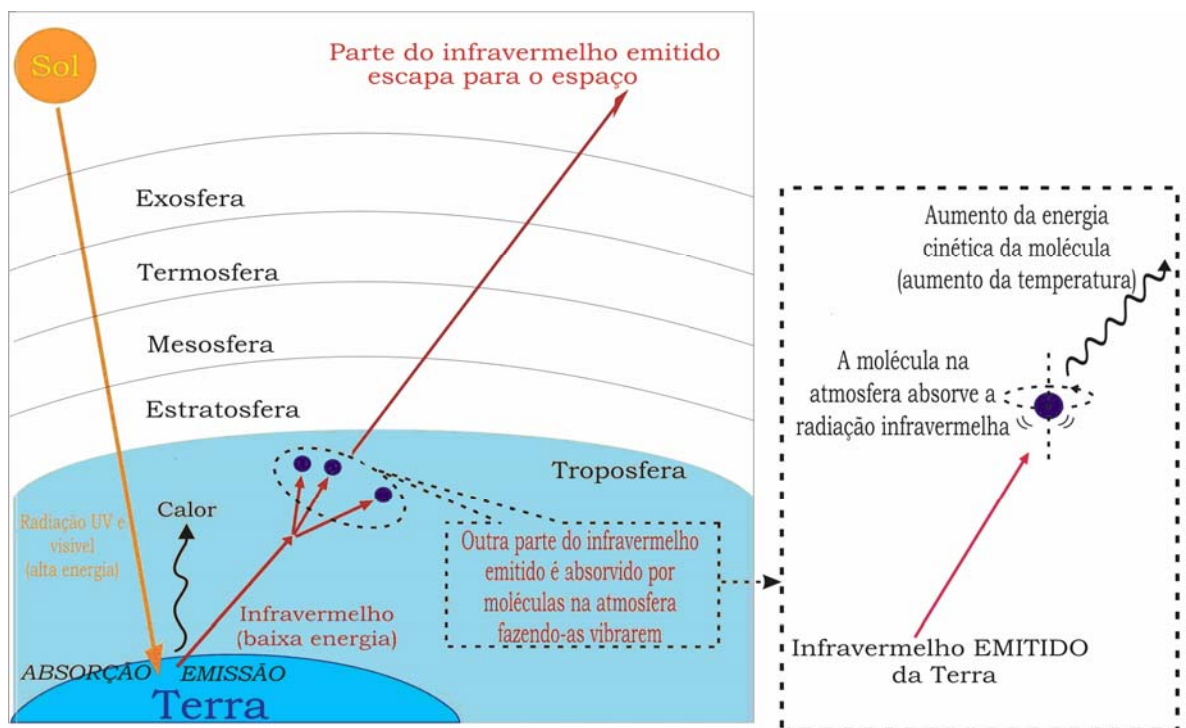


Figura 2 – Modelo para ilustrar a absorção de energia pelos gases

Pode-se observar, na Figura 2, alguns pontos importantes:

- (i) O efeito estufa aparece como um processo de absorção e emissão da radiação;
- (ii) O processo é de natureza físico-química, no qual há a absorção da radiação Ultravioleta/Visível e a sua transformação em radiação infravermelha, com aumento de temperatura.
- (iii) As moléculas de alguns gases, presentes na atmosfera, absorvem radiação infravermelha transformando-a em calor.

Algumas moléculas podem absorver a radiação infravermelha e aumentar sua energia cinética, intensificando os movimentos de vibração, translação e rotação. Este aumento na energia cinética provoca um aumento de temperatura. Também vale ressaltar que apenas algumas moléculas podem absorver a radiação infravermelha, que são as moléculas dos gases que participam do efeito estufa. Os gases mais comuns na atmosfera terrestre, tais como o nitrogênio (N_2) e o oxigênio (O_2), não absorvem radiação na região do infravermelho, pois em nenhuma situação de vibração molecular apresentam um dipolo elétrico. Já os gases como o CO_2 , o vapor de água, o metano, o NO , o NO_2 , o CO e os CFCs apresentam absorção de radiação na região do infravermelho, por possuírem dipolo permanente ou produzidos por vibrações das moléculas. Essa característica é que diferencia os “gases estufa” dos demais.

e) Comparando com a estufa de plantas:

Muitos livros iniciam o conceito de Efeito Estufa comparando com a estufa de plantas. Geralmente, a estufa de plantas é uma ilustração que não mostra a relação do Efeito Estufa com a composição química da atmosfera e não explica, também, como a radiação se transforma em calor dentro da estufa. Certamente é um modelo limitado para o entendimento do fenômeno como um todo.

Os livros B, C, D e G comparam o Efeito Estufa à estufa de plantas e não diferenciam um processo do outro, ou seja, não consideram que o vidro ou plástico da estufa de plantas tem um efeito diferente dos gases que provocam o fenômeno em questão.

f) Origem dos gases:

Todos os livros citam a origem de gases poluentes da atmosfera, exceto os livros C e F.

Sobre a origem do gás carbônico, o livro A cita que *a queima de carboidratos, através da respiração, produz gás carbônico, que é lançado na atmosfera (...)*. Para os demais gases, há as seguintes afirmações: *O metano, formado na decomposição da matéria orgânica e na agropecuária. Os gases utilizados em aparelhos de refrigeração (CFC's). O óxido de nitrogênio, gerado na atividade bacteriana no solo.*

Os livros B e D referem-se a origem do gás carbônico de forma semelhante, ao afirmarem que *a quantidade de CO₂ aumentou muito rapidamente em função da explosão demográfica, do desenvolvimento industrial acelerado, dos desmatamentos e queimas de florestas, etc.* ou que *o CO₂ é produto de vários processos naturais que se desenvolvem na Terra, como a respiração de seres vivos e emissões vulcânicas. Os fatores que promovem seu agravamento são o desenvolvimento industrial acelerado, a explosão demográfica, que aumentaram a queima de combustíveis fósseis, e os grandes desmatamentos e queimadas de florestas.*

Os livros E e G mostram tabelas, que chamam, respectivamente de “principais fontes de emissão” e “fonte de gases poluentes”. Entre as principais fontes de produção dos gases estufa estão as combustões (desmatamento, combustível dos veículos), as indústrias e algumas fontes naturais.

A importância de conhecer a origem dos gases que provocam o Efeito Estufa seria no sentido de identificar qual dessas emissões podem ser controladas, para minimizar o aquecimento global, provocado pelo excesso dos gases causadores do fenômeno, lançados na atmosfera.

3. E, FINALIZANDO...

O Efeito Estufa é um processo físico-químico complexo, de absorção de radiações ultravioleta e visível, causando transições eletrônicas que envolvem a emissão de radiação

infravermelha e aumento de energia cinética. Este, por sua vez, provoca o aumento de temperatura, que é chamado de “efeito Estufa”.

Mesmo não sendo possível tratar o fenômeno “Efeito Estufa” de maneira muito aprofundada, no ensino médio, também não se deveria simplificá-lo tanto, como vem sendo feito em alguns livros didáticos desse nível de ensino.

Considerando como objetivos do ensino médio o desenvolvimento de competências que possibilitem uma visão de mundo atualizada, a capacidade de compreensão das problemáticas abordadas pelos meios de comunicação e a ação e relação do ser humano com seu meio social e suas tecnologias, parece lógico que os fenômenos ambientais sejam estudados e que cada um dos sujeitos que freqüentam a escola tenham, como direito de cidadão, um entendimento real do fenômeno, na medida em que isso for possível, para saber posicionar-se diante do fato e, também, apontar caminhos que visem minimizar o problema.

Por isso entendemos que, ao tratar do Efeito Estufa, tanto alunos quanto professores deveriam ter, nos materiais de apoio didático, uma visão mais completa do fenômeno, mesmo que alguns conceitos ainda não possam ser trabalhados neste nível de ensino. Mas saber que a radiação ultravioleta do sol se transforma em calor, como se dá essa transformação e como se origina a radiação infravermelha é necessário para entender o fenômeno e não criar concepções simplistas, inadequadas e/ou alternativas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APPLE, M. W. **Trabalho docente e textos: economia política das relações de classe e de gênero em educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

AULER, D.; STRIEDER, D.M.; CUNHA, M. B. O enfoque ciência-tecnologia-sociedade como parâmetro e motivador de alterações curriculares. **Atas do I Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências**. Águas de Lindóia: 1997. p. 187 -192.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Bases Legais**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999a.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999b.

BRASIL. **Plano Decenal de educação para Todos (1993-2003)**. Brasília: MEC, 1993.

BRASIL. Ministério da Educação e Desportos. **Programa Nacional do Livro do Ensino Médio**. Brasília, DF, 2005.

FRACALANZA, H. **O que Sabemos sobre os Livros Didáticos para o Ensino de Ciências no Brasil**. 1993. Tese (Doutorado) - UNICAMP, Campinas, 1993.

FREITAG, B. et al. **O livro didático em questão**. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 1993.

LAJOLO, M. Livro Didático: um (quase) manual de usuário. **Em Aberto**. Brasília, ano 16, n. 69, jan./mar. 1996.

MORTIMER, E. F. A Evolução dos Livros Didáticos de Química destinados ao ensino secundário. **Em Aberto**. Brasília, ano 7, n.40, out./dez. 1988.

NASCIMENTO, T. G. e SOUZA, S. C. de. A produção sobre divulgação científica em eventos de ensino de ciências: vislumbrando tendências. In: V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. **Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru: 2005.

PIMENTEL, J. R. Livros didáticos de Ciências: a Física e alguns problemas. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.15, n. 3, p. 308-318, 1998.

PEREIRA, O. da S. **Raios cósmicos: introduzindo física moderna no 2º grau**. Dissertação (Mestrado Ensino de Ciências) Instituto de Física e Faculdade de Educação – USP, São Paulo, 1997.

PRETTO, N. D. L. **Os livros de ciências de 1ª à 4ª séries do 1º grau**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1983.

SPONTON, F. G. **A metodologia nos livros didáticos de ciências (5ª. a 8ª. séries do ensino fundamental)**, Bauru: UNESP, 1999.

SORRENTINO, M.; TRAJBER, R.; BRAGA, T. **Cadernos do III Fórum de Educação Ambiental**. São Paulo: Gaia, 1995.

VIEZZER, M. L. e OVALLES, O. **Manual latino-americano de Educação Ambiental**. São Paulo: Gaia, 1994.

LIVROS ANALISADOS:

- ✓ FELTRE, R. **Química**. 6.ed. São Paulo: Moderna, 2004.
- ✓ NOVAIS, V. L. D. **Química** (volume 2). São Paulo: Atual, 1999.
- ✓ PERUZZO, F. M. e CANTO, E. L. **Química na Abordagem do Cotidiano**. 3.ed. São Paulo: Moderna, 2003.
- ✓ REIS, M. **Completamente Química**: química geral. São Paulo: FTD, 2001.
- ✓ SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; MATSUNAGA, R. T.; DIBS, M. F.; CASTRO, E. N. F.; SILVA, G. S.; SANTOS, S. M. O. e FARIAS, S. B. **Química & Sociedade**. 1. ed. São Paulo: Nova Geração, 2005.
- ✓ SILVA, E. R.; NÓBREGA, O. S. e SILVA, R. H. **Química Transformações e Aplicações** (volume 3). 1.ed. São Paulo: Ática, 2001.
- ✓ USBERCO, J. e SALVADOR, E. **Química**. 7.ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

Data de recebimento: 25/02/08

Data de aprovação: 17/04/08

Data de versão final: 16/05/08