

OS GASES ESTUFA NOS LIVROS DIDÁTICOS

Evelyn Jeniffer de Lima Toledo, Luiz Henrique Ferreira
UFSCar

RESUMO: A atmosfera terrestre é constituída por diversos gases, alguns capazes de absorver radiação e emitir calor. Nesse artigo analisamos se os livros didáticos aprovados pelo PNLEM 2008 e PNLD 2012 explicam porque os gases estufa absorvem radiação, quais suas fontes, e se apresentam métodos paliativos ou soluções para uma possível mudança climática. Constatamos que poucos são os que tomam este cuidado e que, em geral, enfatizam a ação destruidora do homem. Chamamos a atenção para o fato de que mais importante do que enumerar quais são os gases estufa, é dizer porque eles o são. Citar fontes e culpados não deveria ser o fim do discurso, mas o início do debate sobre as possíveis soluções, colocando o aluno como um agente do mundo e não um mero espectador.

PALAVRAS CHAVE: sustentabilidade, atmosfera, poluição.

OBJETIVO

Analisar como os livros didáticos aprovados pelo PNLEM (Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio) 2008 e PNLD (Plano Nacional do Livro Didático) 2012 discorrem sobre os gases estufa e se explicam porque estes absorvem radiação, quais são suas fontes e se há proposições de métodos paliativos ou soluções para uma possível mudança climática.

MARCO TEÓRICO

Com as discussões sobre a degradação ambiental foram introduzidos nos livros escolares princípios básicos sobre o meio ambiente. Entretanto, os indícios apontaram que seria necessário mais do que conhecimento, era preciso acreditar na possibilidade de mudança e desenvolver laços com o ambiente. Assim, a escola deveria propor alternativas que levassem à ação além do ativismo, culminando em uma tomada de consciência ecológica (Mayer, 1998).

O desenvolvimento da criticidade é um dos principais objetivos da educação sobre o meio ambiente (Sauvé, 2008). A habilidade crítica pode ser desenvolvida na busca de respostas para os problemas ambientais, na discussão de soluções em um nível local e de curto prazo. Não apenas pela urgência da questão, mas pela disposição evolutiva que nos direcionou a pensar e reagir de forma espacialmente e temporalmente próxima (Brownlee, 2013).

METODOLOGIA

A análise consistiu em realizar uma leitura rápida nos livros aprovados pelo PNLEM 2008 e PNLD 2012 (Tabela 1) separando os textos que se relacionavam com o tema Efeito Estufa. Em seguida foi feita uma releitura nos textos selecionados a fim de responder as seguintes questões de pesquisa: (1) Quais gases, atribuídos pelos autores, são capazes de absorver radiação e por que o fazem? (2) Quais as fontes emissoras desses gases? (3) São feitas proposições de métodos paliativos ou soluções para uma possível mudança climática?

Tabela 1.
Livros aprovados pelo PNLEM 2008 e PNLD 2012.

| PNLEM 2008 |
|---|
| Bianchi, J. C. De A.; Abrecht, C.H.; Maia, D. J. (2005). Universo da Química. 1ª Edição. Editora FTD S/A, volume único. |
| Canto, E. L.; M. Peruzzo, F. M. (2005). Química na abordagem do cotidiano. 3ª Edição. Editora Moderna, Volumes 1,2 e 3. |
| Feltre, R. (2005). Química. 6ª Edição-Editora Moderna, volumes 1, 2 e 3. |
| Nóbrega, O. S.; Silva, E. R.; Silva, R. H.(2005). Química. 1ª Edição. Editora Ática. Volume único. |
| Santos, W. L. P. Dos; Castro, E. N. F. De; Silva, G. De S.; Mól, G. De S; Matsunuga, R. T.; Farias, S. B. F; Santos, S. M. De O.; Dib, S. M. F. (2005). Química e Sociedade. 1ª Edição. Editora Nova Geração. Volumes 1, 2 e 3. |
| Mortimer, E. F.; Machado, A. H. (2005). Química. 1ª Edição. Editora Scipione. Volume único. |
| PNLEM 2012 |
| Canto, E. L. Do; Peruzzo, F. M.(2010). Química na abordagem do cotidiano. 4ª Edição. Editora Moderna. Volumes 1,2 e 3. |
| Lisboa, J. C. F. Ser protagonista química. (2010). 1ª Edição. Edições SM. Volumes 1, 2 e 3. |
| Mortimer, E. F.; Machado, A. H. Química. (2011). 1ª Edição. Editora Scipione. Volumes 1,2 e 3. |
| Reis, M. Química-Meio Ambiente- Cidadania-Tecnologia (2010). 1ª Edição. Editora FTD. Volumes 1,2 e 3. |
| Santos, W. L. P. Dos; Castro, E. N. F. De ; Silva, G. De S.; Mól, G. De S; Matsunuga, R. T.; Farias, S. B. F; Santos, S. M. De O.; Dib, S. M. F. (2010). 1ª Edição. Editora Nova Geração. Volumes 1,2 E 3. |

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Questão 1: Os livros aprovados pelo PNLEM 2008 e PNLD 2012 citam vários gases denominados estufa, além de partículas em suspensão (PS) (Tabela 2).

Tabela 2.
Gases que absorvem radiação segundo os livros didáticos
de Química aprovados pelo PNLEM 2008 e PNLD 2012 e suas fontes.

| PROGRAMA Autores | PNLEM 2008 | | | | | | PNLD 2012 | | | | |
|---|------------|--------|-------|---------|---------|----------|-----------|----------|-------|------|--------|
| | Santos | Feltre | Canto | Bianchi | Nóbrega | Mortimer | Santos | Mortimer | Canto | Reis | Lisboa |
| Gases ou partículas | | | | | | | | | | | |
| N ₂ O - (óxido de di-nitrogênio) | | | | | | | N,A | | | | |
| CO ₂ - (dióxido de carbono) | N,A | A | A | A | A | | A | A | A | N,A | N,A |
| H ₂ O - (água) | | | | | | | | | | | |
| CH ₄ - (metano) | | | | | N,A | | N,A | N,A | | N,A | A |
| PS - (partículas em suspensão) | | | | | | | | | | | |
| NO _x - (óxidos de nitrogênio) | | | | | N | | | | | | |
| CO - (monóxido de carbono) | | | | | | | | | | | |
| O ₃ - (ozônio) | | | | | | | | | | | |
| CFCs - (clorofluorcarbonos) | | | | | A | | A | | | | |
| HCFCs- (hidroclorofluorcarbonetos) | | | | | | | | | | | |
| HCNM - (hidrocarbonetos não metânicos) | | | | | | | | N,A | | | |
| C ₂ F ₆ - (hexafluoroetano) | | | | | | | | | | | |
| SF ₆ - (hexafluoreto de enxofre) | | | | | | | | | | | |

Legenda : Gases Citados pelos respectivos autores
N : Emissão de origem natural
A : Emissão de origem antrópica

Conforme dados da Tabela 2, destacam-se pela variedade de gases estufa citada, Santos (2005, 2010), Feltre (2005) e Mortimer (2011) e no outro extremo Bianchi (2005) que aponta apenas o dióxido de carbono e o ozônio.

Bianchi (2005) além de se referir somente a dois gases discorre sobre os mesmos de forma confusa:

É essa atmosfera que nos protege dos temíveis raios ultravioleta por meio do ozônio, que, como o gás carbônico, envolve o planeta, produzindo o efeito estufa, permitindo que tenhamos temperaturas agradáveis (Bianchi, 2005).

Sua abordagem pode resultar em uma aprendizagem equivocada, pois não diferencia os fenômenos que ocorrem na camada de ozônio dos associados ao aumento da concentração de CO₂ na atmosfera.

A água apesar de ser o gás estufa mais abundante na atmosfera não é citada por Bianchi (2005), Nóbrega (2005) e Lisboa (2010).

Os três autores desconsideram a água, mas destacaram o CO₂, mesmo este estando em uma proporção inferior a 1% da composição atmosférica. A ênfase dada ao CO₂ é um indício de que há uma confusão entre a teoria do efeito estufa natural e a teoria do aquecimento global.

Mortimer (2011), ao contrário, é o autor que deixa mais clara a importância da presença da água para o efeito estufa natural:

Grande parte do efeito estufa “natural” se deve a presença da água na atmosfera: vapor de água (85%) e gotículas de água líquida (12%) (Mortimer, 2011).

Mostrar a diversidade dos gases capazes de absorver o infravermelho é importante. Entretanto explicar porque esses gases absorvem enquanto outros como o O₂ não o fazem é, conceitualmente, ainda mais. Porém o que deveria ser usual apareceu em raros momentos, pois de todos os livros analisados apenas Nóbrega (2005) e Mortimer (2011) discorreram sobre o aspecto físico-químico da absorção:

(...) são as deformações sofridas pelas moléculas de gás carbônico e as rotações dos seus átomos os responsáveis pela absorção da radiação infravermelha (Nóbrega, 2005).

Apenas quando a frequência da radiação eletromagnética coincidir com uma das frequências naturais de vibração da molécula ela irá absorver essa radiação (Mortimer, 2011).

Outros gases presentes na atmosfera, por sua natureza química, principalmente estrutura molecular, absorvem uma fração significativa da radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre (Mortimer, 2011).

Apesar de Mortimer explicar que os gases absorvem devido a sua natureza química, principalmente estrutura molecular, ele não esclarece o que é essa natureza química, ou qual característica confere a essa estrutura a capacidade de absorver radiação. O autor poderia ter acrescentado que as moléculas hábeis a absorverem radiação infravermelha precisam ter um momento de dipolo induzido não nulo. Agregar essa informação fornece a oportunidade de trabalhar o conceito de momento de dipolo e geometria molecular de forma contextualizada.

Questão 2: A importância de conhecer a origem dos gases está na identificação de quais dessas emissões podem ser controladas (Lobato, 2009) e em permitir discussões sobre as atividades, humanas ou não, geradoras de gases estufa.

Apesar dos trabalhos (Lobato, 2009; Silva, 2009) afirmarem que o livro de Canto (2005) não cita a fonte dos gases poluentes, este atribui o aumento da concentração de CO_2 à queima de combustíveis fósseis e a queimadas.

A seguir, são apresentados alguns exemplos das fontes dos gases estufa provenientes de atividades naturais (N) e antrópicas (A), citadas pelos livros analisados:

N: CO_2 - Emissões vulcânicas (Santos, 2005; Reis, 2010; Lisboa, 2010). CH_4 - Decomposição da matéria orgânica (Nóbrega, 2005; Mortimer 2011).

A: CO_2 - Queima de combustíveis fósseis (Santos, 2005; Feltre, 2005; Canto, 2005; Nóbrega, 2005; Santos, 2010; Mortimer, 2011; Canto, 2010; Reis, 2010; Lisboa, 2010; Bianchi, 2005). CH_4 - Pecuária (Nóbrega, 2005; Santos, 2010; Mortimer, 2011; Reis, 2010; Lisboa, 2010).

Analisando a Tabela 2 podemos perceber que o gás com o maior número (em proporção) de citações como fonte natural é o metano (CH_4). Isso aconteceu porque consideramos o metano procedente dos animais ruminantes como fonte antrópica e natural. Porém cabe ressaltar que os ruminantes domésticos produzem mais gases do que os selvagens. Apesar de alguns dos livros analisados citarem uma diversidade de gases estufa, de maneira geral não apresentam as fontes emissoras dos mesmos. Além disso, houve uma preferência em discorrer sobre os de procedência antrópica, o que é ainda mais enfático nas ilustrações (Figura 1). Apenas Mortimer (2011) ilustra seu discurso com fontes naturais.

No geral, os livros consideram que estamos vivendo um período de intensificação do efeito estufa resultante das emissões de poluentes pelo homem, dos quais o CO_2 é o principal. Essa ênfase às atividades humanas e, em especial aquelas que produzem CO_2 , explica porque entre os gases estufa este foi unanimemente citado (Tabela 2).

Apesar da unânime atribuição antrópica as possíveis mudanças climáticas, Mortimer (2011) e Nóbrega (2005) ponderam que fatores naturais podem se sobrepor a ação humana:

Alguns climatologistas defendem que existem fatores naturais sobrepostos à ação humana e que seriam esses os responsáveis pelo aquecimento em escala planetária nesse período (Mortimer, 2011 v.3).

Mortimer (2011) não apenas cita os fatores naturais como constrói argumentos sobre as incertezas do aquecimento global. Mas a despeito da tentativa de imparcialidade, essa versão não prevalece ao longo do texto.

O aumento da concentração de CO_2 na atmosfera (...) está associado claramente ao aumento do efeito estufa, que pode resultar no aquecimento global do planeta (Mortimer, 2011 v.2).

Apesar de saberem o quão controversa é a questão, todos os autores cometeram algum deslize. É possível que a razão para essa ambiguidade no discurso esteja no fato de o livro ser escrito por várias mãos ou por ser forte a vertente, nos meios de comunicação, que aponta o homem como causador das altas emissões de CO₂.

Assim ao falar sobre a intensificação do efeito estufa, o primeiro e às vezes único gás citado é o CO₂ (Tabela 2), o que explica o fato de todos os autores o citarem como potencial responsável pelo aquecimento global. Abordagens assim levam, quase que inevitavelmente, à conclusão de que apenas a ação humana é capaz de alterar a temperatura do planeta, ainda que não seja esta a intenção do(s) autor(es) :

CO₂ tem aumentado desde a revolução industrial, se a taxa de emissão for mantida a temperatura aumentará em 0,3 graus por década (...) (Bianchi, 2005).

Ao induzirem o aluno a relacionar as emissões humanas de CO₂ com um possível aquecimento global era de se esperar que os autores propusessem métodos paliativos ou instigassem os alunos a debaterem sobre atitudes sustentáveis, o que não é feito. Como será discutido no próximo item.

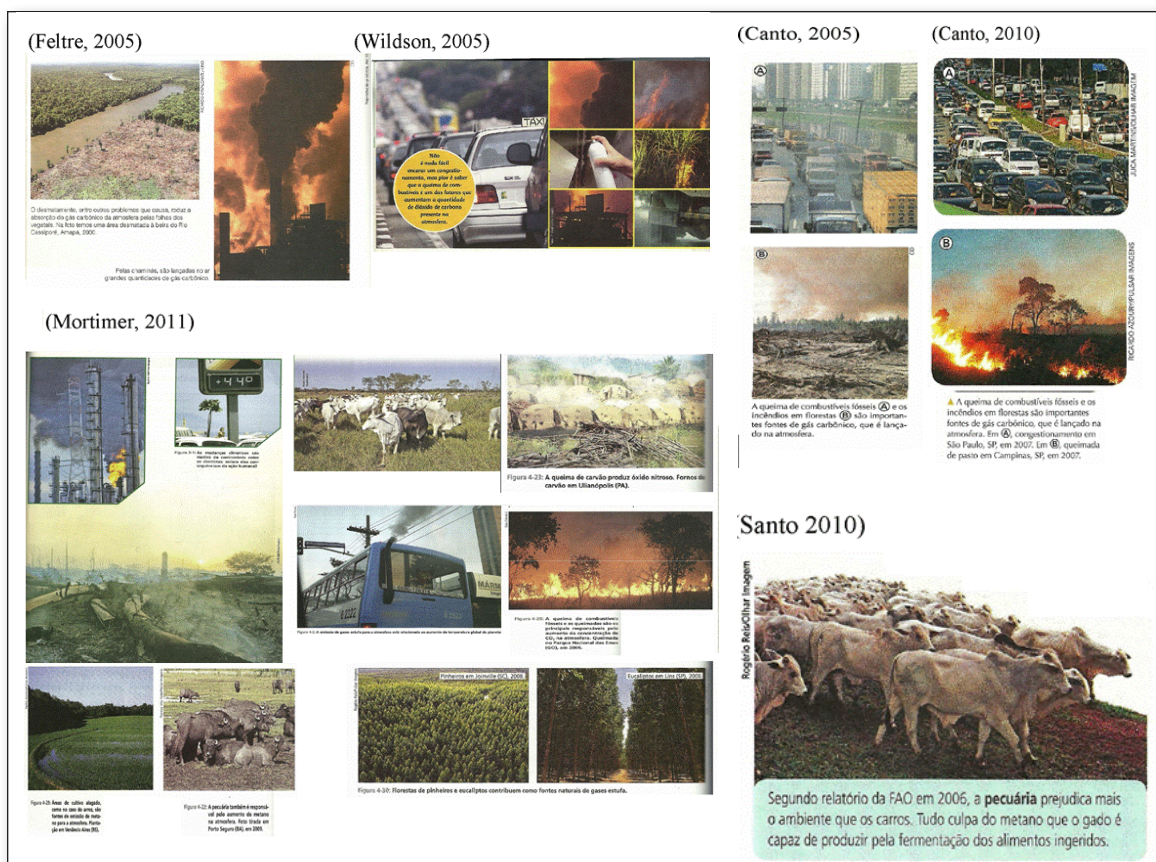


Fig. 1. Ilustração das fontes dos gases estufa segundo os livros aprovados pelo PNLEM 2008 e PNLD 2012

Questão 3: Das onze coleções de livros analisadas somente cinco (Feltre, 2005; Bianchi, 2005; Mortimer, 2011; Lisboa, 2010; Santos, 2010) indicam algumas alternativas:

(...) produção e uso mais eficiente e racional de matéria e energia, eliminação de todo e qualquer desperdício (Feltre, 2005).

(...) a plantação de grandes florestas que servirão como verdadeiros “ralos” de dióxido de carbono (Bianchi, 2005).

A utilização de analogia entre o processo de absorção de CO₂ pelas plantas com o funcionamento de ‘ralos’ pode induzir o leitor a acreditar que o CO₂ absorvido

na respiração vegetal não voltará à troposfera, o que consiste em erro conceitual, pois na etapa escura da fotossíntese CO₂ é emitido. Nesse sentido, não são feitos esclarecimentos sobre o significado de biomassa e nem mesmo do processo de sua biossíntese, o que poderia esclarecer melhor as afirmações bastante difundidas de que as florestas apenas capturam gás carbono da atmosfera. Esclarecimentos como esse permitem ao aluno concluir que se em algum momento essas plantas forem queimadas todo o CO₂ acumulado será devolvido para a atmosfera.

Mortimer (2011) fala sobre a necessidade de se buscar outras fontes de energia como a nuclear, mas alerta para o risco, exemplificando com o acidente de Chernobyl.

Lisboa (2010) cita a fotossíntese como forma de reduzir a concentração de CO₂ na atmosfera e Santos (2010) além da fotossíntese, sugere a reciclagem, energia solar e alerta para a possibilidade de se dirigir de forma mais eficiente, porém não explica o que é uma direção eficiente. O autor poderia esclarecer que atualmente, alguns carros indicam o consumo de combustível, em km/L, o que pode ajudar o motorista a optar por uma direção mais inteligente, ou ainda, explicar que mesmo para os carros antigos há medidas plausíveis, como evitar altas rotações do motor (popularmente conhecido como “esticar a marcha”).

CONCLUSÃO

Os livros aprovados pelo PNLEM 2008 e PNLD 2012 discorrem sobre uma gama de gases denominados estufa e apresentam algumas de suas fontes, sendo que na maioria das vezes a ação antrópica é valorizada. Entretanto alguns autores (Lisboa, 2010; Bianchi, 2005; Nóbrega, 2005) não citam o principal gás estufa, a água. Além disso, somente Nóbrega (2005) e Mortimer (2011) explicam porque os gases absorvem energia na região do infravermelho. Todos os autores, mesmo os que tentam ser imparciais, em algum momento atribuem ao CO₂ e ao homem a culpa pela exacerbação do efeito estufa e conseqüentemente do aquecimento global. Ponderações mais coerentes com a aprendizagem conceitual também são feitas, mas somente por Feltre (2005), Mortimer (2011), Bianchi (2005), Santos (2010) e Lisboa (2010), que falam sobre os métodos paliativos e/ou mitigadores dos gases estufa. É importante destacar que citar fontes e culpados pelas emissões nos livros didáticos deveria ser apenas o início de uma discussão sobre uma questão de interesse de todos e, especialmente, de educadores. Nesse sentido, é preciso incentivar o aluno a discutir sobre sua postura, incluindo os hábitos de consumo, diante dos problemas ambientais, trabalhando assim seu pensamento crítico a nível local/global como sugerem as pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brownlee, M. T. J. ; Powell, R. B.; Hallo, J. C. (2013). A review of the foundational processes that influence beliefs in climate change: opportunities for environmental education research. *Environmental Education Research*. 19 (1), pp. 1-20.
- Lobato, A.C.; Silva, C. N. Da; Lago, R. M.; Cardeal, Z. De L.; Quadros, A. L. De (2009). Dirigindo o olhar para o efeito estufa nos livros didáticos de ensino médio: é simples entender esse fenômeno? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 11 (1), pp. 7-22.
- Mayer, M. (1998). Educación Ambiental: de la acción a la investigación. *Enseñanza de las ciencias*.16 (2), pp. 217-231.
- Sauvé, L.; Orellana, I. (2008). Conjuguer rigueur, équité, créativité et amour: L` exigence de la criticité en éducation relative à l`environnement, *Texte éditorial, Éducation relative à l`environnement-Regards, Recherches, Réflexions*, 7, pp.7-20.