

AQUECIMENTO GLOBAL NO LIVRO DIDÁTICOS DE FÍSICA

Marcos José Marques Pinho Souza¹, Francisco Claudio Lima Gomes²

¹ Estudante Campus Gurupi – IFTO. e-mail: marcosjm17@hotmail.com

² Professor Mestre do Campus Gurupi – IFTO. e-mail: fclgomes@ifto.edu.br

Resumo: O tema mudanças climáticas é complexo e possibilita o trabalho transdisciplinar. Este trabalho analisa textos complementares de livros de Física em relação ao reconhecimento da complexidade dessa temática. Verificou-se que a maioria dos textos não contemplam dimensões importantes do fenômeno aquecimento global, como considerar a atmosfera um sistema complexo, considerar o lado político listando os países que mais emitem gases de efeito estufa ou os que mais sofreram as consequências e discutindo sobre consequências como a extinção de espécies. Além disso, a simplicidade dos textos não contribuem para a compreensão ampla da dinâmica deste problema.

Palavras-chave: Mudanças climáticas, livro didático, abordagem complexa

1. INTRODUÇÃO

O tópico aquecimento global (AG) é importante e se apresenta com as seguintes características: afeta a todos, tem efeito de longo prazo, seu processo é complexo e seu contexto envolve área econômica, política, social, tecnológica e institucional. Não há como tratar o tema sem considerar riscos e incertezas (COSTA, 2004).

Do ponto de vista educativo, este tema é rico porque apresenta o potencial de engajamento de todas as disciplinas. Dito isso, é necessário que se avalie como são apresentados os textos complementares nos livros didáticos sobre o tópico (AG). A ideia surgiu quando as editoras enviaram exemplares de livros didáticos na campanha do Programa Nacional do Livro Didático (PNELEM) 2015.

Os textos enriquecem o conteúdo trabalhado em sala de aulas, pois podem oferecer uma visão mais ampla de situações ou problemas. As perguntas que surgem são: os textos apresentados nos livros são suficientes para que o estudante compreenda a complexidade do aquecimento global? Os textos contemplam o máximo de dimensões possíveis como abordagem a histórica, consequências sociais ou ambientais, questões econômicas, etc.?

Inicialmente, ainda na introdução, serão tecidos comentários sobre (AG) no intuito de contextualizar o tema em estudo, apresentar conceitos e situar no tempo pensadores ou fenômenos ligados ao tema em questão. Em materiais e métodos serão apresentados os livros estudados e que subsidiam este trabalho bem como perguntas sobre a qualidade dos textos complementares nos livros didáticos de Física. Em resultado e discussão procura-se responder se a perguntas levantadas em materiais e métodos. A escrita que segue até o final da introdução tem o intuito de apresentar ou contextualizar o tema (AG) e seus termos e, também, falar da abordagem complexa.

As frequências do espectro visível ou superiores não são barradas pela atmosfera, a exceção do ultravioleta pelo ozônio. Quando essas radiações interagem com a superfície são absorvidas e emitem infravermelho, que são conhecidas como ondas de calor. Alguns gases como o dióxido de carbono e o metano entre outros bloqueiam as ondas de infravermelho e, com isso, conservam a temperatura da Terra em torno de 30°C acima da temperatura que ocorreria sem o efeito estufa beneficiando a vida nesse processo (DE LIMA, 2010).

O que é considerado aquecimento global é o aquecimento gradual da atmosfera terrestre. Esse aquecimento pode provocar mudanças climáticas no planeta Terra como alterações no padrão das chuvas, em correntes oceânicas, intensidade e distribuição de ventos. É um fenômeno complexo que ocorre no ambiente biológico e físico (GHINI, 2005). Trata-se de um desafio de convívio sustentável entre o homem e o planeta (COSTA, 2004).

Em 1827 Jean-Baptiste Joseph Fourier (1768 - 1830) sugeriu que o aquecimento da superfície terrestre ocorria pelo efeito estufa e Svante Arrhenius (1859 - 1927) alertou para o aumento de temperatura a partir da modificação atmosférica pelo aumento da concentração de CO₂ oriunda da atividade nas indústrias. Foi apenas na década de 70 do século xx que a comunidade internacional passou a observar com mais atenção este fato (COSTA, 2004).

O fenômeno do (AG) tem ocorrido por fatores naturais. Geologicamente é comum que a Terra se aqueça entre eras glaciais devido, também, a deriva dos continentes que pode modificar o relevo, as correntes de ar ou de águas e conseqüentemente contribuir em modificações climáticas locais ou globais (EEROLA, 2003). O geólogos pesquisam e encontram combustíveis fósseis mas também buscam os registros de milhares, milhões ou até bilhões de anos da história de nosso planeta incrustado em pedras sedimentares. O estudo da composição atmosférica permite estimar como se deram esses ciclos passados de alterações de temperatura na superfície do planeta. Alguns geólogos não consideram que o aumento da temperatura global se dê pela atividade humana, alguns sustentam que é um fenômeno natural. Tem havido alternância entre períodos estáveis, de glaciação e períodos quentes nos quais muitas espécies forma extintas nesse processo, houve desertificações em regiões continentais (EEROLA, 2003).

Alguns gases causadores do efeito estufa são o metano(CH₄), o dióxido de carbono(CO₂), o monóxido de carbono(CO), óxido nitroso(N₂O), óxidos de nitrogênio(NO_x) e vapor d'água. Todos esses são liberados para a atmosfera na atividade agrícola (DE LIMA, 2010). Parte do metano vem da fermentação entérica em ruminantes, tratamento anaeróbico de resíduos animais, inundação em lavouras de arroz e queima de biomassa, que também emite o monóxido de carbono e o dióxido de carbono (DE LIMA, 2010). O uso de fertilizantes, a fixação biológica de nitrogênio, dejetos animais e queima de resíduos agrícolas liberam o N₂O (DE LIMA, 2010).

Alguns efeitos já são percebidos como alteração no suprimento de água doce, aumento de nível do mar, aumento da intensidade e da frequência em chuvas, tempestades, neves ou ressecamento do solo (GHINI, 2005). A agricultura, que depende de fatores como umidade, temperatura, radiação solar ou pluviosidade, sofreria grande impacto com conseqüente redução na produção de grãos (DE LIMA, 2010). Além da agricultura, as atividades industriais e os meios de transportes emitem muitos gases de efeito estufa. É necessário que a escola promova o debate deste tema para que o maior número possível de pessoas possa participar da solução ou amenização do problema. É um problema complexo que exige uma abordagem mais completa que a abordagem clássica de linearidade.

A abordagem complexa vem ganhando força. Trata-se do reconhecimento que os pressupostos de causalidade e linearidade não são suficientes de sistemas dinâmicos como os sociais ou, especificamente, o sistema climático (DOS SANTOS, 2013). Nos modelos complexos não há distinção entre variáveis dependentes e independentes, pois a relação entre elas é de interação e assim os efeitos não são proporcionais às causas. Pequenas variações podem gerar resultados diversos após muitas interações o que torna muito difícil fazer previsões de longo prazo. Dessa forma os modelos complexos são probabilísticos e não determinísticos em essência. Os modelos complexos não apresentam um ponto de equilíbrio e sim um processo de desequilíbrio dinâmico (DE SOUZA LIMA et al., 2010). É preciso considerar outras características além da ordem, da separabilidade e da lógica como os conceitos de caoticidade, fractalidade, catastrofismo e auto-organização (DOS SANTOS, 2013). Espera-se que os textos considerem a transdisciplinaridade como grau máximo na interconexão de conteúdos para que o conhecimento seja tecido de forma mais coerente com a realidade a ser estudada (TORRES P, 2014).

Procurou-se analisar os livros didáticos de Física. O objetivo deste estudo foi verificar se os textos complementares contemplam o máximo de tópicos possível na abordagem relativa ao tema (AG) conforme perguntas constantes em materiais e métodos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente procedeu-se à leitura de artigos científicos relativos ao tema (AG), que estão listados nas referências. Isso possibilitou a elaboração de dez perguntas parâmetros (PPA) para verificar se os textos complementares contemplam os tópicos levantados por elas. As dez perguntas foram: A: *Considerou-se o caráter benéfico que o efeito estufa representa?*; B: *Apresentou evidências para a hipótese de aquecimento global?* C: *Apresentou dados sobre a concentração de gases do efeito ao longo do tempo?* D: *Discute uma ou mais consequências do efeito estufa?* E: *Apresenta projeções sobre a extinção de espécies animais ou vegetais?* F: *Lista os principais países emissores de gases de efeito estufa?* G: *Lista os países que seriam mais afetados pelas consequências do aquecimento global?* H: *Apresenta simulação de quanto a temperatura média aumentaria nos próximos 50 ou 100 anos?* I: *Discute possíveis soluções ou formas de amenizar as possíveis consequência do efeito estufa?* J: *Apresenta a hipótese do aquecimento global como complexa?*

Foram analisados sete livros de Física do 2ºano do Ensino Médio, encaminhados ao Campus do IFTO Gurupi pelas editoras na campanha para escolha de livro didático para o período 2015 a 2017 (PNELEM), buscando textos que tratassem do problema (AG). Os textos complementares apresentam o potencial para disponibilizar informações complementares, estabelecer ligações entre disciplinas do currículo de ensino médio e apresentar abordagens diferentes da clássica com seus pressupostos de linearidade ou fragmentação do objeto. Os livros são (SANT'ANNA et al.,2013), (YAMAMOTO;FUKE, 2013), (TORRES C.c et al., 2013), (ARTRUSO; WRUBLEWSKY, 2013), (OLIVEIRA et al., 2013), (LUZ; ALVARES,2014) e (BÔAS; DOCA;BISCUOLA, 2013) e todos constam nas referências. Os textos complementares estudados foram: *A física por trás das mudanças climáticas* (COLLINS et al. APUD ARTRUSO; WRUBLEWSKY, 2013); *Dez soluções para a mudança climática.* (ARTRUSO; WRUBLEWSKY, 2013) *O efeito estufa na Terra* (SANT'ANNA et al.,2013); *A temperatura esta aumentando* (SANT'ANNA et al.,2013); *O efeito estufa* (YAMAMOTO;FUKE, 2013); *O planeta como uma grande estufa* (LUZ; ALVARES,2014); *Aquecimento global do planeta* (LUZ; ALVARES,2014) e *Perguntas & Respostas - Aquecimento Global* (BÔAS; DOCA; BISCUOLA, 2013). Tais textos foram encontrados, a maioria, ao final do capítulo referente à transmissão de calor. As à exceções forma os textos *Dez soluções para a mudança climática* e *A física por trás das mudanças climáticas* que estavam localizados na seção de apoio ao professor, no livro (ARTRUSO; WRUBLEWSKY, 2013).

Os textos complementares foram lidos e, em seguida, contou-se quantos faziam referência ao que foi levantado pela pergunta A, depois quantos mencionaram o que havia na pergunta B, e assim seguidamente para todas as perguntas. Depois elaborou-se um gráfico com o percentual de textos que contemplaram o que havia sido levantado por cada pergunta.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

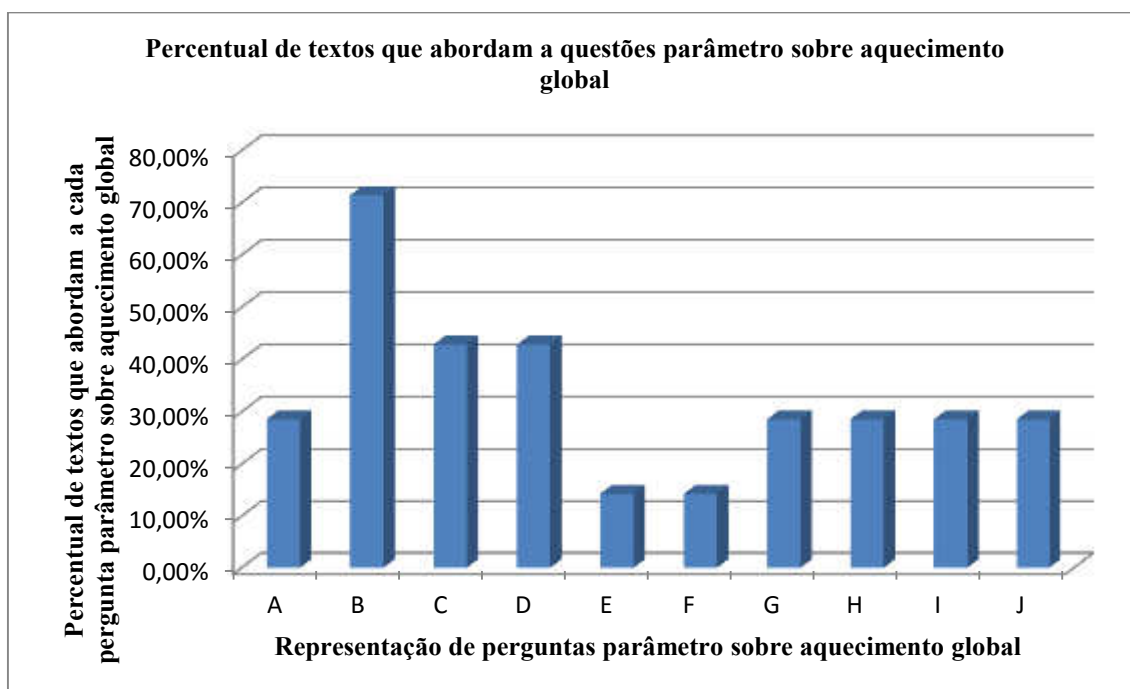
O texto, como ferramenta didática, pode se prestar a contextualizar o conteúdo trabalhado em sala de aula ou laboratório, proporcionar ao estudante análises a partir de disciplinas diferentes, relatar o histórico ou personagens principais da construção do tema em questão e principalmente conhecer e considerar hipótese pouco difundidas ou abordagens originais.

Em relação a pergunta A (Considerou-se o caráter benéfico que o efeito estufa representa?) dois livros apresentam texto com referência ao benefício do efeito estufa , isto representa 28,57% dos livros analisados. O fato de alguns textos de livros didáticos não considerarem comentário sobre fato da importância do efeito estufa gera prejuízo ao pleno conhecimento do tema. A possibilidade de um professor poder complementar esta informação não diminui a responsabilidade dos autores em buscar levar as informações de forma completa e relevante. Espera-se que os estudantes possam debater temas de forma plena, tendo subsídios para formular raciocínio e discurso. Além disso, ao considerar que o (AG) é natural no planeta

Terra e ocorre há muito tempo o estudante pode perceber que há outras causas além da atividade industrial e a mobilidade por queima de combustíveis fosseis como as erupções vulcânicas, o ritmo de atividade solar entre outros. Apenas dois livros consideraram causas não relacionadas as atividades humanas, ou seja, causas não antrópicas do efeito estufa conforme gráfico 1 mostrado abaixo.

Para a pergunta B (Apresentou evidências para a hipótese de aquecimento global?) cinco livros apresentaram texto com resposta positiva a esta pergunta o que representa 71,43% dos livros analisados conforme gráfico 1. Entre as evidências apresentadas estão o incremento de temperatura nos últimos 50 anos e o histórico de concentração desses gases na atmosfera, elevação do nível dos oceanos entre 10 e 20 cm, perda de 40% da cobertura de gelo nas ultimas décadas e a diferença entre a temperatura da superfície e a temperatura da troposfera terrestre. É importante que as discussões promovidas em sala tenham por base os dados coletados e disponibilizados pela comunidade científica. Uma aula de ciências naturais muitas vezes se apresenta como pesquisa bibliográfica que ajuda no processo de iniciação científica dos estudantes, dessa forma é de extrema importância que os textos não só tragam informações mas promovam o debate a partir da apresentação de evidências que sustentem hipóteses em discussão.

Abaixo é apresentado o gráfico 1 que foi gerado a partir do percentual de livros que abordam cada uma das questões levantadas.



Em relação a pergunta C (Apresentou dados sobre a concentração de gases do efeito estufa ao longo do tempo?) foram encontradas 3 referências o que corresponde a 42,86% dos livros analisados conforme gráfico 1. A razão para esta pergunta era verificar a extensão do histórico apresentados pelos textos. É possível que alguns textos tratem o (AG) a partir da Revolução Industrial muito embora os geólogos apresentem evidências de sua ocorrência em diversas Eras, além do mais alguns textos fazem referência a penas ao CO₂ (dióxido de carbono) esquecendo de outros atores como o (CH₄) metano.

Para a pergunta D (Discute uma ou mais consequências do efeito estufa?) foram encontradas 3 referências, que representa 42,86% dos livros pesquisados, em consonância com o gráfico 1. São muitas as consequências como alagamento de áreas costeiras, prejuízos na

atividade agrícola, comprometimento do equilíbrio em ecossistemas entre outros. Constatase que muitos textos não abordam este relevante tópico. A importância da discussão das consequências do (AG) pode favorecer a tomada de consciência dos estudantes como afetados por esse problema e como participantes para a solução ou atenuação desse fenômeno.

A pergunta E (Apresenta projeções sobre a extinção de espécies animais ou vegetais?) encontra apenas uma referência, isto representa 14,29% dos livros estudados em consonância com o gráfico 1. Este certamente é o mais impactante dos efeitos do aquecimento global, pois a vida é sensível ao aquecimento e há risco de um desequilíbrio no esquema de cadeia alimentar.

Para a pergunta F (Lista os principais países emissores de gases de efeito estufa?) também foi encontrada uma referência o que corresponde a 14,29% dos livros analisados conforme gráfico 1. Essa informação leva ao questionamento e discussão do tema pelo viés político e, por isso, seria de extrema importante que não fosse omitido. Tem havido resistência de alguns países poluidores em assinar acordos de diminuição de emissão de gases de efeito estufa.

A pergunta G (Lista os países que seriam mais afetados pelas consequências do aquecimento global?) encontrou citação em dois textos, isto é, em 28,57% dos livros em acordo com o gráfico 1. Aqui se busca a discussão a partir da ótica social, de possíveis consequências como submersão de países ou parte de países litorâneos que poderá gerar enormes correntes migratórias.

Para a pergunta H (Apresenta simulação de quanto a temperatura média aumentaria nos próximos 50 ou 100 anos?) houve duas respostas, 28,57% abordaram, como representado no gráfico 1. É importante se preparar, planeja e isto pode ser feito por modelagem que são ajustadas conforme mais dados alimentam os modelos de projeção. A importância aqui reside na discussão sobre os modelos de realidade e seus limites. De toda forma é importante tanto a estimativa do incremento de temperatura para que a humanidade possa se preparar melhor como é importante discutir como são feitas as modelagens com base na matemática, na computação etc.

A pergunta I (Discute possíveis soluções ou formas de amenizar as possíveis consequências do efeito estufa?) houve 2 referências que representa 28,57% da amostra analisada, conforme representação no gráfico 1. As sugestões são as mais variadas indo da eficiência no transporte público à emissão de gases que bloquem parte da radiação solar incidente. Este tópico convida o estudante a pensar como resolver problemas gerados pelo (AG).

Por ultimo a pergunta J (Apresenta a hipótese do aquecimento global como complexa?) também teve 2 referências que em porcentagem é 28,57% de acordo com o gráfico 1. Muitos textos tratam o aquecimento global comparando o planeta Terra a uma enorme estufa. Para o efeito estufa, estudado na Física, a comparação é válida. O problema é que muitos livros não fazem a ressalva que a atmosfera terrestre não pode ser tratada por uma simplificação como a comparação com uma estufa, pois apresenta dinâmica bem mais complexa. A dinâmica das correntes marítimas, as glaciações, as erupções vulcânicas, as tempestades solares tornam a atmosfera bem mais complicada que uma simples estufa. Este item apresenta uma oportunidade de discutir a abordagem complexa visto que os procedimentos clássicos não mais conseguem descrever a realidade de forma satisfatória.

4. CONCLUSÕES

Pela análise dos texto verifica-se que muitos tópicos relevantes não são apresentados nos textos complementares dos livros didáticos de Física e quando apresentados alguns são abordados de forma superficial. A exceção de dois textos, o tema foi tratado de forma simplificada desconsiderando a complexidade do sistema climático. Muitos textos comparam a Terra a uma estufa simplesmente e desconsideram a dinâmica de sua atmosfera.

Fica claro que, para o professor promover um debate entre seus alunos sobre mudanças climáticas, é necessário considerar vários livros, vários textos, pois a escolha de apenas um acarreta em risco de desconsiderar tópicos importantes na discussão.

É importante que os livros de Física ou demais Ciências da Natureza sejam analisados para que as discussões em sala sejam mais completas.

REFERÊNCIAS

ARTRUSO, Alysso Ramos; WRUBLEWSKY, Marlon. **FÍSICA**. 1ª ed. Curitiba: Positivo, 2013. v.2.

BÔAS, Newton Vilas; DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José. **FÍSICA 2 – termologia – ondulatória – óptica**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

COLLINS, William et al. **A Física por trás das mudanças climáticas**. Scientific American Brasil. Disponível em:

http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/a_fisica_por_tras_das_mudancas_climaticas.html

Acesso em 20/09/2015.

COSTA, Paulo de Oliveira. Resposta político-econômica às mudanças climáticas: origens, situação atual e incertezas do mercado de créditos de carbono. 2004.

DE LIMA, Magda Aparecida. Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: caracterização do problema, oportunidades e desafios. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 19, n. 3, p. 451-472, 2002.

DE SOUZA LIMA, Lidia Valéria et al. Inovação, complexidade e aprendizagem: um ensaio sobre religar saberes. **Revista ADM. MADE**, v. 14, n. 2, p. 110-120, 2010.

DOS SANTOS, Samuel Steiner. Complexas cidades: qual planejamento urbano na perspectiva da teoria da complexidade?. **Anais: Encontros Nacionais da ANPUR**, v. 15, 2013.

EEROLA, Toni Tapani. Mudanças climáticas globais: passado, presente e futuro. **Fórum de ecologia–mudanças climáticas: passado, presente e futuro**. Instituto de Ecologia Política, Universidade do Estado de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

GHINI, Raquel. Mudanças climáticas globais e doenças de plantas. **Embrapa Meio Ambiente- Livros científicos (ALICE)**, 2005.

LUZ, Antônio Máximo Riberio da; ALVARES, Beatriz Alvarenga. **FÍSICA - contexto e aplicações**. 1ª ed. São Paulo: Scipione, 2014. v. 2.

OLIVERA, Maurício Pietrocola Pinto de et al. **FÍSICA - conceitos e contextos**. 1ª ed. São Paulo: FTD, 2013. v. 2.

Perguntas e Respostas – Aquecimento Global. Disponível em: http://veja.abril.com.br/idade/exclusivo/perguntas_respostas/aquecimento_global/ . Acessado em 20/09/2015.

SANT’ANNA, Blaidi; REIS, Hugo Carneiro; MARTINI, Gloria; SPINELLI, Walter. Conexões com a Física. São Paulo: Moderna, 2013. v.1, 2 e 3.



TORRES, Carlos Magno A. et al. **FÍSICA - Ciência e Tecnologia**. 3º ed. São Paulo: Moderna, 2013. V.2.

TORRES, Patrícia Lupion, org. **Complexidade: redes e conexões na produção do conhecimento**. Curitiba : SENAR - PR., 2014.

YAMAMOTO, Kazuhito;FUKE, Luiz Felipe. **Física para o Ensino Médio**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. v. 2.