

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO NORTE
IFRN *CAMPUS* SANTA CRUZ
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

MÁRCIA REJANE DOS SANTOS GOMES MAIA

**O ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DAS QUESTÕES AMBIENTAIS: UMA
PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA A SALA DE AULA**

SANTA CRUZ - RN

2021

MÁRCIA REJANE DOS SANTOS GOMES MAIA

**O ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DAS QUESTÕES AMBIENTAIS: UMA
PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA A SALA DE AULA**

Monografia apresentada como Trabalho de Conclusão de Curso ao Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte *Campus* Santa Cruz, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Me. Roney Roberto de Melo
Sousa

SANTA CRUZ - RN

2021

Divisão de Serviços Técnicos.
Catalogação da publicação na fonte.
IFRN/SC / Biblioteca Mons. Raimundo Gomes Barbosa

Maia, Márcia Rejane dos Santos Gomes

O ensino de física no contexto das questões ambientais: uma proposta experimental para a sala de aula / Márcia Rejane dos Santos Gomes Maia - Santa Cruz, 2021.
41 f.

Orientador: Prof. Roney Roberto de Melo Sousa

Monografia (Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte).

1. Ensino de física. 2. Efeito estufa. 3. Meio ambiente. 4. Atividade experimental. 5. Metodologia. I. Sousa, Roney Roberto de Melo. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológica do Rio Grande do Norte. III. Título.

IFRN-SC/MRGB

CDU 53:37

MÁRCIA REJANE DOS SANTOS GOMES MAIA

**O ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DAS QUESTÕES AMBIENTAIS: UMA
PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA A SALA DE AULA**

Monografia apresentada como Trabalho de Conclusão de Curso ao Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte *Campus* Santa Cruz, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Trabalho de Conclusão apresentado e aprovado em ___/___/___, pela seguinte Banca Examinadora:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Roney Roberto de Melo Souza – Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof^a. Dra. Lenina Lopes Soares Silva – 1^a Examinador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Me. Jardel Lucena da Silva – 2^o Examinador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder o dom da vida da qual desfruto todos os dias. Aos meus pais: Antônio Ferreira Gomes (*in memoriam*) e Maria Nicolau dos Santos, que apesar das dificuldades sempre me apoiaram concedendo-me educação e valores para a vida.

Agradeço ao meu orientador Prof. Roney Roberto de Melo Sousa, pelo auxílio e paciência na execução deste trabalho, e homenageando-o agradeço aos demais membros do corpo docente do Curso da Licenciatura em Física do IFRN *Campus* Santa Cruz.

Agradeço ao meu esposo Lucimário Pereira Maia por estar comigo em cada desafio da vida, pela compreensão e apoio durante minha trajetória acadêmica. Agradeço aos meus filhos Lucas Rychardson Gomes Maia e Ana Livia Gomes Maia, é por eles todo meu esforço.

Agradeço ao meu irmão Marcos André dos Santos Nunes por todo incentivo e amizade, por tudo que já fez e faz por mim.

Gratidão aos meus colegas de curso no qual compartilhei muitos momentos felizes e tristes, com alguns construí um elo de amizade para vida.

Por fim, sou profundamente grata ao IFRN *Campus* Santa Cruz, essa renomada instituição de ensino mudou minha vida, fui formada pelos melhores profissionais de educação, respeito e gratidão são palavras que me definem sempre que falo a respeito dessa instituição de ensino.

RESUMO

Entendemos o crescimento populacional nas áreas urbanas como uma das principais causas das mudanças climáticas. O consumo desenfreado dos recursos naturais e a emissão descontrolada de GEE (gases do efeito estufa) são analisados pelos pesquisadores como um dos problemas futuros que atingirão drasticamente a existência de vida no planeta Terra. Diante da atual situação com relação às mudanças climáticas, a investigação sobre o ambiente em que estamos inseridos como membros da sociedade se faz necessário em todas as esferas do conhecimento, para que se possam entender os problemas ambientais e adotar práticas e medidas que amenizem a situação. A explicação e contextualização dos problemas ambientais aplicados no ensino de Física, favorecem a compreensão dos fenômenos físicos num eixo interdisciplinar. Partindo dessa perspectiva, este trabalho tem como objetivo apresentar a relação do ensino de Física com a temática ambiental, apresentando uma proposta metodológica para que o professor possa trabalhar em sala de aula ou na forma de ensino remoto, a Física, inserida no contexto socioambiental. Sendo assim, será proposto um material didático que irá auxiliar o professor a trabalhar, com seus alunos, conteúdos de Física através de uma atividade experimental relacionada às mudanças climáticas. Para este trabalho será abordado como Tema Gerador: Efeito Estufa. Desse modo, é através do experimento proposto, que esperamos proporcionar, aos estudantes, as condições para uma melhor compreensão das questões ambientais que estão presentes no nosso dia a dia.

PALAVRAS-CHAVE: Efeito Estufa. Ensino de Física. Meio Ambiente. Atividade Experimental. Metodologia.

ABSTRACT

We understand population growth in urban areas as one of the main causes of climate change. The unbridled consumption of natural resources and the uncontrolled emission of GHG (greenhouse gases) are analyzed by researchers as one of the future problems that will drastically affect the existence of life on planet Earth. In view of the current situation in relation to climate change, research on the environment in which we are inserted as members of society is necessary in all spheres of knowledge, in order to understand environmental problems and adopt practices and measures that alleviate the situation. The explanation and contextualization of the environmental problems applied in the teaching of Physics, favor the understanding of physical phenomena in an interdisciplinary axis. From this perspective, this work aims to present the relationship between Physics teaching and the environmental theme, presenting a methodological proposal so that the teacher can work in the classroom or in the form of remote teaching, Physics, inserted in the socio-environmental context. Therefore, a didactic material will be proposed that will help the teacher to work with Physics contents with his students through an experimental activity related to climate change. For this work, it will be addressed as a Generating Theme: Greenhouse Effect. Thus, it is through the proposed experiment, that we hope to provide students with the conditions for a better understanding of the environmental issues that are present in our daily lives.

KEY WORDS: Teaching Physics. Environment. experimental activity. methodology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Representação do efeito estufa da terra.	30
Figura 2: Espectro eletromagnético, com destaque à estreita faixa da luz visível:....	31
Figura 3: Intensidade da radiação emitida versus o comprimento de onda para um corpo negro ideal.	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Gráfico da variação da temperatura média global.	34
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA E DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	11
2.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL NO CONTEXTO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL	12
2.3 ABORDAGEM DO EFEITO ESTUFA COMO TEMA GERADOR.....	14
3 O ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DA TEMÁTICA AMBIENTAL.....	16
3.1 PROBLEMAS E DESAFIOS DO ENSINO DE FÍSICA.....	18
3.2 O ENSINO DE FÍSICA EM UMA ABORDAGEM SOCIOAMBIENTAL.....	19
3.2.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL	20
3.2.3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SEU ASPECTO INTERDISCIPLINAR.....	22
3.2.4 CARACTERÍSTICAS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL	23
4 MATERIAL DIDÁTICO: PROPOSTA DE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL.....	25
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS	40

1. INTRODUÇÃO

Tradicionalmente o ensino de Física é abordado em sala de aula na sua essência teórica. Isso faz com que muitos alunos relacionem os conteúdos de Física apenas aos cálculos matemáticos sem conseguir definir sua importância para compreender o meio ambiente no contexto das mudanças climáticas. Dessa forma, os estudantes apresentam dificuldades em estabelecer relações da teoria apresentada na sala de aula e nos livros didáticos com o ambiente onde vivem. Acreditamos que, no processo para que sejam sanados os problemas ambientais, o contexto educacional é imprescindível. Mas como tratar a temática ambiental no ensino de Física? Como estabelecer uma relação entre o meio ambiente e o conhecimento Físico?.

Para Magalhães “professores e futuros professores de ciências e Física deveriam compreender a Física inerente às mudanças climáticas e suas questões, já que é um tema que tem sido amplamente disseminado e discutido no mundo todo nos últimos anos”. (MAGALHÃES. 2014, np).

O Meio Ambiente não se limita apenas a fauna e a flora, mas, ao ambiente no qual estamos inseridos como sociedade. Desse modo, entendemos o crescimento populacional nas áreas urbanas como uma das principais causas das mudanças climáticas e o consumo desenfreado dos recursos naturais e a emissão descontrolada de GEE (gases do efeito estufa) é analisado pelos pesquisadores como uns dos problemas futuros que atingirá drasticamente a existência de vida no planeta Terra. Entendermos os gases do efeito estufa (GEE) como gases que absorvem uma parte dos raios do sol e os redistribuem em forma de radiação na atmosfera, aquecendo o planeta em um fenômeno chamado efeito estufa. Os principais gases do efeito estufa presentes na atmosfera são: CO₂, CH₄, N₂O, O₃, halocarbonos e vapor d' água .

Rodrigues (2017) traz uma discussão sobre as implicações dessa relação com o meio ambiente e informa que:

a relação da Física com o meio ambiente pode trazer boas reflexões a respeito do efeito estufa, do aquecimento global e da energia sustentável no planeta Terra. [...] trazer os elementos do contexto sociocultural dos estudantes, permitindo que as experiências do dia a dia possam ser refletidas criticamente à luz do conhecimento Físico. (RODRIGUES, 2017, p.3 e 4).

A explicação e contextualização dos problemas ambientais aplicados ao ensino de Física, favorecem a compreensão dos fenômenos físicos num eixo interdisciplinar. A Física é o estudo da natureza na qual os fenômenos estão inseridos, porém, as questões ambientais são assuntos periféricos tratados de forma superficial no ensino de Física. Compreender a complexidade da natureza em suas dimensões globais se faz necessário tanto quanto dominá-la na ferramenta matemática.

Sendo assim, o ensino de Física não pode envolver apenas uma simples abordagem de conhecimentos; deve despertar no estudante o interesse e a curiosidade de compreender a natureza de maneira participativa, construindo os conceitos a partir das suas ideias prévias. E uma das propostas do BNCC Para que os estudantes aprofundem e ampliem suas reflexões a respeito dos contextos de produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico, as competências específicas e habilidades propostas para o Ensino Médio exploram situações-problema envolvendo melhoria da qualidade de vida, segurança, sustentabilidade, diversidade étnica e cultural, entre outras. Espera-se, também, que os estudantes possam avaliar o impacto de tecnologias contemporâneas (como as de informação e comunicação, geoprocessamento, geolocalização, processamento de dados, impressão, entre outras) em seu cotidiano, em setores produtivos, na economia, nas dinâmicas sociais e no uso da reciclagem de recursos naturais. Dessa maneira, as Ciências da Natureza constituem-se referencial importante para a interpretação de fenômenos e problemas sociais.

Partindo dessa perspectiva, este trabalho tem como objetivo apresentar a relação do ensino de Física com as questões ambientais, apresentando uma proposta metodológica para que o professor possa trabalhar em sala de aula a Física inserida no contexto socioambiental.

Então, será proposto um material didático que irá auxiliar o professor a trabalhar com seus alunos conteúdos físicos através de atividades experimentais relacionados às mudanças climáticas. Para este trabalho será abordado como Tema Gerador: Efeito Estufa. Sendo assim, o aluno será cercado da realidade no ambiente onde habita, e possivelmente terá condições para interpretar e compreender os fenômenos físicos de forma significativa.

Diante da atual situação com relação às mudanças climáticas, as investigações sobre o ambiente em que estamos inseridos como membros da sociedade se fazem necessárias em todas as esferas do conhecimento, para que se possa entender os problemas ambientais e adotar práticas e medidas que amenizem a situação.

Fogaça. (2013) relata que: “finalmente, o ser humano é uma espécie entre milhares que depende do todo para sua sobrevivência neste planeta. É a única que tem esta consciência e o poder de intervir benéfica ou maleficamente no ambiente e, portanto, sua responsabilidade é inigualável”. (FOGAÇA. 2013, p.18).

O presente trabalho é dividido em cinco capítulos. O primeiro capítulo é essa introdução que aborda a importância do ensino de Física no contexto da temática ambiental, apresentando nas justificativas as motivações para o presente estudo.

Já no segundo capítulo será apresentado o referencial teórico sobre a relação do ensino de Física com a educação ambiental, na perspectiva da construção do conhecimento em uma abordagem a respeito da Aprendizagem Significativa de David Ausubel no contexto da prática experimental e uma abordagem sobre o Tema Gerador.

No terceiro capítulo, será apresentada a contextualização a respeito do ensino de Física e da Educação Ambiental, o capítulo é dividido em seis tópicos onde serão abordados os problemas e desafios do Ensino de Física, o Ensino de Física em uma abordagem socioambiental, educação ambiental suas características e seu aspecto interdisciplinar.

No quarto capítulo é iniciado com uma abordagem a respeito da importância da atividade experimental, logo após será apresentada uma proposta metodológica. Trata-se de um material didático que tem por objetivo auxiliar o trabalho do professor em sala de aula ou na forma de ensino remoto, esse material apresenta uma proposta de uma atividade experimental que tem como principal objetivo demonstrar o fenômeno do Efeito Estufa formando uma sequência didática, com os conteúdos de Física necessários para o entendimento do referido fenômeno.

Por fim, no quinto capítulo, são expostas as considerações finais que apresenta uma síntese da proposta metodológica.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será apresentado uma abordagem bibliográfica dos conceitos, teorias e modelos referente ao Ensino de Física e a Educação Ambiental, o texto será estruturado para que haja uma relação do tema e o problema da pesquisa. os autores citados para sustentar e argumentar a pesquisa são: CARVALHO (2001); MORAES (2016); ENCARNAÇÃO (2007); FOGAÇA (2013); MOREIRA (2001); MARTINS (2014); FREIRE (1987) e ZITKOSKI (2015).

2.1 Contextualização do Ensino de Física e da Educação Ambiental

Trabalhar o contexto socioambiental em sala e aula e ao mesmo tempo estabelecer relações que insira essas duas temáticas (Física e Meio Ambiente) em um só contexto, de fato, não é tarefa fácil. Pois, para que se possa aplicar essa junção será preciso que o professor de Física também tenha um conhecimento socioambiental. Para tanto, a preparação do professor para trabalhar com a temática ambiental em sala de aula deve receber atenção especial.

Carvalho considera que: “[...] além de sensibilizado e consciente da necessidade e da importância do tratamento dessa questão com seus alunos, [o professor] deve estar preparado e instrumentalizado para enfrentar esse desafio” (CARVALHO, 2001, p. 60) .

Segundo (MORAES, *et al*, 2016) as questões ambientais no ensino de Física atuam como ferramentas para solucionar problemas ou voltada para uma discussão com viés crítico, pois, o conhecimento físico também é social e envolve implicações de natureza política, econômica e ética. Saber Física e sobre Física contribui para entender e posicionar-se criticamente frente às questões tecno/científicas da atualidade que envolvem diversos interesses e grupos sociais (BRASIL, 2015) citado por (MORAES, *et al*, 2016).

Encarnação (2007, p.4), defende que:

A Educação Ambiental é de caráter essencialmente transformador e o ato de transformar constitui uma de suas características. O ato de transformar, neste âmbito, prende-se diretamente ao reconstruir, remodelar, alterar [...] e se reportar a situações como reconstruir valores, remodelar conceitos, alterar princípios, enfim, modificar o processo de inter-relacionamento

homem/natureza, homem /homem com vista a uma transformação de cunho socioambiental.

Morais relata sobre,

a necessidade de o ensino de Física preparar o jovem para lidar com situações reais, tais como crises de energia e problemas ambientais. Este documento remete a uma visão de Educação Ambiental Crítica, no qual os conteúdos de Física são contextualizados com a vida dos estudantes, considerando as concepções humanistas. (MORAES, *et al*, 2016, p.1158).

Para que o educador contextualize a Física junto às questões socioambientais o mesmo precisa trabalhar a realidade vivenciada pelo educando. Nesse sentido, Fogaça salienta,

cabe lembrar que, para que uma aprendizagem significativa se efetue, o material com o qual o professor pretende trabalhar deve ser um material criativo, que faça sentido para o aluno, uma vez que o aprendiz interagirá com o mesmo, adquirindo informações que serão transformadas em novos significados (FOGAÇA, 2013, p. 23).

Desse modo, para que o aluno possa estabelecer uma relação entre conhecimento científico e meio ambiente, se faz necessário que o mesmo seja estimulado e conduzido para a prática observacional. Porém, tradicionalmente o ensino de Física é abordado de maneira integralmente teórica, sem que haja a contextualização com as questões socioambiental.

Essa percepção de distanciamento do ensino de Física com a realidade cotidiana do aluno pode ser explicada através da metodologia aplicada pelo professor, que por sua vez é interpretada pelo discente apenas de forma específica, ou seja, será difícil para o aluno obter um pensamento crítico a respeito da realidade vivenciada no seu cotidiano.

2.2 Aprendizagem Significativa de David Ausubel no contexto da prática experimental

Neste tópico serão apresentados fundamentos para relação entre a teoria cognitiva da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e a atividade experimental proposta no material didático que será apresentado no capítulo quatro. O objetivo aqui é fundamentar a categorização das características da atividade experimental com a teoria de aprendizagem escolhida.

A Teoria da Aprendizagem Significativa é uma teoria fundamentada no cognitivismo ou psicologia cognitivista:

a aprendizagem significativa caracteriza-se pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Nesse processo, que é não-literal e não arbitrário, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em termos de significados, e adquire mais estabilidade. (MOREIRA; MASINI, 1982; MOREIRA, 1999, *apud*, MOREIRA, 2000, p. 3).

O idealizador do conceito de “aprendizagem significativa”, David Ausubel, realça a necessidade de o aprendiz se colocar como sujeito ativo e não passivo em seu processo de aprendizagem. A vida oferece conhecimentos diversos para o indivíduo, esses vão se construindo desde o nascimento até a morte, servindo como conhecimentos prévios e base para a aprendizagem significativa. Portanto, o aprendiz deve ser capaz de receber novas informações e analisá-las de forma a construir uma interação entre o que já se sabe e o que é proposto a se aprender (MOREIRA; MASINI, 2001).

De acordo com Martins *et al* (2014) no cotidiano da escola os experimentos de Ciências têm sido evitados e quando acontecem são baseados nos livros didáticos, em vídeos e fotos que deixam de lado a contextualização do cotidiano do estudante. Este não percebe quão próximo estão os experimentos de física, do seu dia a dia.

Desse modo, em busca de uma metodologia mais direcionada ao interesse dos educandos, a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Paul Ausubel (1963), elaborada na década de 1960, tenta explicar a aprendizagem e o ensino tendo como referencial o educando. A TAS (MOREIRA, 2011 *apud*, MARTINS *et al*, 2014) destaca que, a aprendizagem mecânica encontra bem pouca ou nenhuma fundamentação na estrutura cognitiva. Enquanto a aprendizagem significativa:

é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não literal, não ao pé da letra, e não arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2012, p. 2 *apud* MARTINS *et al*, 2014).

É nessa perspectiva que a Teoria de Ausubel apresentada na proposta didática deste trabalho permite aos educandos demonstrar seus conhecimentos

prévios a respeito da temática ambiental, redescobrir informações antes já conhecidas e relacionar tais informações aos conteúdos físicos, demonstrados na atividade experimental referente ao efeito estufa, assim como, aperfeiçoar e corrigir seus subsunçores¹, e absorver novos conhecimentos de forma que este se torne interessante e seja retido na sua memória. Além disso, torna o aprendizado de Física mais próximo de sua realidade, garantindo, assim, a assimilação do conhecimento científico.

2.3 Abordagem do Efeito Estufa como Tema Gerador

Os temas geradores são estratégias metodológicas de um processo de conscientização da realidade vivida nas sociedades; são o ponto de partida para o processo de construção da descoberta. Por emergir do saber popular, os temas geradores são extraídos da prática de vida dos educandos, substituindo os conteúdos tradicionais, e buscados através da pesquisa do universo dos educandos. O processo de obtenção do Tema Gerador é denominado de Investigação Temática (FREIRE, 1987). O caráter político da pedagogia freireana faz-se presente, de forma radical, nos temas geradores, isto é, temas geradores só são geradores de ação-reflexão-ação se forem carregados de conteúdos sociais e políticos com significado concreto para a vida dos educandos.

Assim, as propostas educativas ambientais conscientizadoras podem tomar os temas ambientais locais como temas geradores desta ação conscientizadora, desde que estes temas contenham conteúdos socioambientais significativos para os educandos e sejam definidos de forma coletiva e participativa.

Zitkoski e Lemes (2015) afirmam que:

O tema gerador impulsiona a troca de saber através do diálogo que respeita as diferenças de cada sujeito cognoscente em suas visões de mundo próprias. O objetivo dessa proposta é a superação de uma visão de mundo ingênuo para uma consciência crítica (mais objetiva) que se assume como sujeito responsável diante da realidade sócio-histórica comum a todos. (ZITKOSKI e LEMES, 2015, p.6.)

¹ Os subsunçores são estruturas de conhecimento específicos que podem ser mais ou menos abrangentes de acordo com a frequência com que ocorre aprendizagem significativa em conjunto com um dado subsunçor.

De acordo com Zitkoski e Lemes, o papel do tema gerador é tensionar entre o saber já construído por cada sujeito com o saber em processo de construção intersubjetiva a partir da discussão em grupo. Através da exposição do que cada um já sabe, do seu nível de compreensão da realidade constitutivo de um mundo intersubjetivamente partilhado, é possível desencadear a discussão problematizadora que, explicitando as diferenças de visão de mundo e as contradições intrínsecas à produção da realidade social, gera novos níveis de consciência/conhecimento da realidade problematizada, oportunizando, a cada sujeito, a ressignificação de sua visão de mundo.

A preocupação com o meio ambiente está presente na vida de grande parte da população em diferentes culturas e países. O modelo atual de desenvolvimento econômico tem contribuído muito para a destruição da natureza aumentando os diversos problemas ambientais enfrentados pelo planeta, entre eles, os gases provenientes da queima de combustíveis fósseis lançados diariamente na atmosfera. As emissões dos chamados gases de efeito estufa (metano e gás carbônico) estão acelerando o processo de aquecimento global, e a redução destes gases na atmosfera é uma tarefa de todos, envolvendo sociedade e a escola. Sendo assim, o tema gerador do efeito estufa pode ser utilizado no ensino de Física como um meio para atrair a atenção dos alunos, incentivando-os a refletir sobre o conteúdo e aplicá-lo no seu dia-a-dia, valorizando a participação dos estudantes no processo ensino-aprendizagem, contribuindo para uma aprendizagem significativa.

No próximo capítulo será apresentada uma contextualização do ensino de Física e a relação com temática ambiental.

3 O ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO DA TEMÁTICA AMBIENTAL

A Física é considerada uma das mais antigas ciências. Ela é reconhecida como um processo de conhecimento cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias (BNCC). A Física compreende investigações, que abrangem desde a estrutura molecular até a origem e evolução do universo.

As questões globais e locais com as quais a Ciência e a Tecnologia estão envolvidas – como desmatamento, mudanças climáticas, energia nuclear e uso de transgênicos na agricultura – já passaram a incorporar as preocupações de muitos brasileiros. Nesse contexto, a Ciência e a Tecnologia tendem a ser encaradas não somente como ferramentas capazes de solucionar problemas, tanto os dos indivíduos como os da sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo.(BRASIL, 2017. P.547).

O estudo da Física vem para ajudar a conhecer e compreender mais sobre a natureza que nos rodeia e todo desenvolvimento tecnológico que, por sua vez, é por ela impulsionado. Os princípios físicos podem explicar uma vasta quantidade de fenômenos que ocorrem no cotidiano. A importância em abordar a Física relacionando-a com a vivência do aluno está em colocá-la frente às situações concretas e reais. Situações essas que os princípios físicos podem explicar, ajudando a compreender a natureza e nutrindo o gosto pela ciência.

O entendimento dos processos físicos que regulam o funcionamento do nosso planeta é um dos tópicos mais importantes em física hoje. Trabalhando desde os aspectos climáticos mais complexos até o funcionamento da fotossíntese em nível celular, esta área envolve interfaces entre a física, química, biologia e a maioria das ciências naturais. Vários dos aspectos que são trabalhados nesta área situam-se hoje em importantes áreas de fronteira do conhecimento. Sendo uma área intrinsecamente interdisciplinar, as aplicações da física a estudos ambientais constituem uma área em franca expansão, com profissionais sendo requisitados pelo mercado de trabalho, inclusive para trabalhos em indústrias que se preocupam em aprimorar seus processos minimizando os danos ambientais.

O BNCC apresenta a Física como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a

partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica também, na introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos bem definidos, além de suas formas de expressão, que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas.

A Física é a ciência responsável por investigar os fenômenos fundamentais da natureza por meio do detalhamento da sua estrutura, seu enfoque no ensino fundamenta-se em aspectos essencialmente teóricos. Isso pode ser verificado mediante a análise dos livros didáticos da disciplina que são utilizados nas escolas, os quais se concentram basicamente em conceitos matemáticos e exercícios de fixação.

Segundo Grassell e Gardelli (2014, p.2) os obstáculos encontrados por parte dos alunos na assimilação e entendimento dos conteúdos de Física são a dificuldade em relacionar conceitos físicos com fenômenos naturais vivenciados pelos educandos.

Grassell e Gardelli afirmam que:

Por parte dos professores, essa preocupação se reflete em uma busca de alternativas que possibilitem o enfrentamento destes problemas por meio de atividades dinâmicas, buscando a interação entre o conhecimento empírico e o científico, bem como uma possível visualização da Física como disciplina prazerosa por meio de ferramentas e metodologias diferenciadas como forma de estimular o interesse dos alunos na ampliação da aprendizagem e que faça parte real da vivência da sociedade, ajudando e facilitando no cotidiano das pessoas através de ações simples aplicadas para melhorias de qualidade de vida. (GRASSELL e GARDELLI, 2014, p.2).

Dentre as metodologias e ferramentas utilizadas pelos professores para o ensino de Física podem ser citadas as práticas de experimentações como um dispositivo que retém o interesse e gera o estímulo para a aprendizagem mediante a observação, análise, exploração, planejamento e o levantamento de hipóteses. Essas possibilitam aos alunos desenvolver suas competências e habilidades, tornando-as mais significativas pelo estabelecimento de vínculos entre conceitos físicos e fenômenos naturais vivenciados.

Sendo assim, as competências e habilidades para lidar com o mundo físico não têm qualquer significado quando trabalhadas de forma isolada. Competências e habilidades em Física para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros

conhecimentos. Elas passam a ganhar sentido somente quando colocadas lado a lado, e de forma integrada, com as demais competências e habilidades desejadas para a realidade dos alunos. Em outras palavras, a realidade educacional e os projetos pedagógicos das escolas, que expressam os objetivos formativos mais amplos a serem alcançados, é que devem direcionar o trabalho de construção do conhecimento físico a ser empreendido.

3.1 Problemas e desafios do Ensino de Física

De acordo com Moreira (2018) a Física ensinada na escola não estimula o ensino para a cidadania, e sim para a testagem. Outro problema no ensino de Física relacionado à questão da cidadania, é o uso de situações-problema que façam sentido para os alunos. As primeiras situações devem integrar o contexto do aluno. Novas situações devem ser introduzidas em níveis crescentes de complexidade. É um erro começar a ensinar sem usar situações que tenham sentido para os alunos, uma falha bastante comum no ensino de Física.

Assim,

“O mesmo ocorre com a Matemática, particularmente no ensino de Cálculo. No entanto, as disciplinas de Física e Matemática fazem parte do STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), uma tendência forte internacional que busca valorizar, estimular, redefinir o ensino e a integração de disciplinas dessa área”. (MOREIRA 2018, p.77).

Esse erro é também cometido, em larga escala, no Ensino Superior no qual a Física, e também a Matemática, para futuros engenheiros, por exemplo, é ensinada sem usar situações da Engenharia. Chega-se ao absurdo de que estudantes de Engenharia não percebem a importância da Física para sua carreira e querem apenas “passar”, verem-se “livres” da Física. (MOREIRA 2018).

3.2O Ensino de Física em uma abordagem socioambiental

A discussão de temas sociais articulados ao ensino de Física desempenha papel fundamental na formação de cidadãos, na aquisição de habilidades básicas e no desenvolvimento da capacidade de tomada de decisões. Ao assumir uma educação voltada para a formação do cidadão é imprescindível a conscientização, por parte de todos, do meio ambiente em que vivemos.

O desenvolvimento de uma educação voltada para a cidadania e capacidade de tomada de decisão, partindo de um trabalho que articule o conhecimento Físico de forma problematizada ao contexto social em que o aluno está inserido.

Segundo Gadotti (2000) ao retratar a conservação do meio ambiente como uma opção de vida por meio de uma relação saudável e equilibrada com o contexto social, a qual depende da formação de uma consciência ecológica por parte dos sujeitos envolvidos. Convém ressaltar que a Educação Ambiental possibilita estimular a solidariedade, a igualdade e o respeito aos direitos humanos.

Gadotti (2000) relata que,

educar para a cidadania planetária implica muito mais do que uma filosofia educacional, do que o enunciado de seus princípios. A educação para a cidadania implica uma revisão dos nossos currículos, uma reorientação de nossa visão de mundo, da educação como espaço de inserção do indivíduo, não numa comunidade local, mas numa comunidade que é local e global ao mesmo tempo. “Há muitas formas de encantamento e de emoção frente às maravilhas que a natureza nos reserva. É claro, existe a poluição, a degradação ambiental, para nos lembrar de que podemos destruir essa maravilha e para formar nossa consciência ecológica e nos mover à ação” (GADOTTI, 2000, p.20).

O aumento da utilização de tecnologias vem causando sérios problemas ao Meio Ambiente: aparelhos eletrônicos, celulares, controles remotos, entre outras. Os impactos sociais gerados pelo acelerado desenvolvimento industrial e econômico e o descarte inadequado desses materiais está provocando um desequilíbrio ambiental e prejudicando a qualidade de vida dos indivíduos.

A história da cultura humana e da sua interação com o planeta físico que a suporta é a história de um potencial ainda não concretizado. Para ter ideia do potencial deste magnífico planeta chamado Terra e da raça humana que nele habita, todas as nações e povos precisam compreender como funcionam os sistemas naturais; precisam ter acesso à informação sobre a real situação do planeta e precisam de técnica e instrumentos para um gerenciamento

ambiental criterioso, eficiente e produtivo. É necessário comprometer-se a usar os recursos terrestres com sensibilidade, de modo a permitir a todos o acesso justo às suas riquezas (FOGAÇA, 2013, p.19).

Com base nas Diretrizes Curriculares da Educação Básica (DCEs) - Física (2008) que apresentam como objeto de estudo o universo em sua complexidade, fundamentada no estudo da natureza como realidade material vivenciada com o objetivo primordial de educar para a cidadania, considerando a dimensão crítica do conhecimento científico sobre os fenômenos observados em interações com os aspectos políticos, econômicos, culturais e sociais.

Assim, a discussão dos temas sociais articulados ao Ensino de Física desempenha papel fundamental na formação dos cidadãos para adquirirem competências e habilidades básicas e capacidade de tomada de decisões quando se traz para a sala de aula alguma problemática social que exige do aluno uma solução, ou mesmo um posicionamento crítico. Isso permite a eles o desenvolvimento de um senso crítico para uma participação democrática na sociedade na qual estão inseridos.

3.2.1 Educação Ambiental

A Educação Ambiental surgiu na segunda metade do século XX, esse surgimento se deve as manifestações da sociedade para fazer frente aos problemas ambientais. Após a Segunda Guerra Mundial, principalmente a partir da década de 1960, intensificou-se a percepção da humanidade caminhar aceleradamente para o esgotamento ou a inviabilização de recursos indispensáveis à sua própria sobrevivência. Assim sendo, algo deveria ser feito para alterar as formas de ocupação do planeta estabelecidas pela cultura dominante. (BRASIL, 1997, p. 176).

Esse tipo de constatação gerou um movimento em defesa do ambiente, que luta para diminuir o acelerado ritmo de destruição dos recursos naturais ainda existentes e busca alternativas que conciliem, na prática, a conservação da natureza com a qualidade de vida das populações que dependem dessa natureza.

Desse modo, a questão ambiental, impõe às sociedades a busca de novas formas de pensar e agir, individualmente e coletivamente, de novos caminhos e modelos de produção de bens, para suprir necessidades humanas, que garantam a sustentabilidade. Isso implica um novo universo de valores no qual a educação tem um importante papel a desempenhar.

3.2.2 O que é Educação Ambiental?

Há inúmeros definições a respeito do tema Educação Ambiental, porém, todas apresentam a mesma ideia. De acordo a Lei ^o 9.795/1999, a Lei da Educação Ambiental no Art. 1^o. “Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”. Nessa mesma Lei Art. 2^o. “A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal”. (BRASIL, 1999).

A Educação Ambiental é ação educativa permanente pela qual a comunidade educativa tem a tomada de consciência de sua realidade global, do tipo de relações que os homens estabelecem entre si e com a natureza, dos problemas derivados de ditas relações e suas causas profundas. Ela se desenvolve mediante uma prática que vincula o educando com a comunidade, valores e atitudes que promovem um comportamento dirigido à transformação superadora dessa realidade, tanto em seus aspectos naturais quanto nos aspectos sociais, desenvolvendo no educando habilidades e atitudes necessárias para dita transformação (BRASIL, 1976).

O termo meio ambiente tem sido utilizado para indicar um espaço em que se vive e desenvolve, e sua interação com o mesmo. A principal função de se trabalhar com o meio ambiente em sala de aula é contribuir para a formação de cidadãos conscientes, aptos para decidirem e atuarem na realidade socioambiental de um modo comprometido com a vida, com o bem estar de cada um da sociedade, local e global (BRASIL, 1997, p.25).

Os conteúdos de meio ambiente deverão ser integrados ao currículo através da transversalidade, pois serão tratados nas diversas áreas o conhecimento, de modo a impregnar toda prática educativa, e ao mesmo tempo, criar uma visão global e abrangente da questão ambiental (BRASIL, 1997,p.36).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA define a Educação Ambiental como um processo de formação e informação orientada para o desenvolvimento da consciência crítica sobre as questões ambientais e de atividades que levem à participação das comunidades na preservação do equilíbrio ambiental (RIO, 2008).

3.2.3 Educação Ambiental e seu aspecto interdisciplinar

A interdisciplinaridade na educação é a integração de disciplinas cuja finalidade é proporcionar a associação de várias áreas em torno de um mesmo tema. Segundo Nogueira (2016) a interdisciplinaridade reconhece que os fatos são interligados e que o ensino deve partir desse foco ameadado com as experiências de vida do aluno. O trabalho interdisciplinar que se dispõe a favorecer um melhor trânsito entre as várias disciplinas ou conteúdos curriculares, com vistas a proporcionar a construção do conhecimento na consideração da complexidade e dinamicidade da vida.

A Educação Ambiental possui um caráter interdisciplinar, pois está relacionada às várias áreas do conhecimento, trazendo uma abordagem de natureza crítica, adequando os conteúdos à realidade local e o envolvimento dos educandos em ações concretas de transformação desta realidade. Sendo assim, ao adotar o exercício interdisciplinar na escola envolvendo os educadores de diferentes formações consegue-se envolver os temas transversais às disciplinas. Desse modo, professores e alunos compartilham o aprendizado e constroem juntos os conhecimentos, principalmente quando se trata da Educação Ambiental que é um componente essencial para a educação nacional e está presente em todos os níveis e modalidades do processo educativo formal e não-formal.

De acordo com Alarcão (2001) a escola como instituição deve interagir com as transformações ocorridas no mundo e no meio ambiente que a rodeia. Deve entrar na dinâmica atual marcada pela abertura, pela interação e pela flexibilidade, criando contextos de aprendizagem. Ao serem pró-ativas em sua interação, ajudam a sociedade a transformar-se, cumprindo, assim, um aspecto da sua missão.

De acordo com Carvalho (2015) O papel da educação ambiental é a formação de uma consciência das escolhas em relação ao ambiente. Trabalhar a educação ambiental em conjunto com todas as matérias desenvolverá novos valores nos alunos e farão com que a relação deles com o ambiente e com eles próprios seja mais justa e inclusiva.

Carvalho (2015) ressalta que:

Essa formação ambiental, entretanto, não deve se prender somente nas séries iniciais e sim em toda a formação educacional e profissional do ser humano, pois a dificuldade que alguns professores encontram em administrar a matéria é devido à falta de conhecimento sobre o tema. Desta forma, deve-se abordar interdisciplinarmente a educação ambiental em qualquer nível educacional, sendo de fundamental importância [...]. Assim, formando crianças com responsabilidade ambiental, estas crescerão entendendo seu papel na sociedade como sujeito ativo de uma coletividade que deve buscar um desenvolvimento sustentável. (CARVALHO,2015. np).

3.2.4 Características da Educação Ambiental

De acordo com Aguiar (2012) a Educação Ambiental constitui um processo ao mesmo tempo informativo e formativo dos indivíduos, tendo por objetivo a melhoria de sua qualidade de vida e a de todos os membros da comunidade a que pertencem.

Segundo Marcatto (2002) com base na Conferência de Tbilisi, ocorrida em 1977, na ex-União Soviética, Educação Ambiental tem como principais características ser um processo:

- a) Dinâmico interativo: processo permanente onde a comunidade toma consciência do seu meio ambiente e adquirem conhecimento que os torna aptos a agir em busca da resolução dos problemas ambientais;
- b) Transformador: objetiva a construção de uma nova visão das relações do ser humano com o seu meio e adoção de novas posturas individuais e coletivas em relação ao meio ambiente;
- c) Participativo: atua na sensibilização e na conscientização do cidadão, estimulando-o a participar dos processos coletivos;
- d) Globalizador: considera o ambiente em seus múltiplos aspectos;
- e) Permanente: envolvido com as questões ambientais continuamente, sem interrupção;
- f) Contextualizador: atua de acordo com a realidade de cada comunidade. **Pensar globalmente, agir localmente;**
- g) Além dessas sete características da Educação Ambiental definidas pela Conferência de Tbilisi, existe uma oitava, recentemente incorporada entre as características que a educação ambiental formal deve ter no Brasil;
- h) Transversal: as questões ambientais devem permear todos os conteúdos, objetivos e orientações didáticas de todas as disciplinas. (MARCATTO,2002. np).

Nesse sentido, podemos considerar que o Ensino de Física em consonância com a Educação Ambiental é considerada promissora quando reorienta novas formas de relacionamento com a natureza. Sendo assim, o desenvolvimento do Ensino de Física, através da utilização de temas ambientais como veículos de aprendizagem e de conscientização possibilita que os alunos desenvolvam a percepção da realidade dos problemas ambientais. Para uma melhor compreensão de como abordar o Ensino de Física na temática ambiental, no próximo capítulo será apresentado uma proposta metodológica.

4 MATERIAL DIDÁTICO: PROPOSTA DE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Neste capítulo será apresentada uma proposta metodológica. Trata-se de um material didático que tem por objetivo auxiliar o trabalho do professor em sala de aula ou na forma de ensino remoto², esse material apresenta uma proposta de uma atividade experimental que tem como principal objetivo demonstrar o fenômeno do Efeito Estufa, na tentativa de buscar atingir a compreensão dos tópicos do ensino de Física envolvidos no estudo do referido fenômeno, que são os conceitos de emissão, reflexão, absorção de energia radiante e o fenômeno da ressonância.

A experimentação tem um papel fundamental no ensino de Física, pois necessita estabelecer elos entre as explicações teóricas a serem discutidas em sala de aula e as observações possibilitadas por esse tipo de atividade. Segundo Azevedo (2004) *apud* Rubino (2010), uma atividade investigativa, (não necessariamente de laboratório) é sem dúvida uma importante estratégia no ensino de Física e de Ciências em geral. Sendo assim, o principal objetivo da atividade experimental é o de proporcionar, aos discentes, atividades nas quais possam pensar, debater, justificar suas ideias, modificar e ampliar seus conhecimentos em diferentes situações.

Rubino (2010), relata que,

apesar dos resultados das pesquisas em ensino de Física nos mostrarem a importância da introdução de atividades experimentais nas aulas de ciências, verificamos que tal medida ainda é bastante discreta nas salas de aula nos dias de hoje. A dificuldade em conseguir “kits” experimentais, a falta de um laboratório na escola e o grande número de alunos por turma são apenas alguns dos muitos argumentos utilizados pelos professores para a não realização de atividades experimentais em sala de aula. (RUBINO, 2010, p.29).

De modo convergente a esse âmbito de preocupações, o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física é uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente. As atividades experimentais estimula o aluno a

² O ensino é considerado remoto porque os professores e alunos estão impedidos por decreto de frequentarem instituições educacionais para evitar a disseminação do vírus.

não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das “linguagens” , tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico.

Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens. Elas permitem o controle do meio ambiente, a autonomia face aos objetos técnicos, ensinam as técnicas de investigação, possibilitam um olhar crítico sobre os resultados. Assim, o aluno é preparado para poder tomar decisões na investigação e na discussão dos resultados. O aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-relação entre a teoria e o experimento.

As experiências de alguma forma estão ligadas ao ser humano, visto que as mesmas se apresentam nas interações dos homens com o meio em que vivem, além de estar presente em suas experiências sociais, procurando formar uma fonte de dados que possa construir para as suas informações, e assim, poder formalizar o seu senso comum. Na questão do conhecimento científico, sabe-se que o mesmo pode ser acessado de diversas formas, mas somente na escola é que se deve trabalhar de tal maneira em que se possa construir o conhecimento em relação a esses conceitos científicos.

A experimentação, portanto, torna-se um coadjuvante no processo de aprendizado da Física. No contexto educacional, a utilização de experimentos para o ensino da Física torna-se essencial, de acordo com Araújo e Abib (2003):

A análise do papel das atividades experimentais desenvolvidas amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.177).

Desta forma, percebe-se que por meio da Física Experimental os alunos são incentivados a raciocinar e a adquirir competências de aplicação dos conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas para analisar e resolver problemas.

MATERIAL DIDÁTICO

Manual do Professor

A Física do Fenômeno Efeito Estufa

Atividade Experimental: Construção de um simulador do
fenômeno efeito estufa

4.1 APRESENTAÇÃO

Atividades experimentais visam ilustrar uma teoria ou comprovar uma determinada teoria já estudada ou em estudo. Este tipo de demonstração poderia se iniciar com o professor propondo um problema à classe. Para tanto, a atividade experimental desse material didático ocorrerá dentro dos três momentos pedagógicos, com funções específicas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNANBUCO, 2009).

O primeiro momento, a problematização inicial, que deve servir para desafiar os estudantes expor suas ideias com relação ao fenômeno do efeito estufa que está sendo estudado. A meta durante a problematização é fazer com que os estudantes exponham, no decorrer da aula, seus conhecimentos prévios, onde poderá ser observado que no primeiro momento da aula existe certa apreensão e compreensão da posição dos alunos perante a questão em pauta. Nos desdobramentos das discussões, o professor deverá conduzir a colocação das questões na tentativa de verificar quais as concepções intuitivas dos estudantes sobre este assunto. O professor deve ser também mais um elemento na sala de aula na procura de evidenciar e estruturar o pensamento consensual dos estudantes, destacando, inclusive, conceitos equivocados que possam surgir. A problematização nesse contexto é importante para que o estudante sinta a necessidade de adquirir novos conhecimentos, para explicar certos fenômenos do seu cotidiano.

O segundo momento pedagógico visa à organização do conhecimento, destacando que é necessário que os estudantes compreendam o tema e a problematização inicial. Para contemplar esta organização será proposta uma atividade experimental realizada pelos alunos com a orientação do professor. Desse modo, a realização da experimentação é conduzida como se buscássemos respostas a uma pergunta prévia. Durante a realização da experimentação, o professor deverá estar preocupado com aquilo que seus alunos viram, e chamar a atenção de outros aspectos da experimentação que por ventura possam ter passado despercebidos.

O terceiro momento pedagógico trata da aplicação do conhecimento, que visa à incorporação de novos conhecimentos pelos estudantes, seria aconselhável que no momento da análise teórica do fenômeno estudado, o professor pudesse levantar

aspectos de uma abordagem no contexto ambiental, mostrando como tais conhecimentos se apresentam relevantes na sociedade e estão presentes no cotidiano do aluno. É nessa etapa que o aluno será capaz de interpretar todo processo da atividade experimental à luz do conhecimento físico e adquirir um pensamento crítico com relação a temática ambiental. Dessa forma, espera-se que os alunos sejam capazes de compreender a solução de problemas com auxílio de um conceito científico, ou seja, o potencial explicativo e conscientizador das teorias científicas que precisam ser explorados (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNANBUCO, 2009). Essa proposta didática será direcionada aos alunos da 3^o série do Ensino Médio no ensino regular.

4.2 O EFEITO ESTUFA DA TERRA: ALGUNS CONCEITOS BÁSICOS

O efeito estufa é um processo natural que ocorre numa atmosfera planetária devido à presença de determinados gases, os chamados gases de efeito estufa. Sabemos que os principais gases de efeito estufa da atmosfera terrestre são: vapor d'água (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), CFCs e ozônio (O₃) (Barry & Chorley, 2013 Apud JUNGES et al, 2018). Tais gases têm a propriedade de ser ativos radioativamente na faixa de comprimentos de onda longos, ou seja, absorvem radiação na faixa do comprimento de onda do infravermelho. Ao mesmo tempo, são transparentes à radiação de comprimentos de ondas curtos como a radiação visível, ou seja, absorvem pouca ou quase nenhuma radiação visível. A consequência disso é de que a radiação visível proveniente do Sol (luz) atinge com facilidade a superfície da Terra, mas a radiação infravermelha reemitida pela Terra para o espaço encontra dificuldade em atravessar a nossa atmosfera.

Como podemos visualizar na Figura 1, a maior parte (cerca de 70%) da radiação visível proveniente do Sol entra no sistema terrestre (os outros 30% são refletidos). Uma vez aquecida, a Terra reemite para o espaço radiação infravermelha que, por sua vez, é absorvida pelos gases estufa. Após absorverem, os gases - estufa reemitem novamente radiação infravermelha em todas as direções, sendo que parte da radiação é perdida para o espaço e parte é retida na baixa atmosfera. A consequência da presença dos gases estufa é de que a radiação infravermelha tem seu caminho para o espaço obstruído, ou seja, os gases - estufa inibem a perda de radiação infravermelha para o espaço tornando a baixa atmosfera mais quente do que

estaria na ausência desses gases. O efeito é análogo àquele produzido por um casaco que durante os dias frios ajuda a manter a temperatura corporal. De fato, o casaco não aquece nosso corpo, mas inibe a perda de energia para o ambiente.

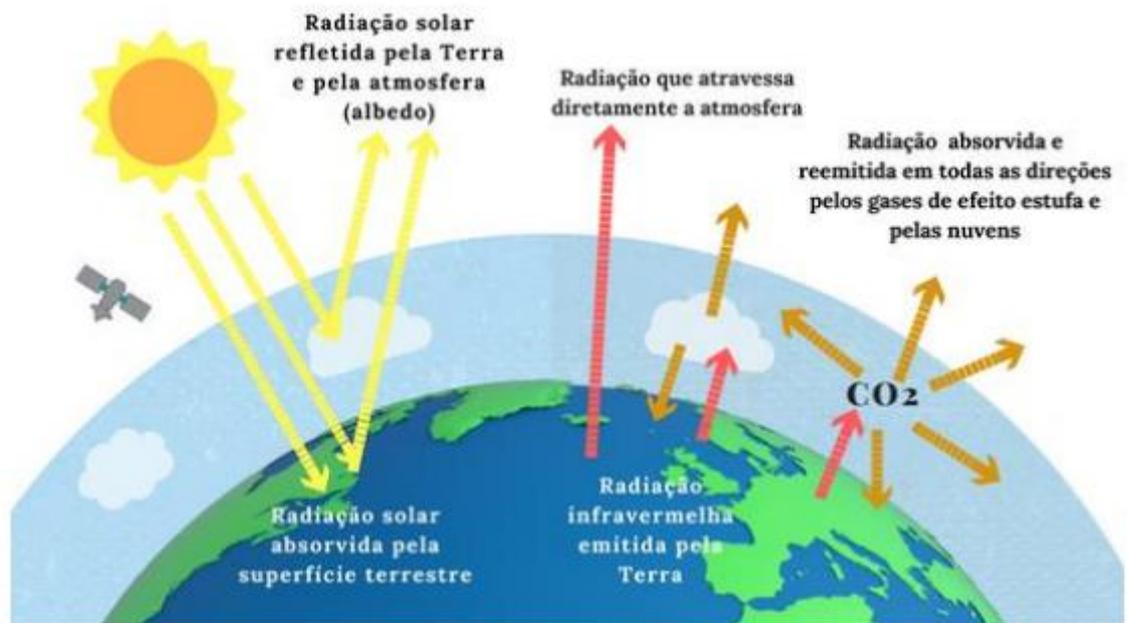


Figura 1: representação do efeito estufa da terra. Fonte: JUNGES *et al*, 2018

Para o nosso estudo é importante compreender alguns conceitos físicos envolvidos. Em primeiro lugar é preciso compreender a diferença entre o espectro de emissão do Sol e o espectro de emissão da Terra. Começamos lembrando que todo corpo acima da temperatura conhecida como “temperatura absoluta” de 0 Kelvin (-273 °C) emite radiação na forma de ondas eletromagnéticas. Para uma melhor compreensão na figura 2 será apresentado o espectro eletromagnético.

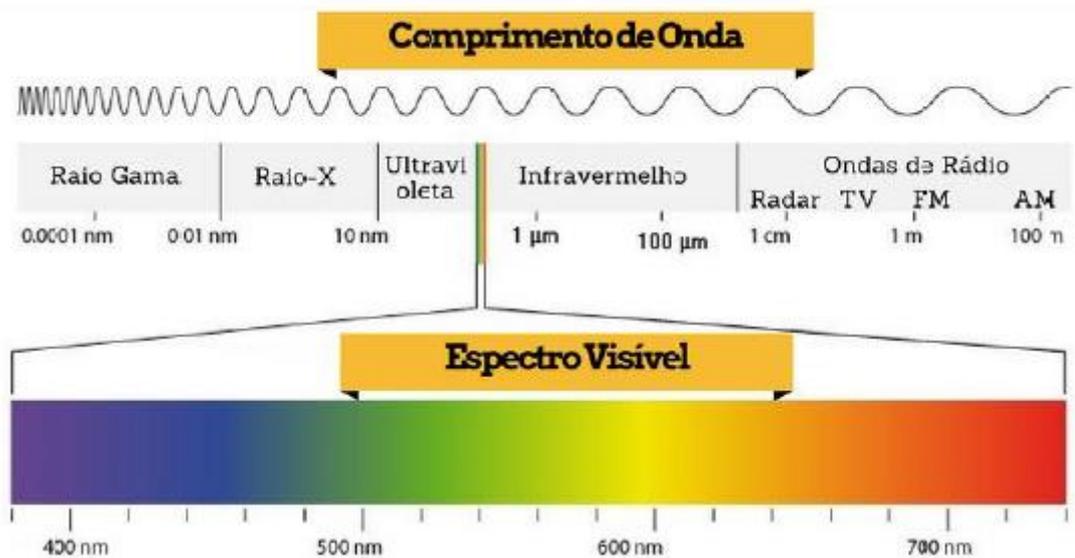


Figura 2: Espectro eletromagnético, com destaque à estreita faixa da luz visível: Fonte: JUNGES et al, 2018

A lei de Wien nos fornece uma relação entre a temperatura absoluta e o comprimento de onda de máxima intensidade que um corpo emite. A Figura 3 apresenta o gráfico da intensidade da radiação emitida versus o comprimento de onda. A intensidade máxima de radiação pode ser obtida pela lei de Stefan-Boltzmann e o comprimento de onda de máxima emissão (pico de emissão) pela lei de Wien. A lei de Wien explica porque uma barra de ferro em aquecimento torna-se primeiro vermelha, depois amarela e finalmente esbranquiçada, ou seja, quanto maior a temperatura de um corpo tanto menor é o comprimento de onda em que ocorre a emissão de máxima intensidade.

Lei de Stefan-Boltzmann

$$I = \sigma \cdot T^4$$

Lei de Wien

$$\lambda_{\text{máx}} \cdot T = 2.8976 \times 10^{-3} \text{ m.K}$$

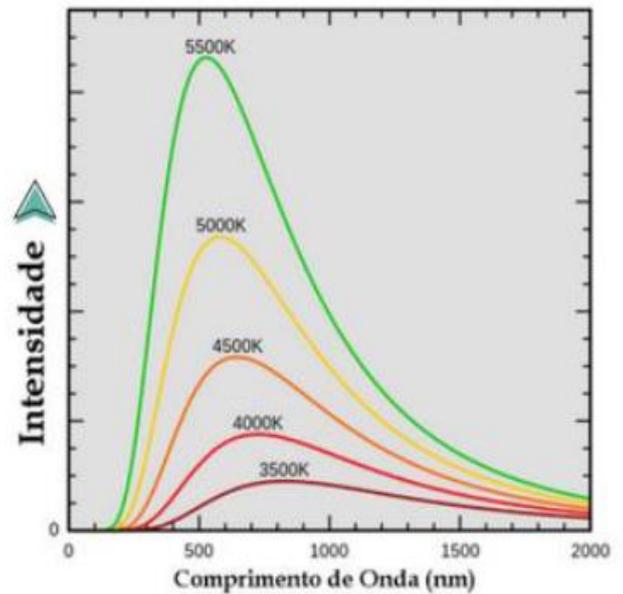


Figura 3³: Intensidade da radiação emitida versus o comprimento de onda para um corpo negro ideal. Fonte: JUNGES et al, 2018

Podemos agora compreender a diferença entre os picos de emissão (comprimento de onda de máxima intensidade) do Sol e da Terra. O Sol, que está a uma temperatura de superfície de cerca de 5.700 K, emite a maior parte de sua energia na faixa de comprimentos de onda da luz visível (~0,5 μm). Por sua vez, a Terra que possui temperatura média de superfície de 288 K tem seu pico de emissão na faixa de comprimentos de onda do infravermelho (~10 μm).

É preciso entender o que acontece com a radiação solar e a radiação terrestre na atmosfera da Terra. Ou seja, devemos olhar mais de perto como a radiação interage com os gases da atmosfera da Terra. Já vimos que existem diversos gases de efeito estufa na atmosfera. No que segue vamos analisar o mecanismo do efeito estufa a partir da molécula do dióxido de carbono, o CO_2 é opaco (não deixa passar) a radiação com comprimento de onda em torno de 4,2 μm e 15 μm .

³ A lei de Stefan-Boltzmann - Segundo esta lei, a energia radiante total que emite um corpo negro por unidade de superfície (W) é proporcional à quarta potência da temperatura absoluta (T). É expressa pela seguinte expressão matemática: $W = \sigma T^4$, onde σ é a chamada constante de Stefan-Boltzmann, que tem o valor de $5,6697 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$.

A lei de Wien – É a lei da física que relaciona o comprimento de onda onde se situa a máxima emissão de radiação eletromagnética de corpo negro e sua temperatura.

Quando a molécula de dióxido de carbono interage com a radiação as suas ligações químicas podem vibrar de acordo com diferentes orientações e frequências. Fazendo uma analogia com os modos normais de vibração de uma corda de violão, podemos falar em modos normais de vibração das moléculas. Assim, quando a radiação infravermelha incidente na molécula possui frequência compatível com a frequência dos modos normais de vibração, a molécula de CO₂ pode absorver a radiação (Smith, 1999 *apud* JUNGES *et al*, 2018). Estamos agora em condições de entender por que o CO₂ é um gás de efeito estufa. Olhando para as bandas de absorção de 4,2 μm e 15 μm vemos que elas estão justamente na faixa de comprimentos de onda do infravermelho em que a Terra emite radiação de volta para o espaço, estando o pico de emissão da Terra em 10 μm o que faz com que a absorção de radiação de 15 μm seja particularmente intensa. Em suma, fica claro a partir disso que o CO₂ absorve e reemite a radiação infravermelha emitida pela superfície da Terra, sendo justamente as bandas de absorção que permitem a existência do efeito estufa.

4.3 A INTENSIFICAÇÃO DE EFEITO: O PLANETA VAI AQUECER?

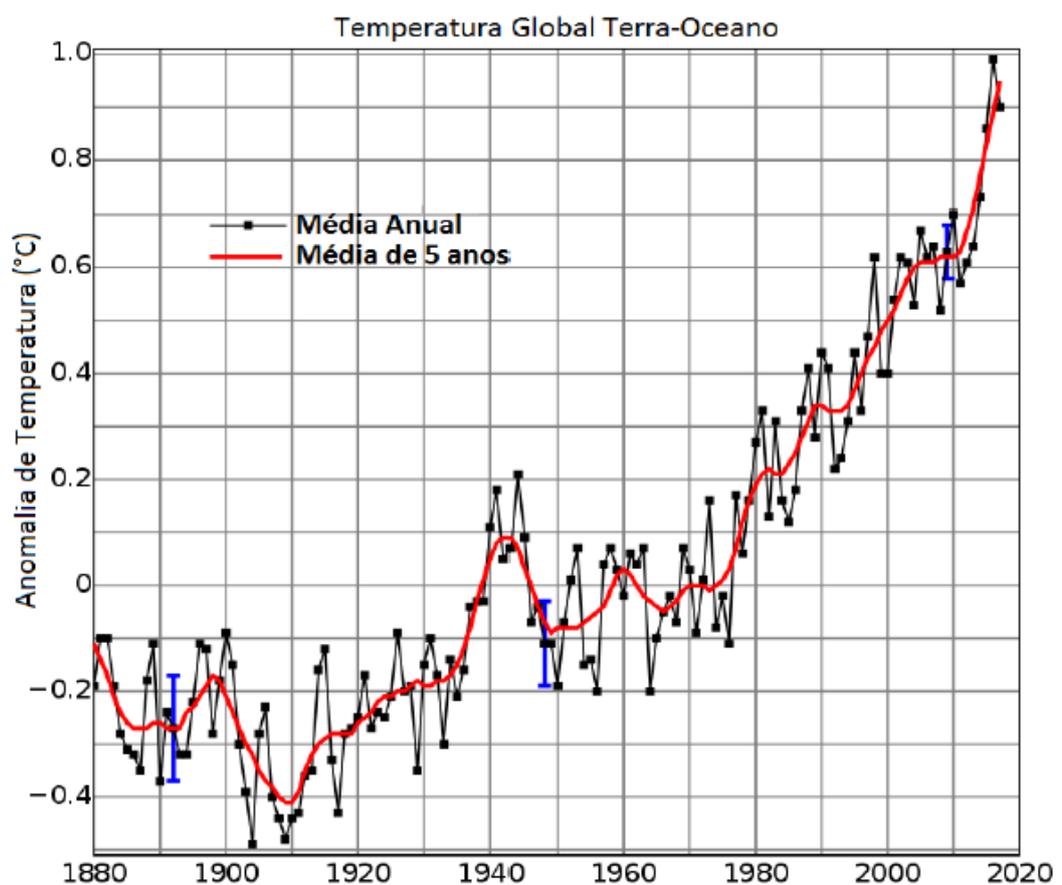
O efeito estufa da Terra é um processo natural essencial para a vida no planeta. Contudo, embora seja um processo natural da Terra, o efeito estufa não é um fenômeno imutável e mudanças na composição química da atmosfera implicam em mudanças no próprio efeito estufa. O que então esperar de um aumento na concentração de gases estufa? a resposta intuitiva é de que um aumento da quantidade de gases estufa na atmosfera da Terra resulte num aumento do efeito estufa e conseqüentemente um aumento da temperatura do planeta.

Como já observado, podemos compreender o mecanismo de intensificação do efeito estufa recorrendo ao conceito de balanço de energia. Aumentando a concentração de gases estufa iremos aumentar a capacidade da atmosfera em absorver radiação infravermelha, especialmente, nas regiões mais altas da atmosfera. Assim, o aumento da concentração dos gases estufa, dificulta a saída de radiação no topo da atmosfera e, desse modo, produz um desequilíbrio entre o fluxo de entrada e saída de radiação. Para que a Terra consiga emitir novamente a mesma quantidade de energia ela precisa aquecer, pois a intensidade (fluxo de energia por unidade de área e de tempo) é proporcional à temperatura na quarta potência ($I_s = \sigma \cdot T e^4$). Ou

seja, a Terra irá aquecer até uma temperatura que permita reestabelecer o equilíbrio entre a entrada e saída de energia no topo da atmosfera. Assim, a nova temperatura de superfície será maior.

A partir da segunda metade do século XX dados de estações meteorológicas e dados de satélites têm indicado que de fato está ocorrendo um aumento da temperatura média global, registrando um aumento de quase 1 °C desde o período pré-industrial. Esse resultado é conhecido por aquecimento global e é apresentado na tabela a seguir:

Tabela 1: gráfico da variação da temperatura média global.



Fonte: JUNGES et al, 2018

O IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) criado em 1988 sob o comando da Organização Meteorológica Mundial (WMO) em seus relatórios tem atestado com níveis de confiança cada vez maiores que as evidências científicas são suficientemente fortes para afirmar que o aquecimento observado tem como causa dominante as emissões antropogênicas de gases estufa (Ipcc, 2013, *apud* JUNGES *et al*, 2018). Para poder atribuir de forma inequívoca à ação do homem no aquecimento do clima, cientistas tomaram em consideração a ação de outros fatores naturais como a influência do Sol, os vulcões e os ciclos orbitais de Milankowitch. Todos estes fatores podem atuar como forçantes climáticas afetando o clima do planeta. Contudo, a evidência científica atual é de que os fatores naturais não são capazes de explicar o aumento da temperatura registrado nas últimas quatro décadas.

Assim, por exemplo, medidas de satélites da irradiância solar, disponíveis a partir de 1980, têm indicado que a intensidade da radiação do Sol tem mantido valores aproximadamente constantes, em torno de 1361 W/m^2 (Lockwood, 2010, *apud* JUNGES *et al*, 2018). Ou seja, nenhum aumento significativo na radiação solar tem sido observado que pudesse explicar o aquecimento.

Em função destas considerações e tomando por base a descrição da física básica do efeito estufa apresentado no texto conceitual, podemos agora realizar a atividade experimental que sintetiza as razões para o alerta feito por cientistas sobre as consequências do aumento do efeito estufa através do entendimento científico demonstrado no experimento.

4.4 ATIVIDADE EXPERIMENTAL: SIMULADOR DO EFEITO ESTUFA

4.4.1 Objetivos

- a) Mostrar como funciona o efeito estufa a partir da simulação experimental;
- b) Explorar o comportamento da radiação solar quando entra na atmosfera terrestre e a influência dos gases na temperatura da Terra;
- c) Definir o efeito estufa e o aquecimento global na luz do conhecimento físico, seus mecanismos, variáveis e consequências;

- d) Reconhecer a responsabilidade de cada um na preservação do meio ambiente e, conseqüentemente, do clima do planeta;
- e) Discutir soluções para o problema do aquecimento global.

4.4.2 Materiais

- a) 1 lâmpada com luz intensa;
- b) termômetros;
- c) 2 copos com água;
- d) 1 rolo de papel alumínio;
- e) 1 caixa de sapato;
- f) 1 tesoura;
- g) 1 rolo de filme plástico;
- h) 1 fita adesiva.

4.4.3 Procedimentos

- a) Forre o interior da caixa com papel alumínio e coloque um dos copos com água dentro da caixa;
- b) Tampe a caixa com o filme plástico;
- c) Coloque o segundo copo e a caixa preparada anteriormente sob luz do Sol ou da lâmpada;
- d) Após 15 minutos, abra a caixa e sinta com o dedo ou meça com o termômetro a temperatura da água, verificando qual dos copos está com a água mais quente.

Ao iluminar a caixa, a luz passa pelo filme plástico e, ao encontrar a superfície, é absorvida e se transforma em calor. O ar dentro da caixa então se aquece e não consegue sair da caixa por causa do filme plástico, aumentando, assim, a temperatura interna da caixa. Por esse motivo, a água do copo que está dentro da caixa fica mais quente do que a do copo que está fora.

4.4.3 Questionário

- a) Após a realização experimental explique com bases científicas qual copo estava com a água mais quente.
- b) O aumento na quantidade de gases na atmosfera provoca um efeito similar ao que fizemos na atividade. Escreva algumas consequências dele.
- c) Destaque os conteúdos físicos apresentados na atividade experimental. Você consegue estabelecer uma relação dos conteúdos destacados no contexto ambiental? Explique.
- d) O que você pode fazer para diminuir a emissão de gás na atmosfera?
- e) As questões ambientais ocupam cada vez mais espaço entre as discussões na sociedade. O que você pensa sobre este assunto?

- f) Relate sua opinião sobre a abordagem da temática ambiental no ensino de Física?

Essa atividade na modalidade de ensino remoto deve ser realizada com o auxílio do professor, o mesmo deverá anexar na plataforma de ensino vídeos a respeito da proposta experimental, assim como fornecer materiais de leitura e propor ferramentas que servirá como apoio para que o aluno possa desenvolver a atividade experimental.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Física presente no cotidiano é de suma importância para fazer a ponte entre o conhecimento prévio do aluno e o conhecimento científico. Este último deve ser construído coletivamente, através de discussões, observações, dentre outros meios, possibilitando também uma maior interação entre os alunos, motivando-os a buscar razões e explicações para os fenômenos que acontecem à sua volta.

A utilização deste material didático permitirá ao professor abordar a temática ambiental presente no nosso dia a dia, mas pouco discutido em sala de aula. A proposta do material consiste na realização de uma atividade experimental cujo objetivo é explorar os conteúdos da Física no fenômeno do efeito estufa e proporcionar uma contextualização desses conteúdos com a temática ambiental.

Entendemos que, a melhor forma de se trabalhar esses conteúdos e de relacioná-los com as questões ambientais é através do experimento que propõe a investigação e, conseqüentemente a relação existente entre eles, proporcionando ao aluno a possibilidade de entendimento dos fenômenos ambientais presentes no nosso dia a dia. Sendo assim, a proposta da atividade experimental apresentada neste trabalho permite que os discentes tirem suas próprias conclusões e sejam capazes de estabelecer uma relação do conteúdo com o seu cotidiano. Além disso, a atividade experimental proporciona ao aluno desenvolver o seu lado crítico, permitindo uma visão mais ampla acerca da atuação do homem sobre a natureza e dos impactos que ele gera sobre ela podendo chegar até a ideias de como amenizá-los e questionar a necessidade dessas ações. O professor passa a ser o maior responsável por esse desenvolvimento e deve estar capacitado para responder aos possíveis questionamentos que possam surgir.

Sendo assim, o que o professor deve esperar de seus alunos e que esta atividade experimental que simula efeito estufa seja compreendida pelos estudantes, porque mais importante que apreender é compreender como este fenômeno natural, que sempre existiu no nosso cotidiano, desde seu princípio sempre nos beneficiando, agora pode passar a ser um grande vilão, se não utilizarmos corretamente os recursos que a natureza nos disponibiliza. Se atualmente o efeito estufa se tornará algo

prejudicial à população mundial, é devido à falta de conscientização da população em relação a excessiva poluição jogada na natureza.

REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, I. **Escola reflexiva e nova racionalidade**. Artmed. Porto Alegre, 2001.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes realidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, São Paulo, 2003.
- AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Rio de Janeiro: Técnicas Plátano, 2003.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conferência Sub-Regional de Educação Ambiental para Educação Secundária**. Chosica, Peru 1976.
- CARVALHO, S.M.M. **A interdisciplinaridade na educação ambiental**. Bahia, 2015. Disponível em : <<https://jus.com.br/1134132-sindy-mayanna-mascarenhas-de-carvalho/publicacoes>> , acesso dia 16 de fevereiro de 2021.
- Carvalho, L. M. (2001). **A Educação Ambiental e a formação de professores**. In MEC, Panorama da Educação Ambiental no ensino fundamental (pp. 55–83). Brasília, DF: Secretaria de Educação Fundamental de Ensino de Física, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNANBUCO, M. M. Ensino de Ciências, fundamentos e métodos. ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira. 3ª ed. 2009. Disponível em: <<<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2>>>. Acesso em: 22 de dezembro de 2020.
- FOGAÇA, S, D. **Física X Meio Ambiente: A Importância da Física nos Fenômenos Relacionados ao Meio Ambiente**. UTPR, Paraná. em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2715/3/MD_ENSCIE_III_2012_13.pdf Acesso em: 20 de Março 2020.
- FREIRE, P. **A educação como prática de liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.
- GADOTTI, M. **Pedagogia da Terra e Cultura de Sustentabilidade**. São Paulo: Petrópolis, 2000.
- GUIMARÃES, L.E.; LEE, F. **Levantamento do Perfil e Avaliação da Frota de Veículos de Passeio Brasileiro Visando Racionalizar as Emissões de Dióxido de Carbono**. Sociedade e Natureza, Uberlândia, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v22n3/13.pdf>> . Acesso em: 15 de maio de 2018.
- HELENE, M. **Poluentes Atmosféricos**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2010.

JOHN W. JEWETT, JR; RAYMOND A.SERWAY. **Física Para Cientista e Engenheiros**: Luz, Óptica e Física Moderna. Ed. 8ª. Vol. 4. São Paulo .

JUNGES.L.A; SANTOS,Y.V; MASSONI.T.N. **EFEITO ESTUFA E AQUECIMENTO GLOBAL: UMA ABORDAGEM CONCEITUAL A PARTIR DA FÍSICA PARA EDUCAÇÃO BÁSICA**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul Av.Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2018.

MAGALHÕES,A.D. **Aquecimento global: uma abordagem para o ensino de física**. Rev. Bras. Ensino Fís. vol.36 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2014.

MARCATTO, C. **Educação ambiental: conceitos e princípios**. Belo Horizonte: FEAM, 2002.

MARTINS, B.R.A; TIEPOLO, M. L. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE: O Ensino Experimental de Ciências com Base na Teoria Significativa de Ausubel**. Vol.1, 2014.

MORAES,L.E; COSTA, P.M; GEBARA, M.J.F. **A educação ambiental e o ensino de física: uma análise de documentos legais**. VII Congresso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias.2016, Bogotá.

MOREIRA, M. A. **Uma análise crítica do ensino de Física**. Estud. av. vol.32 no.94 São Paulo set./dez. 2018.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2001.

RODRIGUES, V.J. **Ensino de física e preservação ambiental: a importância das saídas a campo**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO – *Campus Palmas*. 2017.

RUBINO, L. N. **A Física envolvida no fenômeno do efeito estufa – uma abordagem CTS para o Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado. UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.

SCARLATO,F.C; POTIN,J.A. **Do Nicho ao Lixo: ambiente sociedade e educação**. 18. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

Werner da Rosa, C., & Becker da Rosa, Álvaro. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educación**, 58 (2), 1-24. 2012.

XAVIER, M.E.R;KERR, A.A.R. **O Efeito Estufa e as Mudanças Climáticas Globais**. IFUSP, São Paulo. Disponível em:
http://www.fap.if.usp.br/~akerr/efeito_estufa.pdf Acesso em: 15 de maio 2018.

ZITKOSKI, J.J; LEMES,K.R. **O Tema Gerador Segundo Freire: base para a interdisciplinaridade**. Dissertação de Mestrado. UFRGS. Rio Grande do Sul.