

CONSTRUÇÃO DE UM PRECIPITADOR ELETROSTÁTICO, UMA PROPOSTA PARA CONTEXTUALIZAR TEMAS AMBIENTAIS EM AULAS DE FÍSICA.

Eduardo Moura da Silva¹; Silas Rafael Cardoso Silva²; Jojel Lucio Sousa Mota³; Irineu Campelo da Fonseca Filho⁴

¹*Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí; eduardo.ifpi@gmail.com*; ²*Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí; srafae.email@gmail.com*; ³*Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí; joellucio991@gmail.com*; ⁴*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí/Campus Angical, irineu.campelo@ifpi.edu.br*

Resumo: Este trabalho visa avaliar a eficiência de experimentos de física com aplicação ambiental no aprendizado dos alunos com apresentação de conceitos que envolvem a prática da experimentação como forma de ilustração e demonstração de fenômenos físicos e ambientais com a intenção de aprimorar os conhecimentos científicos, interesse pelas ciências físicas e biológicas além de desenvolver uma consciência ambiental. O presente estudo foi aplicado com 32 alunos do *curso de administração integrado ao médio do Instituto Federal de Ciências Educação e Tecnologia – IFPI campus Angical*, na cidade de Angical do Piauí. Antes que fosse abordado o conteúdo e mostrado o funcionamento do experimento foi aplicado aos discentes uma avaliação diagnóstica (pré-teste), para avaliar seus conhecimentos prévios. Podemos concluir a partir do trabalho realizado, que apesar da renovação constante dos modelos de ensino, ainda existe uma lacuna de informações acerca das questões ambientais e da interdisciplinaridade no ambiente escolar. Contudo, essa deficiência vem sendo vencida através do uso da experimentação como meio de correlação e fixação do conhecimento, melhorando a construção do aprendizado e a relação professor/aluno/disciplinas.

Palavras – chave: Ensino; experimentação; precipitador eletrostático; meio ambiente; interdisciplinaridade.

1. Introdução

O estudo da temática ambiental torna-se cada vez mais necessário nos dias atuais, e é de suma importância termos conhecimento que nosso planeta passa por uma série de impactos negativos. O ser humano, ao se distanciar da natureza, passou a observar não mais como um todo, mas como uma grande fonte de recursos capazes de serem transformados em bens de consumo.

Com o passar do tempo, os níveis de degradação ambiental sentidos por diferentes setores da sociedade merecem uma atenção de diversos grupos sociais, nesses momentos passa-se a entender as relações entre sociedade e natureza. A compreensão de tais momentos sustenta-se na reflexão, em propostas de ação e tomada de decisões (SILVA; CARVALHO, 2012).

Conforme Fogaça (2013), o Meio Ambiente não se restringe apenas a fauna e a flora de uma região ou ao clima, mas, também, ao local em que vivemos. Daí a necessidade de se conhecer os vários aspectos. Os fenômenos relacionados ao clima como o Efeito Estufa,

Camada de Ozônio e Aquecimento Global são explicados pelas ciências em geral. Nesse caso, a Física tem papel fundamental na correlação dos conceitos com os fenômenos citados.

A escola tem um papel fundamental tanto na divulgação quanto na discussão dos problemas causadores dessas atividades nocivas a vida, e as possíveis soluções para tais. É essencial que os alunos reconheçam conceitos científicos relacionados à educação ambiental. De forma mais comum a interdisciplinaridade torna-se o meio mais adequado para se adquirir tal conhecimento.

No que se refere ao ensino da Física, tem se dado pouca atenção nas questões ambientais e acredita-se que com a interdisciplinaridade nas aulas desta disciplina, o tema de mudanças climáticas poderá ser abordado de uma forma mais ampla, provocando nos estudantes uma visão diferente da relação meio ambiente e clima, isso poderá levar a uma maior consciência ambiental e uma visão da Física de uma maneira diferente (BRASIL, 2002).

A qualidade de ensino aprendizagem vem perdendo força ao encontrar dificuldades no momento de repassar os conteúdos abordados por uma ineficaz metodologia já praticada ao longo dos anos.

No ensino de Física existe uma gama de atividades e recursos didáticos que contribuem para motivar os estudantes, viabilizando a aprendizagem. São vários os caminhos que o professor pode utilizar quando quer auxiliar na construção do conhecimento junto aos estudantes. A experimentação tem por finalidade buscar o conhecimento prévio do alunado e despertar o seu interesse no conceito físico, de modo que a disciplina de física torne-se uma disciplina mais didática e despertadora de novas ideias.

Este trabalho visa avaliar a eficiência de experimentos de física com aplicação ambiental no aprendizado dos alunos com apresentação de conceitos que envolvem a prática da experimentação como forma de ilustração e demonstração de fenômenos físicos e ambientais com a intenção de aprimorar os conhecimentos científicos, interesse pelas ciências físicas e biológicas, além de desenvolver uma consciência ambiental.

Para que os objetivos propostos para a elaboração do presente trabalho fossem alcançados (avaliar a eficiência de experimentos de física com aplicação ambiental no aprendizado dos alunos, melhorar o entendimento e conscientizar os alunos sobre a poluição do meio ambiente através da experimentação) foi realizado uma pesquisa de abordagem (qualiquantitativa). Nessa parte, a aplicação de questionário, foi o instrumento utilizado na coleta de dados.

2. Fundamentação teórica

2.1 Ensino de Física e meio ambiente

O termo educação ambiental surgiu em 1972 durante a Conferência das Nações Unidas (ONU) sobre o meio ambiente, realizada em Estocolmo na Suíça, onde foram discutidos inúmeros problemas ambientais, os quais se tornaram públicos para a sociedade a partir daquele ano. Nessa conferência se definiu pela primeira vez a importância da ação educativa na educação ambiental (PNUD).

O ensino de ciências é de grande importância na construção do conhecimento. Atrai-se ao uso de recursos e materiais didáticos permitindo aos discentes o exercício das suas capacidades: pensamento, reflexão, tomada de decisão e, além de tudo, contribuindo para o amadurecimento.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional para o Ensino de Ciências deixa claro no Art. 3º, Parágrafo IV, que todas as escolas deverão garantir a igualdade de acesso para os alunos a uma base nacional comum, que vise estabelecer a relação entre a educação fundamental e a vida cidadã por meio de articulações entre vários dos seus aspectos como: saúde, sexualidade, vida familiar e social, meio ambiente, trabalho, ciência e tecnologia, cultura, e as linguagens (BRASIL, 1996).

Nesses parâmetros o professor é peça fundamental pois traz consigo a experiência que por sua vez é utilizada para sanar as dúvidas e explicitar os problemas causados ao planeta como por exemplo o efeito estufa, buracos na camada de ozônio criando assim uma consciência ambiental nos alunos.

Um ensino sem inter-relações nos dias atuais do nosso planeta torna-se um tanto sem significado por parte do aluno, que deveria entender mais do seu cotidiano, compreender como acontecem os processos e fenômenos naturais, e a interdisciplinaridade irá justamente proporcionar a base para que o aluno saiba fazer relações com várias áreas do conhecimento.

Tendo em vista que o indivíduo consegue interagir com esses conhecimentos científicos e tecnológicos, entenderá com mais facilidade o mundo a sua volta e em seguida o universo em que vive. De forma desestimulante o ensino de ciências vem sendo abordado de forma conceitual com formulas e leis matemáticas, exercícios repetitivos que estimulam apenas a memorização.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000), “é preciso rediscutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada” (p.23), pois a “percepção do saber físico

como construção humana constitui-se condição necessária, mesmo que não suficiente, para que se promova a consciência de uma responsabilidade social e ética” (p.28).

Cabe ressaltar que, para uma aprendizagem significativa se concretize, o docente deve dispor de um material criativo que faça sentido ao aluno e prenda sua atenção naquele momento, sendo a interação professor/aluno fundamental na construção do conhecimento sobre os temas abordados e posteriormente na construção de conhecimentos futuros.

Mediante aos informes, colocamos em evidência a importância da inclusão do tema transversal “meio ambiente” no ensino-aprendizagem de física. Os estudos de tais práticas ajudam na construção de atitudes e condutas favorecendo a prática da cidadania e a preservação do meio em que habitamos trazendo ao consciente que a preservação é inerente a todos as atividades realizadas no meio.

Nesse sentido faz-se necessária a promoção de propostas educacionais, usando como um dos meios a educação ambiental, que propicia a reflexão, discussão e posteriormente a mudança de pensamento das pessoas e das instituições.

A Física tem um papel essencial quando se trata de soluções, principalmente de ordem tecnológica das mudanças climáticas, pois se faz necessário ter o conhecimento físico de como se dá o processo e as consequências dos impactos de nível climático, bem como procurar soluções para entender a dinâmica do clima e a sua função no meio ambiente.

O ensino de Física, devido a sua importância, precisa atualizar a forma de tratar os conceitos onde os estudantes, de forma geral, possam ser influenciados a se empenharem na construção dos conhecimentos a respeito dos fenômenos naturais diretamente ligados à sobrevivência no planeta.

Assim, os conhecimentos físicos devem ser trabalhados de modo que os conceitos sejam compreendidos de forma ampla e significativa, no sentido de “contribuir para a formação de cidadãos conscientes, aptos a decidir e a atuar na realidade socioambiental de modo comprometido com a vida, com o bem-estar de cada um e da sociedade, local e global”. (BRASIL, 1998, p.67).

2.2 Mudanças climáticas de caráter mundial

O conceito de “mudança climática” se dá ao conjunto de alterações nas condições do clima da Terra pelo acúmulo de diferentes gases. As mudanças do clima associam-se tanto a variação natural quanto à variação originada das atividades feitas pelo homem.

O sistema climático atua dentro de um complexo funcional interligado, composto por elementos como a superfície da terra, os oceanos e águas, camadas de gelo e neve, a

atmosfera e corpos vivos (IPCC, 2007b). Tais elementos interagem entre si através dos processos naturais como o balanceamento entre a atmosfera e os oceanos, os processos de evaporação, o efeito estufa entre outros.

Para maior entendimento o efeito estufa é uma característica natural necessária para manter a terra aquecida, se não fosse assim, a terra seria demasiado fria, dificultando a existência de vida nela (STERN, 2006). Entretanto o problema está no estímulo externo excessivo ocasionado um aquecimento maior ao gerado naturalmente.

No que se refere a última publicação do IPCC (2007a), tem-se maior certeza hoje, comparada com relatórios anteriores, que os aumentos de temperatura e as variações do clima, são provavelmente causados por emissões antropogênicas de GEE (Gases de Efeito Estufa). Na referente publicação, estão associadas as atividades humanas a produção desses gases, assim aumentando a probabilidade do aumento da temperatura dos oceanos, derretimento das geleiras entre outros.

Os mapas globais de clima almejam para o futuro, ainda com algum grau de incerteza, grandes mudanças em extremos climáticos, como ondas de calor, ondas de frio, chuvas intensas e enchentes, secas, e mais intensos e/ou frequentes furacões e ciclones tropicais e extratropicais.

Se continuar o padrão atual de emissão de GEE, é muito provável que o aquecimento aumente e que as mudanças observadas em todos os componentes climáticos sejam superiores para 2100 (IPCC, 2007b).

De acordo com o Relatório Planeta Vivo (WWF, 2006), os resíduos produzidos pelo homem, entre eles os GEE, já estão ultrapassando a capacidade de absorção e de regeneração dos recursos da Terra.

O aquecimento global pode tornar mais vulnerável os diferentes tipos de habitat, como os oceanos, as florestas e habitats de água doce. De acordo com Thomas et al. (2004), a mudança climática nos últimos 30 anos tem sido responsável pelas modificações na distribuição e abundância das espécies.

Malcolm et al. (2006) argumenta que a taxa de extinção em lugares especiais de biodiversidade tropical induzida pela mudança climática excede, em alguns casos, a produzida pelo desmatamento.

Portanto as mudanças climáticas são as principais causadoras da má qualidade de vida dos indivíduos presentes no ambiente, na qual sem um ambiente familiarizado, não é possível um bom desenvolvimento sociocultural, assim afetando a qualidade de vida de cada indivíduo.

3. Metodologia

Segundo as diretrizes Curriculares (2008) a proposta de construção de experimentos/experimentação no Ensino de Física não pode ser apenas para demonstração e explicação do fenômeno físico, precisa ser atividades com posturas questionadora que permita que o aluno dialogue constantemente com o conteúdo lançando questionamentos e explicitando suas ideias.

3.1 Da construção

Materiais utilizados: duas rolhas, duas borrachas cilíndricas, um tubo de vidro, um fio de cobre fino e um grosso, um apoio de metal para segurar o tubo de vidro, cigarro para gerar fumaça e um gerador de Van de Graaf para gerar tensão.

Com ajuda dos alunos o precipitador eletrostático foi construído da seguinte forma: inicialmente todos os materiais necessários foram reunidos, em seguida foi pego o tubo de vidro cilíndrico e suas extremidades foram vedados com rolhas após a vedação foram feitos orifícios nas rolhas por onde, um lado entraria o tubo de borracha cilíndrico, onde nesse tubo uma das suas extremidades ficaria dentro do tubo de vidro e a outra foi utilizada para pôr o cigarro, e pela outra extremidade do tubo de vidro foi introduzida o fio de cobre mais grosso.

Em seguida ao redor do tubo de vidro foram dadas diversas voltas com o fio de cobre mais fino após o termino desse processo o tubo foi fixado no apoio de metal, em seguida conectamos a ponta do fio de cobre mais grosso ao polo negativo do gerador de Van de Graaf e ao polo positivo foi conectado ao fio mais fino. Por fim estava construído o precipitador eletrostático.

3.2 Da aplicação

Pré testes e pós testes, testes são instrumentos ou ferramentas utilizadas para medir mudanças. Se a ferramenta em si tiver problemas, não poderá medir com precisão as mudanças no conhecimento. Para que um pré e pós-teste seja válido e confiável deve conter perguntas claras e bem escritas. Foi elaborado um questionário na qual continham perguntas relacionadas com o dia dia do alunado, pois com o questionário estima-se obter resultados sobre como está o conhecimento prévio dos discentes antes da exposição do experimento e depois de explicar como funciona o experimento.

O presente estudo foi aplicado com 32 alunos do curso de administração integrado ao médio do Instituto Federal de Ciências Educação e Tecnologia – IFPI campos Angical, na cidade de Angical do Piauí. Antes que fosse abordado o conteúdo e mostrado o funcionamento do experimento foi aplicado aos discentes uma avaliação diagnostica (pré-

teste), para avaliar seus conhecimentos prévios. O pré-teste foi composto de 14 (quatorze) questões de múltipla escolha onde cada questionamento continha alternativas de **a** à **d**.

Posteriormente à aplicação do pré-teste foram recolhidas e em seguida foi ministrado uma aula sobre os princípios e o surgimento da eletrostática, na qual é o conteúdo que aborda a experimentação, assim buscando formular o senso crítico do alunado de acordo com o dia dia em que estão inseridos.

Após o término da exposição do conteúdo, foi apresentado aos alunos uma contextualização do tema ministrado através da experimentação, nesse caso o precipitador eletrostático que tem seu funcionamento da seguinte maneira: o precipitador eletrostático nada mais é do que um gerador de cargas negativas, sendo que nesse caso, essa carga é gerada pelo gerador de Van de Graaf, onde as cargas negativas (-) são passadas através do fio de cobre mais grosso. A parte positiva (+) é conectada no fio mais fino que está enrolado no tubo. ou redor do tubo.

Em seguida é introduzida a fumaça, no experimento foi utilizada a fumaça de cigarro, que ficou confinada dentro do tubo. O gerador de Van de Graaf foi ligado fazendo com que as partículas de fumaça, através do fio mais grosso, carregado negativamente, fosse ionizada adquirindo cargas negativas e sendo atraídas para a parede do tubo onde o mesmo estava carregado positivamente por meio do fio mais fino finalizando com a purificação do ar dentro do experimento.

Em seguida foi entregue aos alunos uma nova avaliação, de pós teste, também constituído de 14 (quatorze) questões de múltipla escolha onde também cada questionamento estava imbuído de alternativas de **a** à **d**, assim finalizando o estudo.

4. Resultados e Discussão

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental compartilham dessa premissa ao mencionarem que as ciências naturais no bojo curricular das séries iniciais deve buscar um ensino que permita aos estudantes compreender o mundo e atuar como indivíduos críticos e participativos, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica. Nessa perspectiva, o documento aponta para a potencialidade de serem vinculados tais conhecimentos ao aspecto do desenvolvimento afetivo, dos valores e das atitudes, que devem estar presentes no ensino de ciências como forma de conceber oportunidade de encontro entre professor, aluno e o mundo, reunindo a vivência dos estudantes e proporcionando meios para que ultrapassem o senso comum e apontem para a construção do conhecimento científico. “Se a intenção é que os alunos se apropriem do conhecimento científico e desenvolvam uma

autonomia no pensar e no agir, é importante conceber a relação de ensino e de aprendizagem como uma relação entre sujeitos, em que cada um, a seu modo e com determinado papel, está envolvido na construção de uma compreensão dos fenômenos naturais e suas transformações, na formação de atitudes e valores humanos” (BRASIL, 1997, p.33)

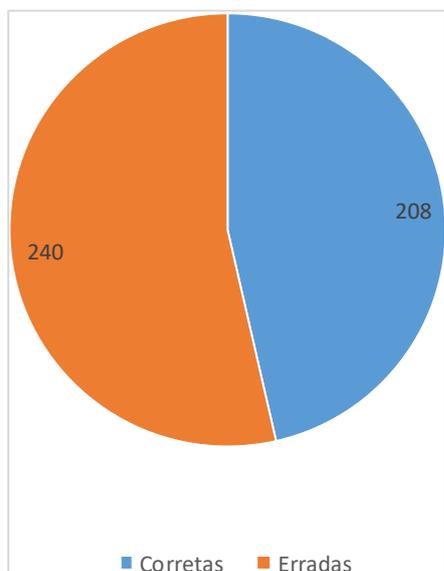
De acordo com a análise dos dados foi-se levantado um gráfico na qual mostra os resultados antes e depois de aplicar o experimento precipitador eletrostático, portanto o gráfico mostra os resultados obtidos na qual estima-se de acordo com a hipótese de aprendizagem do alunado.

O gráfico 1 mostra a análise dos questionamentos no pré-teste, ou seja, antes da aula com uso do precipitador eletrostático como objeto de experimento. No total, 32 (trinta e dois) alunos participaram da pesquisa, onde cada aluno respondeu um questionário de múltipla escolha de 14 (quatorze) questões com o intuito de avaliar seus conhecimentos prévios sobre a eletrostática e sua aplicação no dia a dia. O gráfico leva em consideração o somatório de todas as questões totalizando 448 (quatrocentos e quarenta e oito).

Nele podemos identificar que a quantidades de erros e acertos foram medianamente iguais, havendo apenas uma diferença de 40 (quarenta) questões para respostas erradas, mostrando que em média quase metade dos alunos pesquisados já tiveram um contato com o tema abordado.

Em se tratando de porcentagem, a quantidade de questões acertadas foi de 46,43% e de questões erradas foram de 53,57%, assim não existindo uma grande diferença entre seus conhecimentos prévios.

Figura 1: avaliação dos questionamentos antes da experimentação.



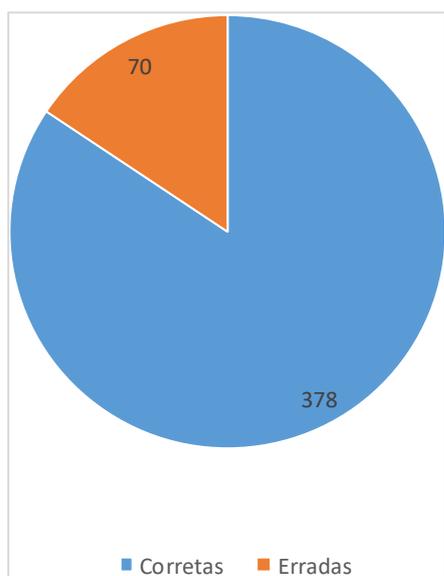
Fonte: dados da pesquisa

No gráfico 2 é exposto a análise dos dados depois da aula com uso da experimentação como meio de abordar a interdisciplinaridade entre temas ambientais e a Física. É possível observar um aumento significativo na quantidade de respostas corretas, mostrando a influência do uso do experimento na compreensão e entendimento do tema abordado.

No segundo momento, podemos verificar uma evolução em relação ao teste anterior. No pós-teste foram obtidos 378 (trezentos e setenta e oito) acertos e somente 70 (setenta) questões respondidas incorretamente. Nessa etapa da pesquisa o percentual de questões corretas foi de 84,37% e incorretas foi de 15,63%.

Percebe-se que houve uma melhoria no aprendizado dos estudantes com uso da experimentação, assim como também é destacado nos trabalhos de (MEIRA, 2009), (PEREIRA, 2007), (ALVES, ET AL, 2016), onde analisando os resultados é notável o impacto positivo que o uso de experimentos proporcionou nos conteúdos de Física abordados pelos autores.

Figura 2: Gráfico representando as respostas dos alunos no pós-teste.



Fonte: dados da pesquisa.

Fazendo um comparativo entre o pré-teste e o pós-teste, podemos ver uma clara diferença no percentual de erros e acertos. No primeiro momento tivemos uma redução de 170 (cento e setenta) questões correspondendo assim a 37,94%. Já no pós-teste tivemos um aumento (respostas corretas) de 162 (cento e sessenta e dois) atentando a 36,16%.

Observamos que o ensino expositivo apenas professor/aluno, a cada dia que passa vem se tornando inadequado para uma boa aprendizagem. O mundo está em constante evolução em se tratando de novas tecnologias, métodos de estudos entre outros e como profissional competente o professor deve estar em constante aperfeiçoamento de suas práticas e métodos.

Segundo Cachapuz et al (2005, p. 10) “Para uma renovação no ensino de ciências precisamos não só de uma renovação epistemológica dos professores, mas que essa venha acompanhada por uma renovação didático-metodológica de suas aulas”

Nesta perspectiva, podemos citar o da experimentação como ferramenta didática facilitadora no processo ensino-aprendizagem, visto que vem se mostrando eficiente no combate contra as dificuldades de ensino, mesmo que pouco utilizado pelos docentes. Fato este que comumente acontece não apenas por falta de interesse dos mesmos, mas também devido a falta de incentivo do sistema educacional brasileiro. Portanto a pesquisa no ensino por meio do uso de experimentos, é como mostra os resultados desta pesquisa e de várias outras nessa área, o meio mais plausível para desenvolver o senso crítico do alunado na qual está submetido.



5. Conclusão

Podemos concluir a partir do trabalho realizado, que apesar da renovação constante dos modelos de ensino, ainda existe uma lacuna de informações acerca das questões ambientais e da interdisciplinaridade no ambiente escolar. Contudo essa deficiência vem sendo vencida através do uso da experimentação como meio de correlação e fixação do conhecimento, melhorando a construção do aprendizado e a relação professor/aluno/disciplinas.

A cada dia a discussão de temas ambientais faz-se mais necessária no âmbito escolar pela sua importância e deve ser debatida com mais frequência pois a continuação e

preservação da vida no planeta depende muito da construção e formação de novas ideias, meios e caminhos de se construir um ambiente mais colaborativo para a coexistência das espécies.

Constatamos que há uma necessidade mais abrangente na divulgação de temas ambientais e de sua proliferação em sala, também existe uma deficiência na construção do conhecimento dos alunos no que se refere a formação de opinião e de se tornarem cada vez mais questionadores.

6. Referências

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Física**. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial** [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF, v. 134, n. 248, 23 dez. 1996. Seção 1, p. 27834-27841.

BRASIL. **Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Brasília: MEC/SEMT, 2000.

BRASIL. **Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental**. – Brasília: MEC/SEF, 1998.174 p.

CACHAPUZ, Antonio et al. **A necessária revolução do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org). **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

IPCC. **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth** University Press, Cambridge, UK, 2007a. p. 7-22.

Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Eds., Cambridge
IPCC. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group**

I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Eds). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007b. p. 2-18.

MALCOLM, J.R.; LIU, C.; NEILSON, R.P.; HANSEN, L.; HANNAH, L. Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity hotspots. **Conservation Biology**, v. 20, n. 2, p. 538-548, 2006.

MEIRA, R.C. Desempenho de um precipitador eletrostático operando na renovação de nanopartículas de aerossóis. 2009. 123f. Trabalho de conclusão de curso (Mestre em Engenharia química) – Universidade Federal de São Carlos Centro de Ciências Exatas e de Tecnologias. São Carlos, 2009.

PEREIRA, P.L. Avaliação do uso de placas perfuradas para distribuição de fluxo em precipitadores eletrostáticos, utilizando a dinâmica dos fluidos computacional. 2007. 119f. Trabalho de conclusão de curso (Mestre em Processos Industriais) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo, 2007.

THOMAS, C.D., CAMERON, A.; GREEN, R.E.; BAKKENES, M.; BEAUMONT, L.J.; COLLINGHAM, Y.C.; ERASMUS, B.F.N.; DE SIQUEIRA, M.F.; GRAINGER, A.; HANNAH, L.; HUGHES, L.; HUNTLEY, B.; VAN JAARVELD, A.S.; Midgley, G.F.; MILES, L.; ORTEGA-HUERTA, M.A.; PETERSON, A.T.; PHILLIPS, O.L.; WILLIAMS, S.E. Extinction risk from climate change. **Nature**, v. 427, n. 6970, p. 145-148, 2004.

STERN, Nicholas. **Stern Review on the Economics of Climate Change**. Cambridge University Press. 2006.

WWF. **International (World Wide Fund for Nature). Living Planet Report 2006**. Gland, Switzerland. 2006.