



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO ~ UFRJ

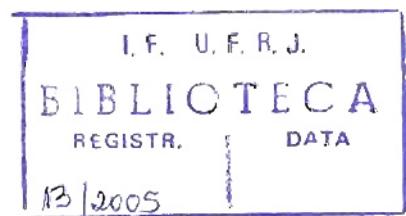
INSTITUTO DE FÍSICA – UFRJ

**PROJETO DE INSTRUMENTAÇÃO DE FINAL DE CURSO**

**UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM PARA A  
LEVITAÇÃO ELETRODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO  
SEGUNDO O ENFOQUE CTS - CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E SOCIEDADE.**

**ANDERSON GOMES DE PAULA**

Rio de Janeiro  
Novembro de 2005



**ANDERSON GOMES DE PAULA**  
**DRE:100103493**

**UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM PARA A  
LEVITAÇÃO ELETRODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO  
SEGUNDO O ENFOQUE CTS - CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E SOCIEDADE**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr<sup>a</sup>. Deise Miranda Vianna

Rio de Janeiro

**ANDERSON GOMES DE PAULA**  
**DRE:100103493**

**UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM PARA A  
LEVITAÇÃO ELETRODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Física.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Artur B. Chaves  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Deise Miranda Vianna  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Prof. Ms. Marcos Binderly Gaspar  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

**SUPLENTE**

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Susana L. de Souza Barros

Rio de Janeiro, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2005

Aos meus pais pela minha existência e apoio nas horas difíceis;  
Aos meus irmãos pela motivação;  
Ao meu amor sentido da minha existência.

## **Agradecimentos**

À Prof. Deise Miranda Vianna, pela sua orientação paciente e boas idéias.  
Ao amigo Cristiano da Silva pelo incentivo e valiosa ajuda.  
Ao amigo José Teles.

## Resumo

Apresentamos uma abordagem de parte do conteúdo do magnetismo para o Ensino Médio com ênfase em CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade. Em particular será tratada a indução magnética, fenômeno que fornece o suporte científico necessário para a compreensão de algumas tecnologias, em especial a utilizada na levitação eletrodinâmica.

Os conteúdos científicos e tecnológicos serão abordados de maneira integrada e ambos com a questão social que os envolvem. Desta maneira o aluno também será estimulado a desenvolver um senso crítico que o permitirá agir, tomar decisões e compreender o que esta em questão no desenvolvimento tecnológico e científico. Assim estaremos desenvolvendo a chamada "Alfabetização Tecnológica".

A motivação desta proposta será a poluição do ar que por sua vez é efeito da utilização de algumas tecnologias, por exemplo, os motores a explosão utilizados nos meios de transporte. Tendo como orientador o professor de física, será proposto que os alunos correlacionem as várias causas da poluição do ar, entre as quais destacaremos a proveniente dos meios de transportes, que é de interesse deste trabalho.

Em relação aos meios de transporte, educandos e professor podem discutir que medidas devem ser tomadas para a diminuição desta poluição. Uma delas poderia ser a adoção de meios de transportes que possuam uma capacidade maior de passageiros e que não poluem tanto quanto os automotores. Entre estes meios de transporte encontram-se os trens.

Neste contexto surge a oportunidade de se discutir as tecnologias de trens de levitação que podem transportar um grande número de passageiros com velocidade superior a 400 km/h e não poluem. A partir de então será tratada a levitação eletrodinâmica, tecnologia que envolve alguns conceitos necessários para o entendimento de outras tecnologias como a levitação magnética. Os conteúdos tecnológicos serão abordados juntamente com os conteúdos de Física, fornecendo assim ao aluno o suporte mínimo e suficiente para que ele possa compreender tecnologias correlatas.

# ÍNDICE

I Introdução.....	1
II Referenciais teóricos.....	6
II.1 Ciência, Tecnologia e Sociedade.....	6
II.1.1 O Movimento CTS.....	6
II.1.2 O movimento CTS no contexto brasileiro.....	14
II.1.2.1 O ensino da Física no contexto Brasileiro.....	21
II.2 A Poluição do ar.....	26
II.3 O Magnetismo.....	33
II.3.1 Breve Histórico.....	33
II.3.2 A Levitação Eletrodinâmica.....	34
III Apresentação da proposta de trabalho.....	37
III.1 UNIDADE 1: A Questão ambiental.....	38
III.2 UNIDADE 2: A Indução Eletromagnética.....	39
III.3 Protótipo experimental.....	40
III.1 Montagem do experimento.....	45
III.1.1 Materiais.....	45
III.1.2 Procedimento.....	45
IV Reflexões sobre a apresentação do projeto.....	48
V Bibliografia.....	49

## I – INTRODUÇÃO

Em 1950, a população mundial era de 2,5 bilhões, em 2000 cresceu para 6 bilhões e é estimado que em 2030 o número de habitantes do planeta chegue a 8 bilhões. Estes números, que impressionam, significam uma demanda cada vez maior por transporte, seja para movimentar bens ou pessoas. Evidentemente que esta atividade irá gerar uma série de impactos no meio ambiente (RIBEIRO, 2003).

Ao contrário dos países da Europa e dos EUA, que instituíram o trem e o metrô como os mais importantes meios de transporte coletivo, o Brasil inverteu esta prioridade fazendo do ônibus o principal transporte de massa. Na região metropolitana do Rio de Janeiro, o ônibus extrapola sua função complementar do sistema, transportando 6,7 milhões de passageiros por dia (87% da população). Os restantes dos usuários (13%) estão distribuídos entre trens (550 mil passageiros por dia), barcas (120 mil por dia) e metrôs (200 mil por dia) (<<http://www.rio.rj.gov.br>> ).

De acordo com o capítulo 7 da agenda 21nacional<sup>1</sup>, o transporte responde por cerca de 30% do consumo comercial de energia e por cerca de 60% do consumo total mundial de combustíveis líquidos. No Brasil, a rápida motorização e a insuficiência de investimentos em planejamento de transporte, manejo e infraestrutura do tráfego estão criando problemas cada vez mais graves, quanto a acidentes, ruído, congestionamento e poluição atmosférica. Esta poluição provoca danos à fauna e a flora, a biosfera, prejuízos à saúde, e perda de produtividade semelhante a países desenvolvidos (RIBEIRO, 2003; NOVAES, 2005).

---

<sup>1</sup> "Agenda 21" é um programa de ação para viabilizar a adoção do desenvolvimento sustentável e ambientalmente racional em todos os países. As indicações deste documento podem ser encontradas no sitio indicado na bibliografia.

Assim fica a questão: Será que o cidadão possui a formação suficiente e necessária para avaliar as “soluções” propostas pelos governantes. tal como construção de novos viadutos, túneis, implementação de sistemas de integração, a inserção de novas tecnologias; e avaliar se estas medidas irão de fato solucionar a questão da degradação ambiental ou apenas irão suavizá-las?

O trabalho proposto é motivado e se desenvolve a partir do surgimento de novas tecnologias para os meios de transportes, em especial o transporte de massa, que possuem o objetivo da não poluição ou sua mitigação. Desta forma além de relacionar a questão da poluição atmosférica pela emissão de gases dos veículos automotores e avaliar quais os meios de transporte seriam os mais inteligentes, quando se objetiva preservar a atmosfera, também visa compreender as novas tecnologias e terminologias que surgem, geralmente acompanhadas das inovações tecnológicas, como por exemplo, o trem MAGLEV (magnetic levitation). Para esta compreensão serão abordados conteúdos de eletromagnetismo para o ensino médio com a utilização de um protótipo experimental para a levitação eletrodinâmica (PCN+, 2002; GASPAR, 2000; <<http://odia.ig.com.br>>).

Apesar do projeto proposto ser bastante abrangente, optamos por um assunto específico do campo do eletromagnetismo e do meio ambiente. Cabe ainda ressaltarmos que não é do escopo deste trabalho esgotar os conteúdos de Física ou Meio Ambiente, mas apenas propor uma das possibilidades de abordagem para tais conteúdos.

Com a utilização do protótipo experimental poder-se-á direcionar o debate de

---

<sup>2</sup> Experimento semelhante pode ser encontrado no ESPAÇO COPPE *Miguel de Simoni*, localizado no Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, na sala I 238.

maneira a relacionar as características dos atuais trens para o transporte de massa, e os trens de levitação. Será possível ainda abordar conceitos de Física tais como interação à distância, campo magnético, corrente de Foucault, lei de Faraday, lei de Lenz, ação e reação entre outros (MENEZES, 2002; GASPAR, 2000; HALLIDAY, 1995).

O experimento é simples e permite ao aluno uma interação direta. Ele é constituído de uma forma de alumínio, parafusos, imã, fios de nylon, uma caixa de madeira e um motor de máquina de costura, conforme será descrito no item 3.1.1 deste trabalho. A representação abaixo indica os componentes deste protótipo.

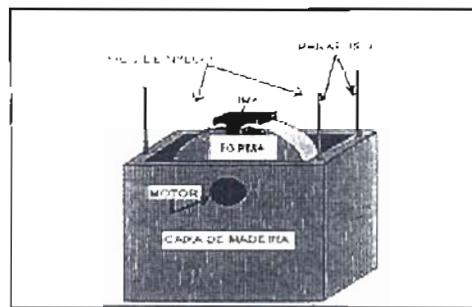


Figura 1

O imã fixado pelos fios permite, por exemplo, que o aluno move-o para cima e para baixo, possibilitando a percepção de uma força de repulsão. Pode-se ainda desligar e ligar o motor e observar se ocorre alguma mudança.

Ainda que abordando apenas um pequeno tópico no ensino médio, pretende-se que o aluno possa compreender tecnologias correlatas e avaliar questões que o afetem diretamente, tal como as ambientais. Em resumo, o projeto busca, identificando com os princípios do enfoque Ciência Tecnologia e Sociedade – CTS, trazer para as aulas de Física, discussões que favoreçam o desenvolvimento de uma alfabetização científica, tecnológica e social mínima; que ajude o aluno a se desenvolver e criar condições efetivas para que ele possa participar como cidadão crítico, e não como mero

espectador, de discussões sobre assuntos ligados aos setores de transporte e meio ambiente (PCN+, 2002; RIBEIRO, 2003).

Desta forma o projeto está de acordo com a nova Lei de Diretrizes e bases de 1996 – LDB, que em seu Art. 2º, indica, como objetivo central, fazer do ensino médio uma etapa dentro do processo educacional, que prepare o aluno para o exercício da cidadania.

Este projeto não só envolve o estudo de diversos conceitos físicos, como promove a associação destes conceitos com o cotidiano, e com a problemática econômica e ambiental de forma contextualizada, uma vez que permite discutir conteúdos científicos e tecnológicos associados a questões como combustíveis alternativos menos poluentes que os combustíveis fósseis, ou ainda alternativas de otimização dos meios de transporte. Desta maneira os custos ambientais poderiam ser avaliados e incorporados no planejamento do setor de transportes, penalizando aqueles modos ou interferências mais agressivas ao meio ambiente (PCN+. 2002; RIBEIRO, 2003).

Em acordo com as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+) podemos citar competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos de Física:

- (i) Ler e interpretar informações apresentadas em diferentes linguagens e representações.
- (ii) Acompanhar o noticiário relativo à ciência em jornais, revistas e notícias veiculadas pela mídia, identificando a questão em discussão e interpretando com objetividade, seus significados e implicações para participar do que se passa à sua volta.
- (iii) Descrever relatos de fenômenos ou acontecimentos que envolvam conhecimentos físicos.
- (iv) Expressar-se de forma correta e clara em correspondência para os meios de comunicação ou via internet, apresentando pontos de vista, solicitando informações ou esclarecimentos técnico/científicos.
- (v) Compreender e emitir juízos próprios sobre notícias com temas relativos à

ciência e tecnologia, veiculadas pelas diferentes mídias, de forma analítica e crítica, posicionando-se com argumentação clara.

(vi) Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física e identificar as grandezas relevantes, em cada caso.

(vii) Identificar regularidades, associando fenômenos que ocorrem em situações semelhantes, para utilizar as leis que expressam essas regularidades, na análise e previsões de situações do dia-a-dia.

(viii) Reconhecer a existência de invariantes que impõe condições sobre o que pode e o que não pode acontecer, em processos naturais, para fazer uso desses invariantes na análise de situações cotidianas.

(ix) Interpretar e fazer uso de modelos explicativos, reconhecendo suas condições de aplicação.

(x) Compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia, nos mais diversos campos, e suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades. Esses conhecimentos são essenciais para dimensionar corretamente o desenvolvimento tecnológico atual, através tanto de suas vantagens como de seus condicionantes.

(xi) Compreender a responsabilidade social que decorre da aquisição de conhecimento, sentindo-se mobilizado para diferentes ações, seja na defesa da qualidade de vida, na qualidade das infra-estruturas coletivas, ou na defesa de seus direitos como consumidor.

Assim, o projeto proposto é compatível com as atuais indicações para o ensino no Brasil, na medida em que a proposta possibilita um ambiente de reflexão, discussão e avaliação de temas cotidianos, o que permite ao aluno tornar-se um cidadão crítico, e que seja capaz de ponderar sobre questões que o afetam diretamente, e desta maneira exercer sua cidadania, como indicam as Diretrizes Curriculares do Ensino Médio – DCEM'S e também conforme a LDB.

## **II - REFERENCIAIS TEÓRICOS**

Em nosso trabalho apresentamos uma proposta para abordar parte do conteúdo do magnetismo no Ensino Médio, com ênfase em CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Segundo MORTINER E SANTOS, 2000:

[...] desde a década de sessenta, currículos de ensino de ciências com ênfase em CTS vêm sendo desenvolvidos no mundo inteiro. Tais currículos apresentam como objetivo central preparar os alunos para o exercício da cidadania e caracterizam-se por uma abordagem dos conteúdos científicos no seu contexto social.

Para viabilizar o trabalho, realizou-se pesquisa em artigos, livros, teses, publicações e sitos da Internet com objetivo de obter a fundamentação teórica necessária para a compreensão do movimento CTS, magnetismo, e compreender questões ambientais que se relacionam com a poluição do ar pela emissão de gases dos veículos.

### **II.1- Ciência, Tecnologia e Sociedade**

#### **II.1.1 O Movimento CTS**

A racionalidade crescente no século XIX atribuiu ao homem a tarefa de dominar ou explorar a natureza. Este novo comportamento humano se prolongou por este século e, aliada ao crescente processo de industrialização, o desenvolvimento centrado na ciência e tecnologia (C&T) passou a ser visto como sinônimo de progresso (ANGOTTI e AUTH, 2001).

A partir de meados do século XX, nos países capitalistas centrais, foi crescendo o sentimento de que os desenvolvimentos científicos, tecnológicos e econômicos não estavam conduzindo, linear e automaticamente, ao desenvolvimento do bem-estar

social. O avanço científico e tecnológico, nas décadas de 1960 e 1970, a degradação ambiental, bem como a vinculação deste desenvolvimento à guerra (as bombas atômicas, a guerra do Vietnã com seu napalm desfolhante) fez com que a ciência e a tecnologia se tornassem alvo de um olhar mais crítico (AULER e BAZZO, 2001).

Além disso, a publicação das obras “*A estrutura das revoluções científicas*”, pelo físico e historiador da ciência Thomas Kuhn, e “*Silent spring*”, pela bióloga naturalista Rachel Carson, ambas em 1962, potencializaram as discussões sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade (AULER e BAZZO, 2001).

Dessa forma, C&T passaram a ser objeto de debate científico e político, de maneira que o mito cientificista, ou seja, aquela crença de que a ciência é neutra e eficaz para resolver as questões éticas e sócio-políticas da humanidade, veio enfim ser colocada em xeque. É nesse contexto que emerge o denominado movimento CTS.

Segundo LUJÁN LÓPES et al (1996) in AULER E BAZZO (2001), a emergência de um questionamento sobre a gestão tecnocrática de assuntos sociais, políticos, científicos e econômicos, denunciando as consequências negativas da C&T sobre a sociedade, faz surgir o movimento que reivindica um redirecionamento tecnológico, contrapondo-se à idéia de que mais C&T vão, necessariamente, resolver problemas ambientais, sociais e econômicos.

Ainda segundo aqueles autores, a sociedade postulou então a necessidade de outras formas de tecnologia. A alternativa não consiste em “mais C&T”, mas “um tipo diferente de C&T”, concebidas com alguma participação da sociedade. “*No final da década de 70, esses dois aspectos contribuiram para uma mudança de mentalidade, uma transformação na visão sobre C&T. Houve um fenômeno de mudança, em determinadas sociedades, na compreensão do papel da C&T na vida das pessoas*”.

Como assinala FOUREZ (1999) in AULER (2003), a definição tecnológica não é uma escolha de meios neutros, mas a escolha de modelos de sociedade, considerando que a tecnologia incorpora, materializa interesses e características de sociedades ou de grupos sociais hegemônicos.

Essa nova mentalidade ou compreensão da C&T contribui, para a “quebra do belo contrato social para a C&T”, qual seja, que o modelo linear ou tradicional de progresso ou desenvolvimento era tido como verdade. Segundo o modelo linear, o desenvolvimento científico (DC) gera o desenvolvimento tecnológico (DT); este gera o desenvolvimento econômico (DE) que determina, por sua vez, o desenvolvimento social (DS - bem-estar social) (LOPES, 1996 in AULER e BAZZO, 2001).

Segundo AULER e BAZZO (2001), passou-se a postular algum controle da sociedade sobre a atividade científico-tecnológica. Um dos objetivos centrais desse movimento consiste em colocar a tomada de decisões em relação à C&T num outro plano. Reivindicam-se decisões mais democráticas (maior número de atores sociais participando) e menos tecnocráticas. Em vários países (EUA, Inglaterra, Países Baixos, entre outros) a mudança cultural em curso, a “politização” da C&T, produziu desdobramentos curriculares nos ensinos superior e secundário.

O movimento CTS na educação surge, então, em contraposição ao pressuposto cientificista, que valoriza a ciência por si mesmo, e que depositava uma crença cega em seus resultados positivos e nas décadas de 50 e 60 centrava a formação de jovens para agirem como cientistas ou optarem pela carreira científica (MORTIMER e SANTOS, 2001). Ainda conforme os autores, o movimento CTS passou a dar ênfase na preparação dos estudantes para atuarem como cidadãos no controle social da ciência, e compreender como C&T influenciam-se mutuamente; a tornarem-se capazes de usar

o conhecimento científico e tecnológico na solução de seus problemas no dia a dia; e tomarem decisões com responsabilidade social.

Cabe ainda ressaltar que não há uma "receita" para se elaborar currículos com ênfase nos pressupostos CTS, pois, tais currículos podem agrupar uma série de assuntos, que não necessariamente são de relevância social, cultural, econômica ou até ambiental a todas as regiões em que é adotado este enfoque. Por esta razão é possível encontrar entre os autores ou entre as propostas de currículos com ênfase em CTS algumas diferenças. No entanto todas elas possuem inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, de maneira que isto tem permitido as várias classificações conforme o foco central.

Segundo MORTIMER e SANTOS (2000), uma boa classificação é sugerida por AIKENHEAD (1994a) para agrupar os cursos. Eles foram agrupados segundo a prioridade que tem sido atribuída para cada um dos objetivos gerais de CTS e da proporção entre o conteúdo de CTS e o conteúdo puro de ciências. Junto a esta classificação também é destacado os projetos e os países que os utilizaram. Veja o quadro abaixo:

Categoria	Descrição	Exemplos
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação.	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.	O que muitos professores fazem para dourar a pílula de cursos puramente conceituais
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Estudo tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciências. O conteúdo de	<i>Science and technology in society</i> (SATIS, UK), <i>Consumer Science</i> (EUA), <i>Valuee in School Science</i> (EUA).

	CTS não é resultado do uso de temas unificadores.	
3. Incorporação sistemática do conteúdo CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.	<i>Harvard Project physics</i> (EUA), <i>Science and Social Issues</i> (EUA), <i>Nelson Chemistry</i> (Canadá), <i>Interactive Teaching Units for Chemistry</i> (UK), <i>Science, Technology and Society, Block J.</i> (EUA), <i>Three SATIS 16-19 modules</i> ( <i>What is Science? What is Technology? How Does Society decide?</i> - UK ).
4. Disciplina Científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS.	Os temas CTS são organizados para organizar os conteúdos de ciências e sua seqüência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é feita a partir de uma disciplina. As listas dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a seqüência possa ser bem diferente.	<i>ChemCon</i> (EUA), os módulos holandeses de física como <i>Light Sources and Ionizing Radiation</i> (Holanda: PLON), <i>Science and Society Teaching Units</i> (Canadá), <i>Chemical Education for Public Understanding</i> (EUA), <i>Science Teachers' Association of Victoria Physics Series</i> (Austrália).
5. Ciências por meio do conteúdo de CTS.	CTS organiza o conteúdo e sua seqüência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.	<i>Logical Reasoning in Science and Technology</i> . (Canadá). <i>Modular STS</i> (EUA), <i>Global science</i> (EUA), <i>Dutch Environmental Project</i> (Holanda), <i>Salters' Science Project</i> (UK).

6. Ciências com conteúdo de CTS.	O conteúdo CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.	<i>Exploring the Nature of Science (Ing.) Society Environment and energy Development Studies (SEEDS) modules (EUA), Science and Technology 11 (Canadá).</i>
7. Incorporação das ciências ao conteúdo de CTS.	O conteúdo CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.	<i>Studies in social Context (SISCON) in Schools (UK), Modular Courses in Technology (UK), Science A Way of Knowing (Canadá), Science Technology and society (Australia), Creative Role Playing Exercises in Science and Technology (EUA), Issues for Today (Canadá), Interactions in Science and Society – videos (EUA), Perspectives in Science (Canadá).</i>
8. Conteúdo de CTS.	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.	<i>Science and Society (UK), Innovations: The social Consequences of Science and Technology program (EUA), Preparing for Tomorrow's World (EUA), Values and Biology (EUA).</i>

FONTE – AIKENHEAD, 1994a.p. 55-56 in MORTIMER e SANTOS.

Um curso classificado na categoria um talvez nem pudesse ser considerado como CTS, dado o baixo status atribuído ao conteúdo de CTS. Já a categoria 8 refere-se a cursos radicais de CTS, em que os conteúdos de ciências propriamente ditos praticamente não são abordados. Percebe-se, assim, que até a categoria quatro há uma maior ênfase no ensino conceitual de ciências e, a partir da categoria 5, a ênfase muda para a compreensão dos aspectos das inter-relações de CTS (MORTIMER e SANTOS, 2000).

Como se pode observar são vários os projetos curriculares com ênfase em CTS, de maneira que este movimento possibilita uma ampla penetração na área relativa ao

ensino e pesquisa didática às disciplinas científicas. Segundo TEIXEIRA (2003), “*a repercussão de suas teses em outras áreas de conhecimento ainda é superficial*”.

Em relação aos objetivos do movimento, diversos autores têm abordado o assunto. Em TEIXEIRA (2003) é destacado SANTOS (1999), para esta autora o objetivo central do movimento CTS é o desenvolvimento de uma cidadania responsável (individual e social) para lidar com problemas que tem dimensões científicas ou tecnológicas. O autor ainda cita:

POGGE e YAGER (1987), que segundo eles “*o ensino de ciências deve preparar os cidadãos para tratar com responsabilidade as questões sociais relativas à ciência*”.

CAAMAÑO (1995), também citado por AULER e BAZZO (2001), em que segundo eles os objetivos do movimento ficam definidos em termos de: “i) promoção do interesse dos aprendizes em relacionar ciência com aplicações tecnológicas e os fenômenos da vida cotidiana; ii) abordagem das aplicações éticas e sociais relacionadas ao uso da ciência e tecnologia; iii) compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico”.

Temos também FLEMING (1989) in MORTIMER e SANTOS (2000) que afirma:

[...] uma pessoa letrada tecnologicamente tem o poder e a liberdade de usar esse poder para examinar e questionar os problemas de importância em sócio-tecnologia. Algumas dessas questões poderiam ser: as idéias de progresso por meio da tecnologia, as tecnologias apropriadas, os benefícios e custos do desenvolvimento tecnológico, os modelos econômicos envolvendo tecnologia, as decisões pessoais envolvendo o consumo de produtos tecnológicos e como as decisões tomadas pelos gerenciadores da tecnologia conformam suas aplicações.

Segundo HOFSTEIN, AIKENHEAD e RIQUARTS (1988) in MORTIMER e SANTOS (2001), o resurno para os objetivos dos currículos CTS, em que os mesmos identificam o desenvolvimento das seguintes habilidades e conhecimentos pelos estudantes são: [...] a auto-estima, comunicação escrita e oral, pensamento lógico e racional para solucionar problemas, tomada de decisão, aprendizado colaborativo/cooperativo, responsabilidade social, exercício da cidadania, flexibilidade cognitiva e interesse em atuar em questões sociais.

MORTIMER e SANTOS (2001), ainda citam WAKS (1990) que segundo eles afirma:

[...] o propósito da educação CTS é promover o letramento em ciência e tecnologia, de maneira que se capacite o cidadão a participar no processo democrático de tomada de decisões e se promova a ação cidadã encaminhada à solução de problemas relacionados à tecnologia na sociedade industrial.

Assim o letramento científico envolve a compreensão do impacto da ciência e da tecnologia na vida pública, que embora dependa de um conhecimento da ciência, não se reduz a isso. A preparação do aluno para tomar decisões, parte do processo de letramento científico, vem sendo denominada educação para a ação social responsável, que entre outras competências propõe desenvolver um senso de responsabilidade nos alunos para os problemas sociais e ambientais, tanto os atuais como os futuros. Desta forma a ação social nos cursos CTS também incorporam propostas curriculares de educação ambiental (WAKS, 1990 in CROSS & PRICE, 1996 e 1999; HELMS, 1998; PEDRETTI, 1997; RAMSEY, 1993; RUBBA, 1991; WAKS, 1992; ZOLLER, 1993 in MORTIMER e SANTOS, 2001; JAGER & VAN der LOO, 1990; KORTLAND, 1992; RAMSEY, 1993; RUBBA, 1991 in MORTIMER e SANTOS, 2001).

É possível perceber que os objetivos do movimento CTS na escola são diversos e difusos. Estes vão desde a busca de uma efetiva participação da sociedade na solução de questões que envolvam ciência e tecnologia, até aqueles que colocam o letramento científico e tecnológico na perspectiva de organizar e buscar apoio a modelos decisórios de cunho tecnocrático.

Segundo Cerezo (1998) in AULER (2003), hoje, pode-se dizer que os estudos CTS constituem uma diversidade de programas de colaboração multidisciplinar, os quais, enfatizando a dimensão social da CT, compartilham de um certo núcleo comum: a) o rechaço da imagem de ciência como uma atividade pura, neutra; b) a crítica da

concepção de tecnologia como ciência aplicada e neutra e c) rejeição de estilos tecnocráticos.

Ainda com relação aos objetivos mais assiduamente apontados pelos pesquisadores, podemos nos referir às preocupações com a formação para a cidadania, incluindo, a capacidade de tomada de decisão por meio de uma abordagem que articule a ciência, tecnologia e sociedade, concebendo a ciência como um processo social, histórico e não dogmático (SANTOS e SCHNETZLER, 1997 in TEIXEIRA, 2003).

Assim: [...] o movimento CTS no ensino de ciências postula uma espécie de re-conceituação para o ensino da área. Trata-se de agregar de forma oportuna, a dimensão conceitual do ensino de ciências à dimensão formativa e cultural, fazendo interagir a educação em ciência com a educação pela ciência (SANTOS, 1999 in TEIXEIRA, 2003), ensinando aos alunos a essência para que eles possam tornar-se cidadãos de fato.

### II.1.2 O movimento CTS no contexto brasileiro

Segundo BERNARDO (2002), para que se tenha a pretensão de implementar o movimento CTS nos currículos nacionais, deve-se levar em conta que "*No contexto brasileiro, aparecem aspectos bastante peculiares em função do nosso passado colonial e da nossa posição nas relações econômicas internacionais*".

Ainda segundo ele: [...] o processo de industrialização no Brasil não favoreceu a criação de uma articulação maior entre ciência, tecnologia e sociedade. Além disso, não se desenvolveu no povo brasileiro uma cultura de participação, em função dos modelos políticos aqui adotados.

Segundo MONTOYAMA (1985) in AULER e BAZZO (2001), vários aspectos do passado colonial devem ser levados em consideração para que seja possível a implementação do movimento CTS em países considerados do "terceiro mundo". Para ele, estes países, "*quase todos de passado colonial, não presenciaram um crescimento científico e tecnológico próprio. Assim, C&T não estão integradas harmoniosamente nas suas estruturas sócio-econômicas*".

Este autor ainda Referindo-se a esse passado colonial, destaca que: [...] aparentemente, nos três séculos após o descobrimento do Brasil, praticamente não houve evolução em C&T. Enquanto os países do centro avançavam de modo marcante, encontrando os seus espaços durante a ascensão do capitalismo, em nosso território, C&T marcavam passo sob o implacável jugo da metrópole portuguesa.

AULER e BAZZO (2001), também destacam SANT'ANNA (1978), em que segundo ele “*a exploração colonial no Brasil teve sempre um caráter predatório, sem voltar maiores atenções aos aspectos técnicos, mesmo rudimentares, da atividade econômica*”. O autor, fazendo referência a Fernando de Azevedo, ilustra esse aspecto na seguinte citação:

CARVALHO e MARTINS (1998) in AULER e BAZZO (2001), também se referem ao nosso passado colonial e destacam que: [...] o modelo agro-exportador da economia brasileira, aliada até 1888 ao regime escravocrata, não favorecia a investigação e o desenvolvimento tecnológico. As exceções que havia ocorriam dentro de uma visão pragmática e imediatista.

MOTOYAMA (1985) in AULER e BAZZO (2001), reforça que: [...] com a exploração colonial, marcada pela exacerbção da escravidão, por um lado formou-se uma tradição prático-imediatista; por outro a divisão entre atividades manuais e intelectuais contribuiu para conformar uma cultura retórico-literária.

No século XIX, os países líderes do capitalismo começam a investir decisivamente em C&T. No Brasil, é possível identificar algumas iniciativas, por exemplo, o programa de saneamento sob a direção de Oswaldo Cruz. Tais iniciativas denunciavam a satisfação da monarquia brasileira com a sua condição de país primário exportador. Ainda segundo MONTUYAMA, “*dos investimentos em C&T que ocorriam, muitos não conseguiram escapar aos longos tentáculos do imediatismo ou da cultura retórico-literária configurada, muitas vezes, no positivismo*”.

Uma boa análise de todos estes aspectos é bem resumida por ANGOTTI (1991) in AULER e BAZZO (2001): [...] enquanto na Europa não-ibérica vivia-se um século de “luz” após a reforma e a revolução científica, nas metrópoles ibéricas, mas principalmente nas colônias, vivia-se ainda no século na “escuridão”. A ciência entra muito tarde no Brasil. Os

reflexos da formação de homens “cultos”, bacharéis e liberais até hoje impregnam nossa sociedade.

O processo de industrialização brasileira também contribuiu para o distanciamento da ciência, tecnologia e da sociedade, pois a industrialização estava baseada na importação de tecnologias e de técnicos estrangeiros, movida por propósitos imediatistas, havendo pouca preocupação com a capacitação técnica nacional. Em que ainda é possível destacar o insucesso da implementação de políticas científico-tecnológicas, em bases nacionais, pois adveio muito mais de fatores estruturais inerentes ao subdesenvolvimento do que da possível falta de capacitação das pessoas envolvida (MONTOYAMA, 1985 in AULER E BAZZO, 2001).

De acordo com BERNARDO (2002), “estes condicionantes históricos podem ter deixado marcas na forma de pensar do cidadão brasileiro”. Tal como a associação errônea de que as inovações tecnológicas existentes ou propostas de tecnologias indicam o progresso do país, ou ainda, que são neutras e o seu avanço implica diretamente no avanço social. Para que se possa então proporcionar à sociedade o surgimento de uma cultura de participação, com a necessária fundamentação, de modo que ela possa agir criticamente, é imperativo fornecer a estes cidadãos a oportunidade de uma educação que os prepare para a vida, fornecendo-lhes minimamente condições para serem capazes de agir, tomar decisões, ponderar sobre os aspectos que podem se relacionar em torno de determinada questão.

KRASILCHIK (1987) ao analisar a evolução da inovação educacional dos currículos de ciências no Brasil no período de 1950 a 1985 assinala que, na década de setenta, tais currículos começaram a incorporar uma visão de ciência como produto do contexto econômico, político e social. Já na década de oitenta, a renovação do ensino de

ciências passou a se orientar pelo objetivo de analisar as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico. Vários materiais didáticos e projetos curriculares brasileiros foram elaborados, incorporando elementos dessa perspectiva.

Observe a tabela abaixo:

FATOR	1950	1960	1970	1980
Situação Mundial	Guerra Fria	Crise energética	Problemas Ambientais	Competição Técnológica
Situação Brasileira	Industrialização/ democratização	Ditadura		Transição política
Objetivos do ensino de 1º e 2º Graus	Formar elite	Formar cidadão	Preparar trabalhador	Formar cidadão trabalhador
Influencias preponderante no ensino	Escola nova	Comportamentalismo	Comportamentalismo mais Cognitivismo	Cognitivismo
Objetivos da renovação do ensino de ciências	Transmitir informações atualizadas	Vivenciar o método científico	Pensar lógica e criticamente	Analizar implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico
Visão da ciência no currículo da escola de 1º e 2º Graus	Atividade neutra enfatizando os produtos	Evolução histórica enfatizando o processo		Produto do contexto econômico, político, social e de movimentos intrínsecos
Metodologia recomendada dominante	Laboratório	Laboratório mais discussões de pesquisa	Jogos e simulações, Resolução de problemas	
Instituições que influem na proposição de mudanças a nível internacional	Associações Profissionais científicas e instituições governamentais	Projetos curriculares Organizações internacionais	Centros de Ciências Universidades	Organizações profissionais, científicas e de professores Universidades

FONTE – KRASILCHIK, 1987, p. 22

A partir da década de oitenta, entre os materiais didáticos elaborados, podemos citar, segundo MORTIMER e SANTOS (2000): o projeto Unidades Modulares de Química (AMBROGI et al., 1987), as propostas pedagógicas de LUTFI (1988 e 1992), a coleção de livros de física do GREF (1990, 1991, 1993 e 1996), a coleção de livros do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química da USP – GEPEQ (1993, 1995, 1998), o livro Química na Sociedade (MÓL e SANTOS, 2000) e o livro Química, Energia e Ambiente (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 1999). Dentre as recomendações curriculares, podem ser destacadas a Proposta Curricular de Ensino de Química da CENP/SE do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1988), as recomendações para o currículo do magistério de CISCATO e BELTRAN (1991), e a Proposta Curricular de Química para o Ensino Médio do Estado de Minas (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 1998).

Considerando ainda os trabalhos de CTS no Brasil, tem-se a realização, em 1990, da "Conferência Internacional Ensino de Ciências para o Século XXI: ACT – Alfabetização em Ciência e Tecnologia", em que a principal temática foi a educação científica dos cidadãos. É possível considerar, também, que a atual reforma curricular do ensino médio incorpora, em seus objetivos e fundamentos, elementos dos currículos com ênfase em CTS (MORTIMER e SANTOS, 2000).

Em TEIXEIRA (2003):

[...] ao longo das últimas décadas, educadores das mais diferentes matizes vêm colocando como um dos objetivos essenciais para educação formal, a questão da formação para a cidadania. A exemplo disso, FERREIRA (1993), observa que a questão da educação para a cidadania não se coloca mais como um simples dilema, mas sim, como um imperativo social. Por sua vez, DEMO (1996) reconhece como a maior virtude da educação, o seu potencial na instrumentalização das pessoas para a participação política. Na perspectiva do autor, a educação não chega a ser condição suficiente, mas é condição necessária para o desenvolvimento da cidadania

Essa posição teórica, que relaciona educação e cidadania também pode ser encontrada nos documentos oficiais e nas pesquisas didáticas, que determinam influências no ideário pedagógico e, em menor escala, sobre a prática pedagógica de nossos professores. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (1996), em seu artigo 22, estabelece como finalidade para educação básica (o ensino infantil,

fundamental e o médio) “*a formação comum indispensável para o exercício da cidadania*”.

Para MENEZES (2000), a partir da LDB de 1996, houve uma definição legal para um novo Ensino Médio. Este novo ensino deve desenvolver competências e habilidades para a cidadania, para a continuidade do aprendizado e do trabalho sem pretender-se profissionalizar ou simplesmente preparar para o ensino superior.

De acordo com os preceitos da L.D.B., os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN, 1999), principal referência curricular para o ensino básico no território brasileiro também incorpora essa tendência. Nos PCN's, a versão para o ensino médio do documento, explicita, em sua página de apresentação, que as transformações que ocorrem no Brasil, em função da consolidação do regime democrático, da imersão de novas tecnologias, e demais mudanças que impactam o cenário contemporâneo “*exigem que a escola possibilite aos alunos integrar-se ao mundo contemporâneo nas dimensões fundamentais da cidadania e do trabalho*”.

Entretanto, existem autores que imprimem reflexões críticas a essa tendência. Um dos trabalhos mais significativos que se pode mencionar encontra-se em PALMA FILHO (1998). Segundo este pensador, a relação escola-cidadania precisa ser analisada com cuidado especial. Lembra o autor que na história da educação brasileira, mesmo em momentos de fechamento político “a legislação educacional não deixou de mencionar, como principal finalidade do processo educacional, a formação do cidadão”. PALMA FILHO considera que é possível questionar se há possibilidade de se educar para a cidadania. Porém a crítica do autor se refere à direção do modo genérico como a política educacional trata essa questão, ocultando na maioria das vezes, qual é o paradigma de cidadania que está sendo adotado. Por conta disso, nos últimos sessenta

anos da história educacional, vem prevalecendo uma educação vista como preparadora de recursos humanos, reforçando dois modelos de cidadania: “*Um para as elites condutoras e outro para as massas a serem conduzidas*” (PALMA FILHO, 1998). Como resultado desse processo, a escola se aproxima de instituições vinculadas aos interesses dos processos produtivos, e não como uma ferramenta de conscientização das massas, devidamente articulada com os interesses concretos do povo (LIBÂNEO, 1994)

Segundo RICARDO (2003), a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB/1996 aponta para a necessidade de uma reforma em todos os níveis educacionais, que se inspira, em parte, nas visíveis transformações por que passa a sociedade contemporânea. Isto está consequentemente expresso nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) que traduzem os pressupostos éticos políticos e pedagógicos da LDB, dando destaque à formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico.

No entanto KAWAMURA e HOSOUYE (2003) alertam que a implementação das novas diretrizes que estão sendo propostas, ou seja, sua tradução em práticas escolares concretas, não ocorrerá por decreto, nem ocorrerá de forma direta. Desta forma a implementação destas diretrizes depende do trabalho de incontáveis professores. Esta situação pode tornar a efetivação destas idéias estressante, pois é preciso encontrar opções novas, modificar hábitos, romper com rotinas, quase sempre sem a certeza nem a segurança das vantagens e desvantagens dos esforços desenvolvidos.

Nesse sentido, os PCN's procuram oferecer subsídios para os professores para a implementação das reformas pretendidas. Estes são divididos por área de

conhecimento a fim de facilitar, conforme as DCNEM, um trabalho interdisciplinar (RICARDO, 2003).

Segundo MENEZES (2000), a definição legal proposta na LDB/96 é orientada e regulamentada segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Os PCN "traduzem" a intenção legal da LDB em termos éticos, estéticos e políticos, e tenta evitar que a partir das mudanças curriculares sejam reduzidas a novas ementas, ou seja, listas de tópicos e novas propostas de ordem em que tais tópicos devem ser tratados.

Temos ainda nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais de 2002 (PCN+), material dirigido aos professores, em que se busca aprofundar, através de exemplos e estratégias de trabalho, a proposta inicial que foi apresentada nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM).

#### **II.1.2.1 O ensino da Física no contexto brasileiro**

É evidente que mudanças significativas ocorrem na educação brasileira e estas têm sido tema de algumas discussões entre os educadores. Pode-se assim ressaltar um dos pontos centrais da LDB/96, que segundo RICARDO (2003), é a nova identidade dada ao ensino médio, em que este é a etapa final do que se entende por educação básica, ou seja, espera-se que, ao final deste nível de ensino, o aluno esteja em condições de partir para a realização de seus projetos pessoais e coletivos. Isto sugere que o ensino médio proporcione a formação necessária para a constituição do cidadão na concepção da lei. Desta forma, fica evidente a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico como objetivo central do ensino

médio. Portanto o ensino médio irá preparar não só para ao prosseguimento dos estudos, mas também para que o aluno possa fazer escolhas e, tanto quanto possível, decidir seu futuro, que pode não ser um vestibular, mas um curso profissionalizante, por exemplo. A LDB salienta que não se trata de uma imposição destas atividades, mas um exercício que procura contemplar as competências gerais e os conhecimentos, os quais não se excluem, mas se complementam, se desenvolvem mutuamente.

Para o ensino de Física, os PCN's sugerem que haja uma interface entre as outras áreas de conhecimento, não sendo simples articulações entre as disciplinas, mas que deve-se articular entre si no sentido de promoverem qualificações mais amplas aos educandos. Os PCN+ se alinham aos PCN procurando dar um novo sentido ao ensino da Física, destacando que se trata de construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, interagir e participar da realidade. Neste sentido, justifica-se a elaboração do projeto político pedagógico por um grupo de professores, pois eles devem decidir o nível de aprofundamento e as escolhas didáticas segundo as necessidades e realidade de cada escola. Assim os PCN+ tratam da organização do trabalho escolar, discutindo as competências em física e de como elas se articulam com os diferentes conteúdos, de forma a estruturar o conhecimento e os objetivos formativos, de maneira que o trabalho de ensinar seja coletivo. (RICARDO, 2003; KAWAMURA e HOSOUYE, 2003).

A contextualização dos assuntos visa dar significado ao que se pretende ensinar para o aluno. Ou seja, se o ponto de partida é a realidade vivida do aluno, também será o ponto de chegada, mas com um novo olhar e com uma nova compreensão, que transcende o cotidiano, ou o espaço físico proximal de educando. A contextualização auxilia na problematização dos saberes a ensinar, fazendo com que o aluno sinta a

necessidade de adquirir o conhecimento que ainda não tem. Todavia a aprendizagem se dá pela elaboração de pensamento e capacidade de abstração, de modo que não se pode confundir a contextualização com a diluição em informações genéricas e superficiais desprezando o rigor que as disciplinas científicas exigem (RICARDO, 2003).

No entanto KAWAMURA e HOSOUME (2003) alertam que fixar objetivos implica em definir estratégias e selecionar conteúdos para alcançá-los. Estes devem ser propostos não em função da lógica da Física, mas em decorrência da proposta de educação e da lógica do ensino. A educação vem, ainda que muito vagarosamente, voltando a ocupar seu espaço, pois educar é mais que ensinar conhecimentos: é promover o desenvolvimento dos jovens, é possibilitar a construção de uma ética, e expor os valores em que acreditamos e discuti-los.

Outro aspecto da mudança necessária refere-se à ausência, nos livros didáticos tradicionais, de muitos conhecimentos necessários para a compreensão do mundo contemporâneo. Nestes livros não estão presentes, ou quando ocorrem, ocupa um pequeno quadro destacado do que seria o conteúdo de fato, por exemplo, conhecimentos de Física que permitam compreender a internet, a telefonia celular, motores elétricos, o aparelho televisor, os aparelhos a laser, ou a contribuição da Física aos desenvolvimentos atuais da área de transporte, de diagnóstico médico, ou biológico, a Física do cotidiano, ou ainda a Física dos fenômenos ambientais. Mais do que isso, também não são abordados aspectos relacionados à meteorologia ou à cosmologia, mesmo reconhecendo que as preocupações com o surgimento e a evolução do universo sejam questões humanas que existem há uma longa data (GASPAR, 2000; MORTIMER e SANTOS, 2000; KAWAMURA e HOSOUME, 2003; RICARDO, 2003).

Um outro aspecto importante nas mudanças que estão em curso surge da percepção que a educação não é um processo simples, mas um processo complexo, que exige reflexão e que requer muitas ações articuladas. Isto é, a educação não pode ser fragmentada e distribuída para que cada professor seja responsável apenas do seu espaço disciplinar. Em uma escola, os alunos dos diversos professores são os mesmos, com as mesmas necessidades e anseios. Cabe à escola não apenas ser o lugar onde cada professor atua, mas transformar-se em espaço e agente de definição e articulação de conhecimentos, oferecendo desta maneira a oportunidade para que o aluno possa se tornar um cidadão. (MORTIMER e SANTOS, 2000; RICARDO, 2003; KAWAMURA e HOSOUYE, 2003).

É neste contexto que os currículos com ênfase nos princípios do enfoque CTS podem ser adotados, pois tais currículos podem satisfazer todas as indicações legais da LDB/96, das DCN, dos PCN e dos PCN+. Por exemplo, escolas em que se adotasse o enfoque CTS, seria viável que cada uma tivesse autonomia para pensar no perfil dos seus alunos e em suas necessidades mais significativas, organizando-se para atendê-los, refletindo e definindo metas. Discutir modelos de currículos de CTS significa, portanto, discutir concepções de cidadania, modelo de sociedade, de desenvolvimento tecnológico, sempre tendo em vista a situação sócio-econômica e os aspectos culturais (MORTIMER e SANTOS, 2000; KAWAMURA e HOSOUYE, 2003).

Cabe salientar que nessa busca por um conhecimento mais integrado, a preocupação com a formação de atitudes e valores, a abordagem temática, o ensino participativo seja iniciada em oposição ao ensino memorístico, aos extensos programas de ciências alheios ao cotidiano do aluno e ao ensino passivo imposto sem que haja espaço para a sua voz e suas aspirações (PCN+, 2002).

Isto implica que cada área não pode ser considerada como um domínio de conhecimento isolado das outras. Ainda que a Física pertença à área de Ciências da Natureza, seu ensino deve também contemplar as dimensões de linguagem e conteúdo humano-social. Essa é uma das faces da interdisciplinaridade desejada. Assim, o trabalho de aprendizagem em cada disciplina deve estar atento ao domínio da outras disciplinas e das outras áreas (MORTIMER e SANTOS, 2000; KAWAMURA e HOSOUYE, 2003; RICARDO, 2003).

Ainda segundo KAWAMURA e HOSOUYE (2003), o ensino de Física enquanto um corpo de conhecimento estruturado permanece sendo o mesmo com suas Leis e Princípios, no entanto entre a Física dos físicos e a Física do Ensino Médio há certamente um longo percurso. Assim podem mudar as seleções de conteúdos, as escolhas de temas, as ênfases, as formas de trabalhar ou os objetos formativos propostos para a física a ser trabalhada no Ensino Médio.

A Física para o Ensino Médio toma como referência o que precisa saber um jovem para atuar e viver solidariamente em um mundo tecnológico, complexo em transformação, de maneira que a Física como conhecimento só poderá ser integrada ao patrimônio intelectual dos indivíduos caso ela possa ser percebida em ligação com o mundo que os cerca. Os critérios básicos passam, então, a referir-se ao que esse jovem deve saber e saber fazer, às competências em Física que deve ter para lidar com seu dia a dia, com suas aspirações e seu trabalho. Desta forma, a principal consequência das mudanças propostas, é que teremos que passar a nos preocupar menos com as listas dos tópicos a serem ensinados, para passar a concentrar nossa atenção nas competências em Física que queremos promover. Ou seja, privilegiar competências e habilidades. Já que não será possível ensinar toda Física, pois isso

implica em ensinar uma física muito superficial e abreviada do conhecimento, mais informativa e pouco formativa, teremos que identificar aquelas competências que caracterizam o saber da Física e concentrar nossa atenção em desenvolvê-las (PIETROCOLA, 2001; RICARDO, 2003; KAWAMURA e HOSOUUME, 2003).

## II.2- A Poluição do ar

Para um enfoque CTS, um dos estudos da Física pode estar relacionado a um dos aspectos do cotidiano do aluno. Neste contexto, apresentamos a seguir alguns aspectos básicos para se entender a poluição do ar.

A partir de meados do século XVIII, com a Revolução Industrial, aumentou muito a poluição do ar. A queima do carvão mineral despejava na atmosfera das cidades industriais européias, toneladas de poluentes. Desde então o ser humano vem convivendo com um ar cada vez mais poluído e com os vários prejuizos advindos deste "progresso". Atualmente, quase todas as grandes cidades do mundo sofrem os efeitos daninhos da poluição do ar. Cidades como São Paulo, Tóquio, Nova Iorque e a Cidade do México estão na lista das mais poluídas do mundo. A poluição gerada nas cidades de hoje podem ser dispostas três formas:

- Em **ponto fixo**, como uma indústria;
- Em **linha**, fontes móveis ao longo da avenida ou rua com tráfego pesado;
- Em **zona**, onde a pluralidade de fontes fixas difusas, abrange um ou mais bairros.

(RUSSO, 2002).

A poluição do ar no perímetro urbano das grandes cidades é resultado, principalmente, da queima de combustíveis fósseis como, por exemplo, carvão mineral e derivados do petróleo (gasolina e diesel). A queima destes produtos tem lançado uma grande quantidade de monóxido e dióxido de carbono na atmosfera. Tais combustíveis são responsáveis pela geração de energia que alimenta os setores industriais, elétricos e de transportes, de grande parte das economias do mundo (RUSSO, 2002; NETO, 2005.; <<http://ptsoft.net>>)

Os países industrializados são os maiores produtores de poluentes, enviando anualmente bilhões de toneladas para a atmosfera; e para os próximos anos, segundo RIBEIRO (2003) é esperado um aumento mundial de emissão de carbono, onde os países em desenvolvimento terão um papel de destaque, seja pelo seu tamanho, notadamente Brasil, China e Índia, seja pela suas taxas de crescimento. A autora ainda apresenta uma estimativa para o consumo de combustível para o meio de transporte para os próximos anos, conforme a figura 2 e a figura 3 mostrada a seguir, que ressalta a importância dos países em desenvolvimento no total das emissões de carbono.

**Estimativa de consumo de combustível para transporte para os próximos anos**

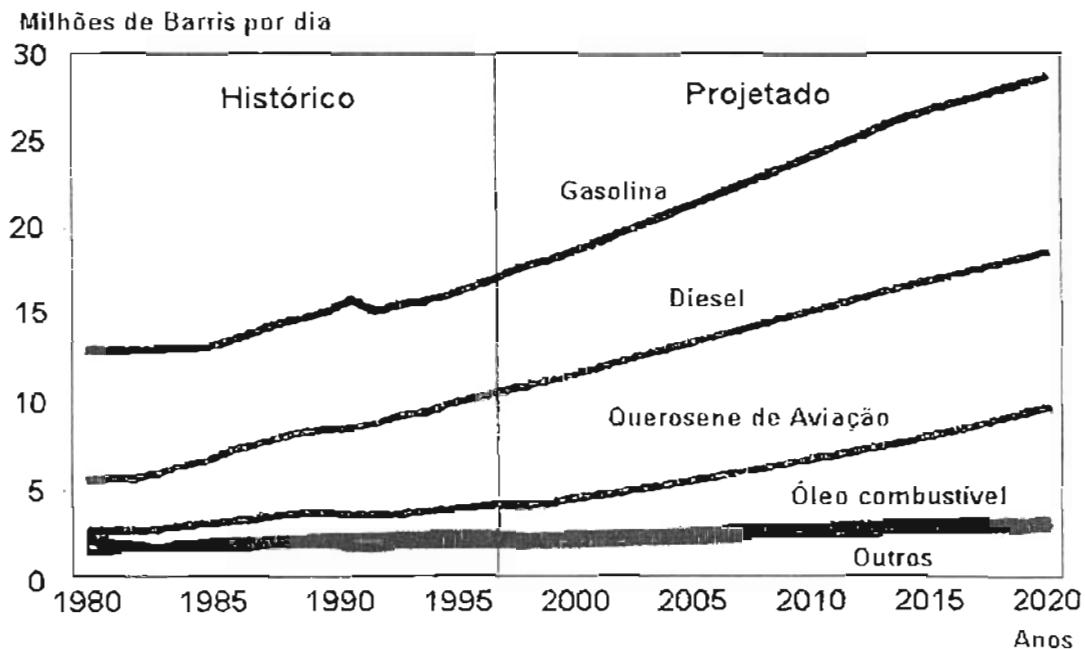


Figura 2

fonte: EPA, 2001 in Ribeiro, 2003

**Evolução das emissões de carbono no mundo**



Figura 3

fonte: EPA, 2001 in Ribeiro, 2003

A tabela que se segue nos apresenta os principais poluentes do ar e os seus efeitos (o seu nível de concentração no ar é dado pelo número de microgramas de poluente por m<sup>3</sup> de ar, ou no caso dos gases, em termos de partes por milhão (ppm), o que expressa o número de moléculas do poluente por um milhão de moléculas constituintes do ar).

Poluente	Principal Fonte	Comentários
Monóxido de Carbono (CO).	Escape dos veículos motorizados; alguns processos industriais.	Limite máximo suportado: 10 mg/m <sup>3</sup> em 8 h (9 ppm); 40 mg/m <sup>3</sup> numa 1 h (35 ppm).
Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> ).	Centrais termoelétricas a petróleo ou carvão; fábricas de ácido sulfúrico.	Limite máximo suportado: 80 mg/m <sup>3</sup> num ano (0,03 ppm); 365 mg/m <sup>3</sup> em 24 h (0,14 ppm).
Partículas em suspensão.	Escape dos veículos motorizados; processos industriais; centrais termoelétricas; reação dos gases poluentes na atmosfera.	Limite máximo suportado: 75 mg/m <sup>3</sup> num ano; 260 mg/m <sup>3</sup> em 24 h; compostas de carbono, nitratos, sulfatos, e vários metais como o chumbo, cobre, ferro.
Chumbo (Pb).	Escape dos veículos motorizados; centrais termoelétricas; fábricas de baterias.	Limite máximo suportado: 1,5 mg/m <sup>3</sup> em 3 meses; sendo a maioria do chumbo contida em partículas suspensão.
Óxidos de Azoto (NO, NO <sub>2</sub> ).	Escape dos veículos motorizados; centrais termoelétricas; fábricas de fertilizantes, de explosivos ou de ácido nítrico.	Limite máximo suportado: 100 mg/m <sup>3</sup> num ano (0.05 ppm)- para o NO <sub>2</sub> ; reage com Hidrocarbonetos e luz solar para formar oxidantes fotoquímicos.

Oxidantes fotoquímicos- Ozônio ( $O_3$ ).	Formados na atmosfera devido à reação de Óxidos de Azoto, Hidrocarbonetos e luz solar.	Limite máximo suportado: 235 mg/m <sup>3</sup> numa hora (0,12 ppm).
Etano, Etileno, Propano, Butano, Acetileno, Pentano.	Escape dos veículos motorizados; evaporação de solventes; processos industriais; lixos sólidos; utilização de combustíveis.	Reagem com Óxidos de Azoto e com a luz solar para formar oxidantes fotoquímicos.
Dióxido de Carbono ( $CO_2$ ).	Todas as combustões.	São perigosos para a saúde quando em concentrações superiores a 5000 ppm em 2-8 h; os níveis atmosféricos aumentaram de cerca de 280 ppm, há um século atrás, para 350 ppm atualmente, algo que pode estar a contribuir para o Efeito de Estufa.

(<<http://ptsoft.net>>)

Nos grandes centros urbanos, esta poluição ocasiona diversos problemas à saúde do ser humano, por exemplo, doenças respiratórias como a bronquite, rinite e asma levando milhares de pessoas aos hospitais todos os anos. [...] esta situação pode se tornar tão alarmante que pode necessitar da inferência do poder público, por exemplo, o Estado de São Paulo, partindo do princípio que os veículos automotores são os principais causadores da contaminação atmosférica na região metropolitana de São Paulo, a secretaria de Meio Ambiente do Estado (SMA) e a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) desenvolveram um programa de restrição ao uso de veículos, com o objetivo de reduzir os níveis de concentração de poluentes, principalmente de CO. Em 1996, a restrição à circulação de veículos foi estabelecida por lei, vigorando sempre nos períodos considerados necessários pela SMA e CETESB. O rodízio de circulação de veículos, que vigorou de maio a setembro de 1998, evitou o lançamento de 55 toneladas de CO na atmosfera (RUSSO, 2002).

A poluição também tem prejudicado os ecossistemas e o patrimônio histórico e cultural em geral. Fruto desta poluição, a chuva ácida mata plantas, animais e vai corroendo, com o tempo, monumentos históricos. Exemplo disto está a Acrópole de

Atenas que teve de passar por um processo de restauração, pois a milenar construção estava sofrendo com a poluição da capital grega.

O clima também é afetado pela poluição do ar, o fenômeno do efeito estufa está aumentando a temperatura em nosso planeta. Isto ocorre por que os gases poluentes formam uma camada de poluição na atmosfera, bloqueando a dissipação do calor, desta forma, o calor fica concentrado na atmosfera, provocando mudanças climáticas (RIBEIRO, 2003).

Segundo as medições da temperatura para épocas anteriores a 1860 (desde quando se iniciou o registro de temperaturas em várias áreas do planeta), que puderam ser feitas a partir dos anéis de árvores, de sedimentos em lagos e nos gelos, o aumento de 2 a 6 °C que se prevê para os próximos 100 anos seria maior do que qualquer aumento de temperatura registrada desde o aparecimento da civilização humana na Terra (RIBEIRO, 2003; <<http://www.feema.rj.gov.br>>).

Torna-se assim muito provável que o aumento da temperatura que estamos por enfrentar é causado pela ação do Homem e não se trata de um fenômeno natural. Alguns pesquisadores afirmam que futuramente poderemos ter a elevação do nível de água dos oceanos, provocando o alagamento de ilhas e cidades litorâneas. Estas várias mudanças nas condições climáticas do planeta podem fazer com que muitas espécies animais sejam extintas e podem surgir tufões e maremotos com mais freqüência.

Em vista de todos estes fatos, organismos internacionais, ONGS e governos de diversos países têm procurado soluções para minimizar ou solucionar estes problemas. É neste contexto que surgiram a Comissão Brundtland e o Protocolo de Kioto, assinado

em 1997 e ambos possuem a comum indicação para a redução de gases poluentes (NOVAES, 2005).

Alinhando-se a estas indicações, a tecnologia tem avançado no sentido de gerar máquinas e combustíveis menos poluentes ou que não gerem poluição. Muitos automóveis já estão utilizando gás natural, cujas emissões de contaminantes atmosféricos é muito menor, ou o álcool, combustível não fóssil, que polui pouco. Exemplo de investimentos pelas indústrias automobilísticas em realizar um certo “marketing” ecológico são os chamados “carros verdes” que por utilizarem catalisadores mais eficientes que reduzem em 70% a liberação de poluentes, se comparados aos veículos da década de 1980 (RUSSO, 2002).

Outra possibilidade a ser explorada são os biodiesel que apresentam excelente compatibilidade com os motores a diesel existentes. Uma alternativa, e já testada, é a utilização do etanol como combustível. Este reduz as emissões de monóxido de carbono (CO), Óxidos de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>), Óxidos de Enxofre (SO<sub>x</sub>), hidrocarbonetos (HC) e material particulado, tanto no caso do álcool puro, quanto da mistura álcool/gasolina, quando comparada com a utilização da gasolina pura. O etanol substitui ainda os compostos de chumbo adicionados à gasolina, para aumento de sua octanagem (RUSSO, 2002; <<http://ptsoft.net>>).

Entretanto, o uso do etanol como combustível aumenta a emissão de aldeídos (ROH), cujos efeitos para a saúde dos seres humanos e para a atmosfera, quando combinados a outros poluentes são poucos conhecidos. Portanto quando comparado aos derivados do petróleo o álcool é um combustível limpo (RUSSO, 2002).

Em outras pesquisas, testes com hidrogênio têm mostrado que num futuro bem próximo, os carros poderão utilizar um tipo de combustível que lança, na atmosfera, apenas vapor de água.

## II.3 - O Magnetismo

O tema magnetismo e em especial a levitação eletrodinâmica podem ser tratados num enfoque CTS.

### II.3.1 Breve Histórico

[...] os fenômenos magnéticos foram talvez os primeiros a despertar a curiosidade da humanidade sobre o interior da matéria. Os mais antigos relatos de experiências com a força misteriosa da magnetita ( $Fe_3O_4$ ), o ímã natural, são atribuídos aos gregos e datam de 800 a.C. A primeira utilização prática do magnetismo foi a bússola, inventada pelos chineses na dinastia Han, em 200 d.C., e baseada na propriedade de uma agulha magnetizada tem de se orientar na direção do campo magnético terrestre" (KNOBEL, 2005).

[...] os fenômenos magnéticos ganharam uma dimensão muito maior quatro séculos mais tarde, com a descoberta de sua relação com a eletricidade através dos trabalhos do dinamarquês Hans Christian Oersted (1777 – 1851), do francês André Marie Ampère (1775 – 1836), do Inglês Michael Faraday (1791 – 1867), e do norte americano Joseph Henry (1797 – 1878), para citar alguns poucos exemplos (KNOBEL, 2005).

A indução eletromagnética foi descoberta em 1831 praticamente ao mesmo tempo por dois cientistas: Michael Faraday na Inglaterra e Joseph Henry, nos Estados Unidos. Henry, na verdade, descobriu-a primeiro, mas como era professor de matemática e filosofia numa escola de Albany, estado de Nova Iorque, que exigia dedicação integral dos seus professores às aulas, não pode aprofundar suas pesquisas nem publicar seus resultados a tempo. Quando o fez, Faraday já havia publicado um trabalho muito mais aprofundado um ano antes. Por isto a descoberta da indução

eletromagnética é quase sempre atribuída apenas a Faraday (GASPAR, 2000 e KNOBEL, 2005).

Faraday fez um exaustivo trabalho de pesquisa, iniciado em 1824, esgotando o assunto em praticamente todos os seus aspectos. Como aconteceu com Oersted, o momento da descoberta de Faraday também foi acidental. Faraday havia enrolado um núcleo de ferro com duas bobinas A e B e notou que, quando ligava ou desligava a bobina A numa bateria, passava uma corrente elétrica em B. Mas somente nestes instantes, e depois a corrente desaparecia (GASPAR, 2000 e KNOBEL, 2005).

[...] Faraday percebeu que o fenômeno se devia à variação do campo magnético, que aparecia quando a bobina era ligada ou desligada. Esta variação se manifestava externamente através de linhas de campo, conceito criado por ele, confinadas no anel de ferro. Faraday fez ainda inúmeras experiências até formular a lei que hoje recebe seu nome” (GASPAR, 2000).

[...] Cabe ainda citarmos Friedrich Emil Lenz (1804 – 1865), Físico e Químico russo, natural da Estônia. Aos vinte anos, como naturalista, Lenz realizou uma viagem de pesquisa pelo mundo. Estudou as diferentes características físico-químicas dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico explicando as causas das diferentes taxas de salinidade de cada um. O relato de suas pesquisas valeu o seu ingresso como membro da Academia de Ciências de São Petersburgo em 1828. A partir de algumas informações sobre os experimentos de Faraday, Lenz reproduziu-os com a lei que leva o seu nome, publicada em 1834. A importância da descoberta de Lenz não se restringe ao eletromagnetismo, pois a sua lei implica a compreensão do princípio da conservação da Energia, que, na época, ainda não havia sido formulada (GASPAR, 2000).

[...] No final do século XIX, diversos fenômenos eram compreendidos e tinham inúmeras aplicações tecnológicas, das quais o motor e o gerador elétrico eram as mais importantes (KNOBEL, 2005).

### II.3.2 A Levitação Eletrodinâmica

O movimento relativo de imãs nas proximidades de placas metálicas condutoras de materiais não ferromagnéticos, por exemplo, o cobre e o alumínio, faz surgir correntes induzidas ou correntes de Foucault. Estas correntes induzidas geram um

campo magnético que se opõe à variação do fluxo de campo magnético que as induziu, que neste caso é proveniente dos ímãs. Devido a esta interação surge uma força resultante sobre o imã. Uma das componentes desta força repulsiva é responsável pela levitação do imã, a outra componente é contraria ao movimento da forma de alumínio (GASPAR, 2000; HALLIDAY, 1995; TIPLER).

As figuras seguintes ilustram os fenômenos descritos anteriormente:

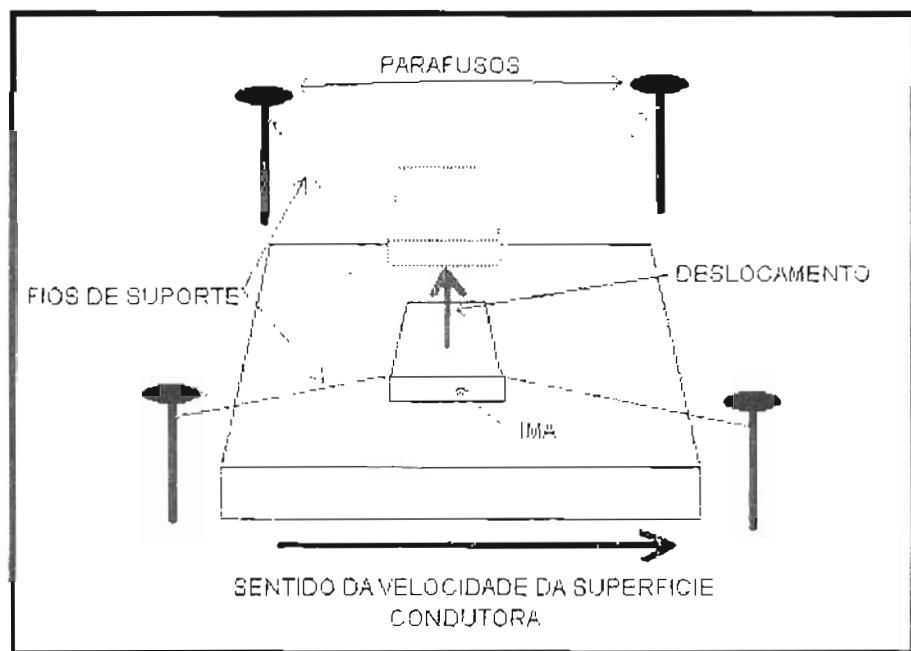


Figura 4

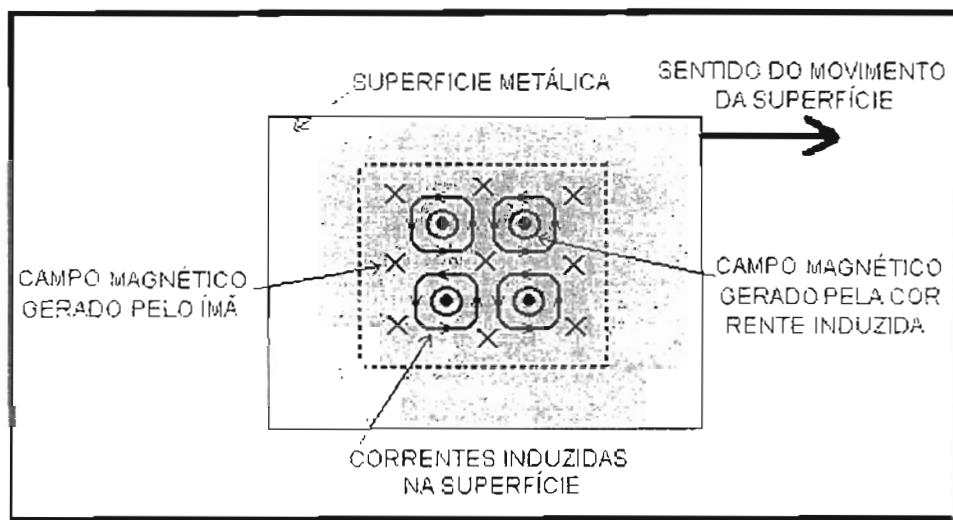


Figura 5

A compreensão deste fenômeno é dada a partir das Leis de Lenz e de Faraday.

Onde a primeira justifica o surgimento de um campo magnético oposto ao campo magnético do imã, e a segunda o surgimento da indução que gera forças eletromotrices circulares na superfície da forma metálica (GASPAR, 2000; HALLIDAY, 1995; TIPLER, ano).

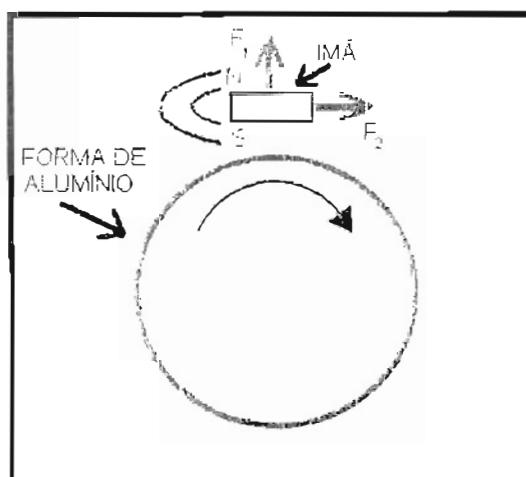


Figura 6

### **III - APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE TRABALHO**

Como citado anteriormente, não é do escopo deste trabalho esgotar os conteúdos de Física ou Meio Ambiente, mas apenas propor uma das possibilidades de abordagem para tais conteúdos.

Os conteúdos de Física e Meio Ambiente ao serem correlacionados pelo uso da tecnologia dos meios de transporte, e orientados pelo professor de Física, fornecerão ao aluno acesso a uma compreensão conceitual e formal consistente e essencial para sua cultura, tornando seu desenvolvimento intelectual crítico, reflexivo e questionador, de maneira que ele poderá exercer plenamente sua cidadania (PCN+, 2002).

Cabe ainda alertarmos que alguns conceitos de física e questões ambientais, citados ao longo do trabalho, serão considerados já compreendidos pelos educandos em etapas anteriores do curso de ensino médio, caso contrário, deveríamos elaborar um trabalho que abrangesse grande parte do eletromagnetismo, da Química, Biologia e Geografia, com isto não teríamos tempo hábil para a realização deste, ao considerarmos que o mesmo é um trabalho de final de curso. Sempre que tais considerações se fizerem necessárias, a indicaremos por um (\*).

Faz-se necessário que o professor possua conhecimento e entendimento dos principais prejuízos ocasionados pela poluição do ar, tais como o buraco na camada de ozônio, o efeito estufa, a chuva ácida, inversão térmica, algumas alergias, doenças respiratórias e ainda tome conhecimento de assuntos polêmicos, tal como o aquecimento global. Estes fenômenos podem ser encontrados em sítios da internet e livros. Acreditamos que o professor de física possa comprehendê-los tanto quanto o

necessite para o desenvolvimento deste trabalho e quando não, possa solicitar a inferência ou cooperação do profissional adequado.

O trabalho será apresentado em unidades didáticas, assim como a parte experimental do projeto.

### **III.1 UNIDADE 1: A Questão ambiental**

1 – Em princípio o professor deverá questionar os alunos sobre quais problemas são mais comuns em grandes cidades, São Paulo e Rio de Janeiro por exemplo, advindos da poluição do ar. Evidentemente haverá vários, tais como chuva ácida, efeito estufa, inversão térmica, problemas respiratórios e de alergia. Caso contrário, o professor poderá optar por citar os principais, como efeito estufa e inversão térmica e explicá-los.

2 – O professor deverá selecionar alguns, por exemplo o efeito estufa, e pedir que os alunos expliquem tais fenômenos. O professor pode intervir, se necessário, para orientar as idéias, validando-as ou não.

3 – Após as discussões anteriores é possível indicar que os efeitos da poluição do ar são ocasionados devido a quê?

4 – Evidentemente a emissão de gases estará em pauta. Este momento é oportuno para se questionar: Quem são os principais responsáveis pela emissão destes gases?

5 – Identificados as indústrias e os veículos como os principais responsáveis pela emissão dos poluentes, surge a questão: É possível extinguir ou suavizar a emissão destes gases?

6 – Que medidas seriam necessárias? Citar exemplos de medidas que são tomadas em relação à indústria? E quais medidas são tomadas em relação aos veículos?

7 – Enfatizando a poluição veicular, quais os meios de transporte menos poluentes?

Quais as vantagens e desvantagens de cada um deles?

Entre os meios de transporte que devem ser citados, o trem receberá uma abordagem especial pelo professor, caso os alunos não o evidenciem como um dos mais vantajosos meios de transporte de massa. Esta especial atenção aos trens se deve ao fato de que uma nova tecnologia vem sendo implementada neste meio de transporte e poucas pessoas têm conhecimento para se referir a ela ou fornecer algum esclarecimento sobre a mesma. Segundo OSTERMANN e PUREUR (2005), uma das mais charmosas aplicações da supercondutividade, são os veículos levitados magneticamente, em que se pode citar o trem MAGLEV (magnetic levitation), um trem de levitação que opera experimentalmente no Japão.

8 – Os trens seriam uma boa opção para diminuir a emissão de gases? Existem novas tecnologias para este meio de transporte? Quais?

9 – O que são trens de levitação?

### **III.2 UNIDADE 2: A Indução Eletromagnética**

10 -- Neste momento o professor apresentará o protótipo experimental aos alunos, conforme descrito no item seguinte, e pedirá para que eles identifiquem o que compõe o protótipo. Somente após a identificação dos elementos constituintes o professor ligará o mesmo.

11 – Chamando a atenção dos alunos para que inicialmente o conjunto imã forma permanecem em contato, e que, após a forma adquirir movimento, o imã levita é possível formular a seguinte questão: Por quê o imã levita?

A partir deste momento o professor poderá discutir e esclarecer o fenômeno básico da levitação magnética empregada no chamado MAGLEV, se fundamentando na *repulsão magnética por dois imãs*. Cabe ainda trabalhar os conceitos de *interação à distância* e *linhas de campo magnético*. Após a recordação destes conceitos, deve-se propor aos alunos se é possível relacionar tais conceitos com o fenômeno da levitação eletrodinâmica. Após as discussões anteriores, pode-se trabalhar as seguintes questões:

12 – Qual a natureza destas forças?

13 – A força exercida sobre o imã é igual à força exercida na forma?

14 – Por que não há levitação quando não há movimento?

15 – O que deixa de existir na interação do imã com a forma?

### III.3 O PROTÓTIPO EXPERIMENTAL

O protótipo experimental é simples, de baixo custo, de fácil montagem e translado. É composto por uma caixa de madeira, um motor de máquina de costura, uma forma circular de alumínio, três parafusos de telha, fios de nylón e um pequeno imã retirado de um Disco Rígido.

O protótipo deve ser manipulado pelos estudantes antes de ser ligado, pois

assim estes podem se familiarizar com os vários componentes constituintes do experimento e identificá-los. Este é um aspecto de grande importância, pois ao identificar estes elementos o aluno terá um ponto de partida para as proposições posteriores ao fenômeno de levitação que se verificará após o funcionamento do protótipo.

O experimento é disposto conforme ilustra o esquema a seguir :

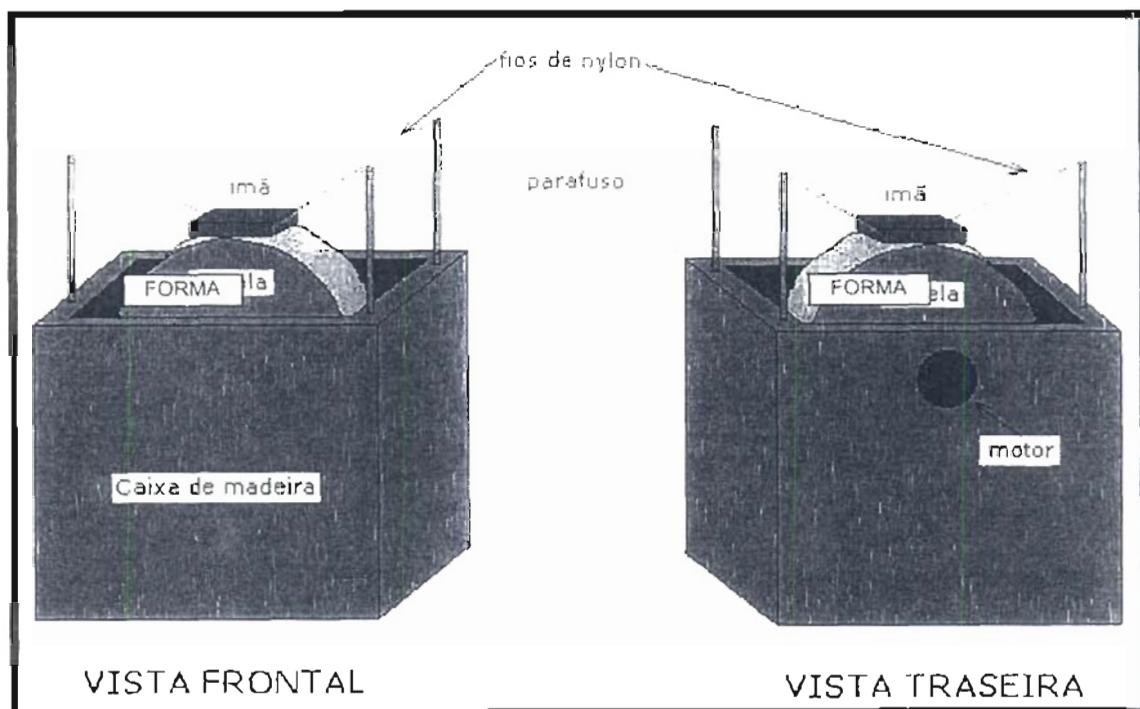


figura 7

O experimento real é apresentado abaixo, em seqüência, Isto é, inicialmente o aparelho está desligado (figuras 8 e 9). Observe que o imã esta totalmente apoiado na forma de alumínio.

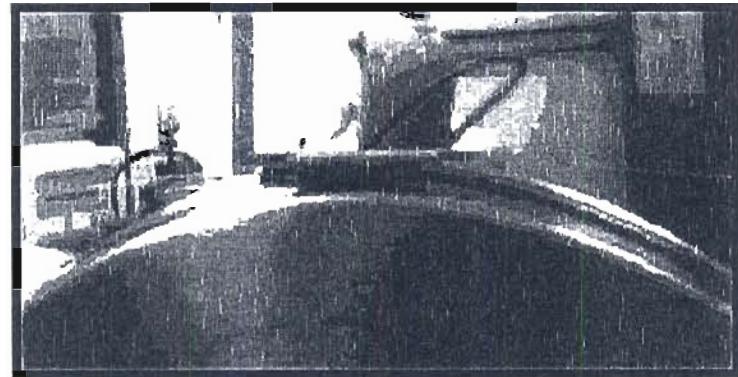


figura 8

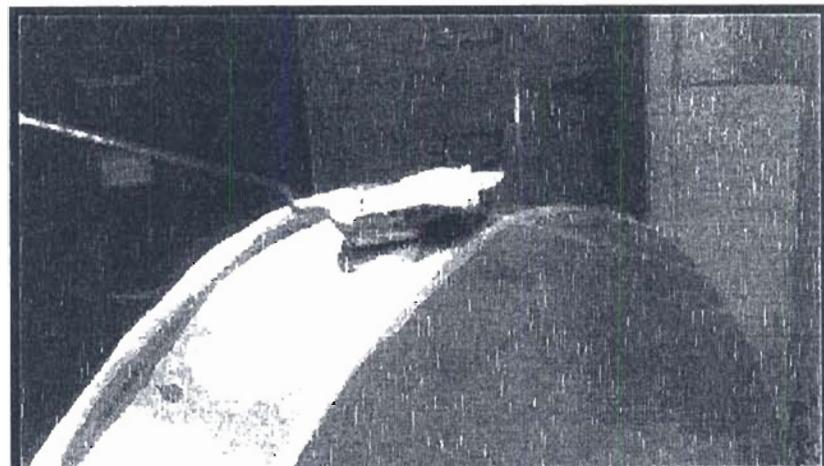


figura 9

Ao se iniciar o movimento o imã começa a ser repelido, (figuras 10 e 11). Esta repulsão é gradual e tende a aumentar à medida que a forma vai adquirindo maior velocidade.

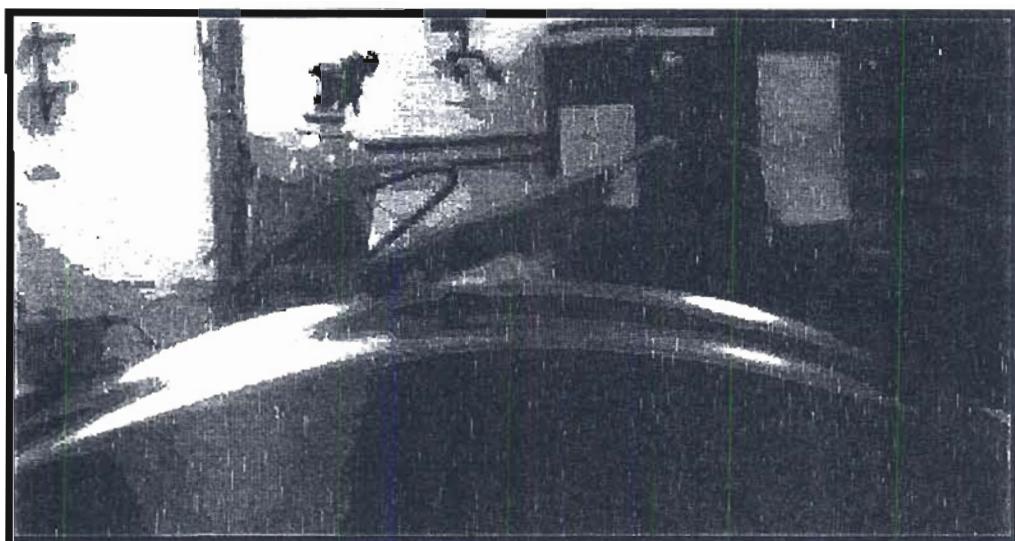


figura 10

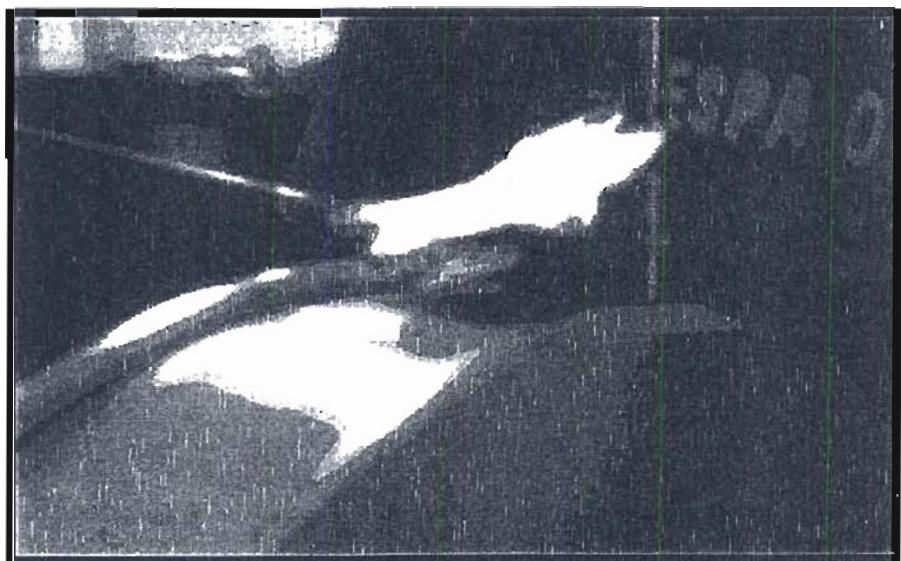


figura 11

Na figura 12, a seguir, a forma alcançou sua velocidade máxima e por conseguinte o imã sofre a repulsão máxima.

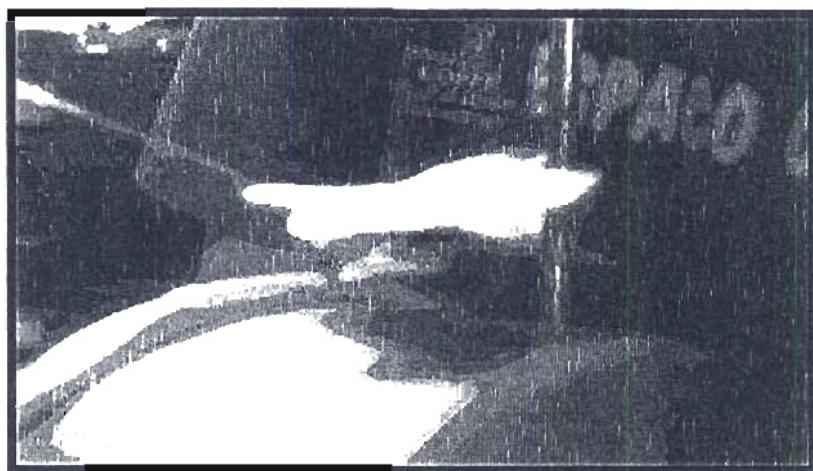


figura 12

Além do caráter ilustrativo do experimento, ele possui também um caráter lúdico, pois o aluno pode tocar no imã e perceber a força de repulsão, além de movê-lo verticalmente e verificar se ocorre alguma mudança.

Entre os conteúdos e assuntos previstos em nossa abordagem, é possível citar:

- 1 – O conceito de campo magnético.
- 2 – O conceito de linhas de campo magnético.
- 3 – Lei de Faraday.
- 4 – Lei de Lenz.
- 5 – O conceito de interação à distância.

### **III.3.1 - Montagem do experimento**

#### **3.1.1 Materiais**

Para a montagem do experimento é necessária uma forma circular de alumínio de aproximadamente 29 cm de diâmetro e 5 cm de altura. Três parafusos de telha de 22 cm de comprimento, fio de nylon, não muito fino, de aproximadamente 60 cm de comprimento, um motor de máquina de costura, um imã retirado do interior de um HD e uma caixa de madeira para a acomodação do experimento de 26X34X32cm. O custo total dos componentes gira em torno de R\$ 60,00.

#### **3.1.2 Procedimento**

Fazer um furo no centro da forma de alumínio e acoplar o eixo do motor no lado em que não há a borda da forma, conforme indica a figura 13 a seguir:

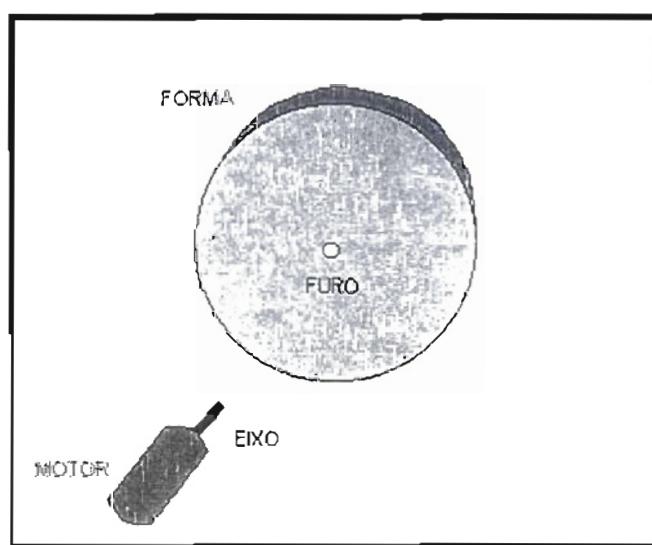


figura 13

Fazer um corte retangular de 7X34X5cm no centro na superfície de 26X34cm da caixa. conforme indica a figura a seguir:

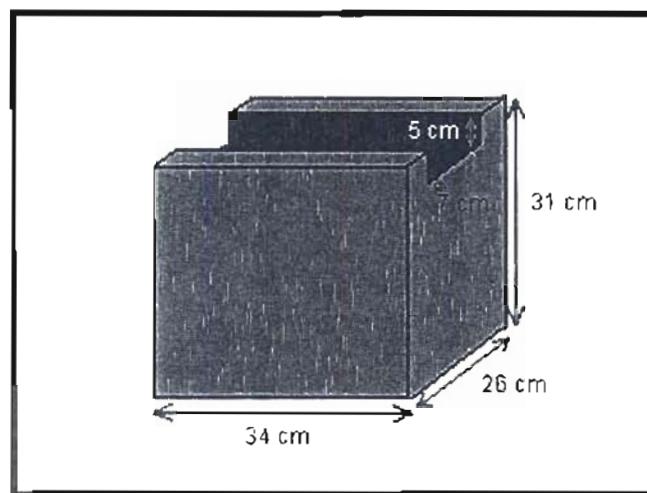


figura 14

Na superfície lateral da caixa, fazer furo com as dimensões do motor, para encaixá-lo internamente, de maneira que uma semicircunferência da forma, de altura 10cm fique exposta, conforme indica a figura a seguir:

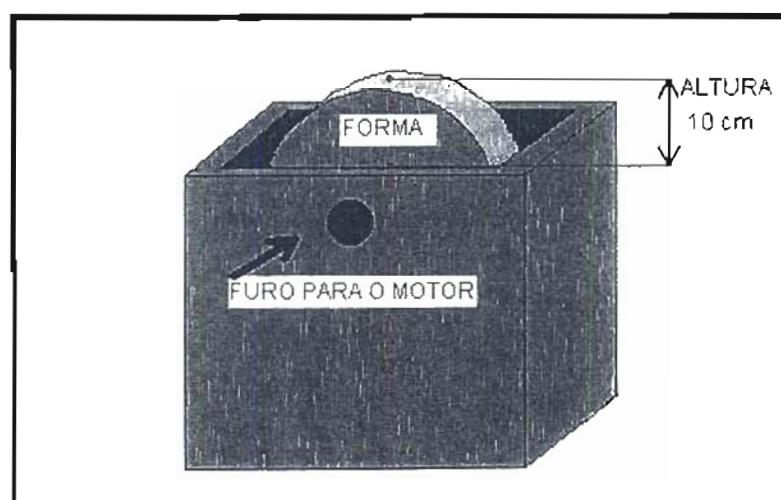


figura: 15

Fixar o motor na caixa, conforme a indicação anterior, cortar os fios de nylon em três partes iguais e amarrá-los ao imã. Verificar a melhor disposição do imã sobre a superfície da forma e definir a posição dos parafusos. Amarrar cada uma das outras extremidades dos fios de nylon, em cada parafuso, com uma leve tensão.

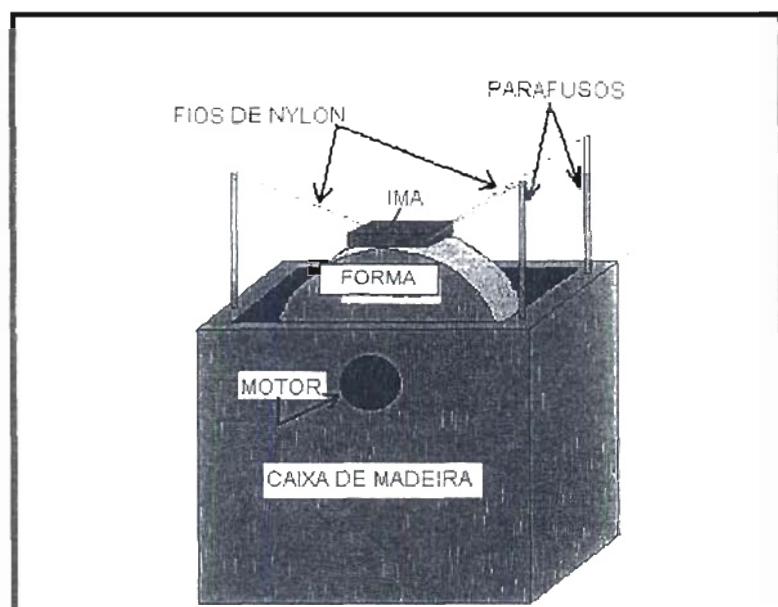


Figura: 16

## **IV - REFLEXÕES SOBRE A APLICAÇÃO DO PROJETO**

Nosso projeto possui como objetivo central possibilitar ao professor, de acordo com LDB e orientações dos PCN's e PCN<sup>+</sup>, uma abordagem para trabalhar com conteúdos do eletromagnetismo e suas aplicações tecnológicas no dia a dia preferencialmente com alunos da terceira série do ensino médio. Procuramos dar ênfase as questões fenomenológicas, experimentais e reflexivas em que se entrelaçam as novas tecnologias, a ciência e o meio ambiente, sem nos preocuparmos com o rigor matemático.

Em virtude do momento em que foi elaborado este projeto, isto é, no final do curso de graduação em Física, não houve tempo hábil para a implementação da proposta em sala de aula. No entanto, acreditamos que é possível dar continuidade ao projeto em um curso de Mestrado e avaliar, a partir acompanhamento, a funcionalidade desta proposta.

## V - BIBLIOGRAFIA

- ANGOTTI, J. A. P.; Auth, M. A. Ciência e tecnologia:Implicações sociais e o papel da educação. In Ciência e Educação, v.7, n.1, p.15-27, 2001.
- ARAÚJO, M. S. T. de.; Müller, P. "Levitação Magnética": Uma aplicação do eletromagnetismo. In Cad. Brás. Ens. Fis., v.19, n.1, p.115-120, abril. 2002.
- AULER, D.; Bazzo, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. In Ciência e Educação, v.7, n.1, p.1-13, 2001.
- AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: Um novo "paradigma"? In ENSAIO-Pesquisa em educação em ciências, v.05, n.1, 2003.
- BAZZO, W. A. Ciência tecnologia e Sociedade e o contexto da educação tecnológica.
- BERNARDO, J. R. R. Laboratório portátil para o ensino de eletromagnetismo. Projeto de instrumentação de final de curso. Dissertação de Monografia de Graduação. Rio de Janeiro: Instituto de Física da UFRJ, 2002. 60p.
- BORGES, A. T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. In Cad. Brás. Ens. Fis., v.19, n.3, p. 291-313, dez. 2002.
- FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências. In: Investigações do ensino de ciências .., v.8, N2, ed , 2003.
- GASPAR, A. et al., Física 3-Eletromagnetismo, ed. Ática, 1<sup>a</sup> edição, v. 3, p. 240-271, 2000.
- HALLIDAY, D et al. Fundamentos de Física 3: Eletromagnetismo. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S/A, 1995. 355p.
- LEAL, M. C.; Gouvêa, G. Narrativa, mito, ciência e tecnologia: O ensino de ciências na escola e no museu. In Ensaio. Pesquisa em educação em ciências.,v.02, n.1, março 2002.
- MENEZES, L. C de. Uma Física para o Novo Ensino Médio. In Física na Escola, v.1, n.1, 2000.
- MENEZES, L. C. et al ,Física 3-Eletromagnetismo, Grupo de Reelaboração do ensino de Física – GREF – USP, ed. USP, v.3, 2002.
- MÜLER, M. S.; CORNELSEN, J. M. NORMAS E PADRÓES PARA TESES, DISSERTAÇÕES E MONOGRAFIAS, ed. Atual, 5<sup>a</sup> edição, 2003.

PIETROCOLA. M. et al., **Ensino de Física: Conteúdo Metodologia e epistemologia numa concepção integradora**, ed. U.F.S.C, p. 9-32, 2001.

RIBEIRO, S. K. et al., **Transporte mais Limpo**, ed COPPE UFRJ, 2003.

RICARDO, E. C. **Implementação dos PCN em Sala de Aula: Dificuldades e Possibilidades**. In Física na Escola, v.4, n.1, 2003.

RUSSO, P. R.; **A distribuição das concentrações de partículas em suspensão na atmosfera da porção centro-oriental do município do Rio de Janeiro: Considerações preliminares sobre a correlação entre saúde pública e poluição do ar**. Tese de Mestrado. Rio de Janeiro: Instituto de Geografia da UFRJ, 2002. p. 27 – 55.

SANTOS, W. L. P dos; Mortimer, E.F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S(Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira**. In Ensaio. Pesquisa em educação em ciências., v.02, n.2, dezembro 2002.

SANTOS, W. L. P dos.; Mortimer, E.F. **Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências**. In Ciência e Educação, v.7, n.1, p.95-111. 2001.

TEIXEIRA, P. M. M. **A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências**. In Ciência e educação., v.9, n.2, p. 177-190, 2003.

TEIXEIRA, P. M. M. **Educação científica e movimento C.T.S. no quadro das tendências pedagógicas no Brasil**.,2003.

THUILLIER, P. **O contexto Cultural da Ciência**. In Ciência Hoje, v.9, n.50, 1989.

TIPLER, P. A.; LLEWELLYN, R.A. **Eletricidade e Magnetismo, Ótica**. Rio de Janeiro: ed: LTC. 4<sup>a</sup> Edição.

KAWAMURA, M. R. D.; Hosoume, Y. **A contribuição da Física para um Novo Ensino Médio**. In Física na Escola, v.4, n.2, 2003.

KNOBEL, M. **Aplicações do Magnetismo**. In Ciência Hoje, v.36, n.215, 2005.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: Editora E.P.U – EDUSP, p. 5-26, 1987.

## **ENDEREÇOS ELETRÔNICOS UTILIZADOS NA PESQUISA**

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura – Secretaria de Educação Básica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**, 2002. Disponível em

<<http://www.portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em 01 de Jul de 2005.

**BRASIL**, Ministério da Educação e Cultura – Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**, 1996. Disponível em <<http://www.mec.gov.br/seb/pdf/LDB.pdf>>. Acesso em 01 de Jul de 2005.

**BRASIL**, Ministério da Educação e Cultura – Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**, 1998. Disponível em <<http://www.portal.mec.gov.br/seb/index.php?option=content&task=view&id=265&Itemid=255>>. Acesso em 01 de Jul de 2005.

**BRASIL**, Ministério das relações exteriores. **Agenda 21**. disponível em:<<http://www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/relext/mre/agintern/meioamb/index.htm>> Acesso em 08 de julho de 2005.

**Introdução ao fenômeno do efeito estufa**. Disponível em: <<http://ptsoft.net/vastro/referencia/estufa/aquecimento/index.htmlintroduçaoao fenomeno do efeito de estufa>> Acesso em 27 de Junho de 2005.

**NETO, P. N. Efeito estufa**. Disponível em <<http://www.sua pesquisa.com/efeitoestufa/>> Acesso em 08 de julho de 2005.

**NOVAES, E. S. Brasil. Ministério das relações exteriores. Agenda 21**. disponível em:<<http://www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/meioamb/agenda21/apresent/index.htm>> Acesso em 08 de julho de 2005.

**NOVAES, E. S. Brasil. Ministério das relações exteriores. Agenda 21**. disponível em:<<http://www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/meioamb/agenda21/anteced/index.htm>> Acesso em 08 de julho de 2005.

**NOVAES, E. S. Brasil. Ministério das relações exteriores. Agenda 21**. disponível em:<<http://www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/meioamb/agenda21/doc/index.htm>> Acesso em 08 de julho de 2005.

**Poluição de veículos**. Disponível em: <[http://www.feema.rj.gov.br/poluicao\\_de\\_veiculos.htm](http://www.feema.rj.gov.br/poluicao_de_veiculos.htm)> Acesso em: 02 de junho de 2005.

**Proxima estação: trem que flutua sobre trilhos**. Disponível em <<http://odia.ig.com.br/universitarios/mat261003.htm>> Acesso em 2004.

**Transporte urbano e poluição**. Disponível em: <<http://www.suapesquisa.com/chuvaacida/transporte urbano e poluição>> ACESSO em 08 de julho de 2005.

**Transporte urbano e poluição**. Disponível em <[http://www.rio.rj.gov.br/multirio/cime/ce09/ce09\\_020.html](http://www.rio.rj.gov.br/multirio/cime/ce09/ce09_020.html)> Acesso em:01 de julho de 2005

**Introdução ao fenômeno de efeito estufa.** Disponível em:  
<http://ptsoft.net/vastro/referencia/estufa/aquecimento/index.htmlintroduçãoaofenoeno do efeito de estufa> Acesso em 27 de junho de 2005.