

FÁBIO ESTEVES DA SILVA

ENERGIA, MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE:
PROPOSTA DE UM MODELO EDUCACIONAL PARA O ENSINO BÁSICO

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia
do Campus de Guaratinguetá, Universidade
Estadual Paulista, para a obtenção do título
de Doutor em Engenharia Mecânica na área
de Transmissão e Conversão de Energia.

Orientador: Prof. Dr. Janio Itiro Akamatsu
Co-orientador: Prof. Dr. Galeno José de Sena

GUARATINGUETÁ
2010

Silva, Fábio Esteves da

Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade: Proposta de um Modelo Educacional para o Ensino Básico / Fábio Esteves da Silva. - Guaratinguetá: [s.n], 2010.

253f.: il.

Bibliografia: f.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, 2010.

Orientador: Prof. Dr. Janio Itiro Akamatsu

Co-orientador: Prof. Dr. Galeno José de Sena

1. Energia, Uso Racional. I.Título

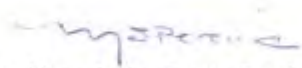
CDU

FÁBIO ESTEVES DA SILVA,

ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
“DOUTOR EM ENGENHARIA MECÂNICA”

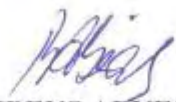
PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA: TRANSMISSÃO E CONVERSÃO DE ENERGIA

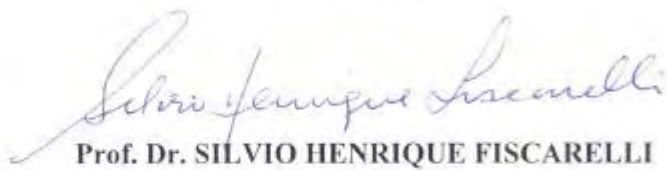
APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO


Prof. Dr. Marcelo dos Santos Pereira
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. JANIO ITIRO AKAMATSU
Orientador / Unesp-Feg


Prof. Dr. RUBENS ALVES DIAS
Unesp-Feg


Prof. Dr. SILVIO HENRIQUE FISCARELLI
Unesp-Araraquara


Prof. Dr. JORGE ROBERTO PIMENTEL
Unesp-IFTAR


Prof. Dr. LUIZ FERNANDO TIBALDI KURAHASSI
Universidade Cidade de São Paulo

Dezembro de 2010

DADOS CURRICULARES

Formação Acadêmica

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

F.E.G – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá

Doutorado em Engenharia Mecânica (2007-2010)

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

F.E.G – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá

Mestrado em Engenharia Mecânica (2004-2006)

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

I.G.C.E – Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Licenciatura Plena em Física (2000-2003)

Escola Técnica Federal de São Paulo

Técnico em Mecânica (1993-1996)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a duas mulheres: D. Clarenice, minha mãe, e D. Maria, minha avó que, juntas, dedicaram a mim carinho, amor e muita garra, o que possibilitou tornar-me o homem que sou hoje.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela vida que eu tenho hoje.

Existem mais de uma dezena de professores a quem eu gostaria de agradecer. Muitos nomes. Em especial, meus primeiros agradecimentos são para os professores Janio, Galeno e Silvio: foram vocês que me ajudaram a galgar este degrau na escala do conhecimento. Aos professores Pimentel e Paulo Yamamura, um sincero “muito obrigado” por tudo que me ensinaram sobre Física e Energia. Meu agradecimento estende-se ainda às professoras Cida e Elisa, da SME de São José dos Campos, pelo irrestrito apoio em etapas decisivas deste trabalho.

Há também, em minha família, muitas pessoas a quem desejo agradecer. Gostaria de citar o nome de todos, porém deixo aqui minha sincera gratidão a todos por contribuírem na formação do meu caráter, proporcionaram-me alegria de viver, diversão nos momentos apropriados e amparo quando necessário. A vocês todos, e em especial, aos meus irmãos Felipe e Douglas, sou extremamente grato.

Não tenho palavras para expressar meus agradecimentos a você, Elaine. Admiro muito sua garra, seu amor ao trabalho, sua dedicação e seu caráter. Espero poder estar ao seu lado, sempre.

A todos os atuais e ex-moradores da república O.nu por conviverem comigo tanto tempo, tendo eu tantos defeitos. É como se fôssemos uma família.

Cito aqui o velho, mas sempre atual, ditado “Nem sempre os Irmãos nascem debaixo do mesmo teto.”... Por isto, agradeço aos Companheiros desta jornada.

Gostaria de agradecer também à equipe do CONPET na Escola, que por tantos anos colaborou no desenvolvimento deste trabalho. Aos técnicos do PROCEL Educação que me permitiram dar outra dimensão a esta empreitada.

Finalmente, muito obrigado a todos os professores, bolsistas e estagiários que contribuíram para a conclusão desta tese e, em especial, à Neide pela revisão ortográfica deste texto.

APOIO FINANCEIRO

Agradeço à CAPES e à FUNDUNESP pelo apoio financeiro.

EPÍGRAFE

*“Aos entes queridos que passam por nós,
não nos deixam sós, não vão sós,
Deixam um pouco de si,
Levam um pouco de nós.”*

Antoine de Saint Exupéry

SILVA, F.E. **Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade: Proposta de um Modelo Educacional para o Ensino Básico**. 2010. 234f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2010.

RESUMO

Somente com a melhoria do processo de produção e a com a utilização consciente da energia por parte da população é que se conseguirá atingir êxito de acordo com os objetivos referentes ao seu uso racional. Para isso, faz-se necessário que professores sejam orientados a tratar os conhecimentos sobre energia a partir da ótica científica e tecnológica em suas aulas. Estudos apontam que utilizar recursos didáticos que possibilitem a contextualização do conteúdo transmitido com o uso de exemplos do cotidiano é a forma eficiente de se promover conhecimento. Indo mais além, é possível delinear uma mudança de comportamento que promova uma postura pró-eficiência energética. Neste sentido, a presente tese tem como objetivo pesquisar, desenvolver e testar uma proposta de intervenção educacional no tratamento da temática “Educação em Energia e Eficiência Energética” para professores do Ensino Fundamental. Em se tratando de métodos de abordagem, os procedimentos utilizados basearam-se em técnicas referenciadas na pesquisa-ação, que possibilitaram ao pesquisador intervir e testar possíveis soluções para o problema. Uma série de atividades foram desenvolvidas, incluindo uma formação complementar de professores, elaboração de materiais didáticos e formas de intervenção e conscientização de alunos, todas elas norteadas segundo critérios da metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos. Estas ações foram pautadas na conscientização do grupo estudado sobre os problemas atuais que a sociedade está enfrentando e a urgente necessidade de se praticar o uso racional de energia. O resultado final mostrou que é viável realizar uma ampla campanha de divulgação sistematizada sobre o tema no Ensino Básico, despertar o interesse de professores e alunos e, ainda, atingir metas de redução de consumo em longo prazo.

PALAVRAS-CHAVE: Energia. Eficiência Energética. Uso Racional de Energia, Formação de Professores. Aprendizagem Baseada em Projetos.

SILVA, F.E. **Energy, Environment and Sustainability: Proposal for an Educational Model for Basic Education**. 2010. 209 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2010.

ABSTRACT

It is certainly true that only through the improvement of the production process and the conscious use by the population will make it possible to achieve goals concerning the rational use of energy. It is necessary that teachers are instructed to deal with knowledge about energy from the scientific and technological point of view along their lessons. Studies point that using instructional resources that make the knowledge contextualization possible by including examples of daily life is an efficient form of transmitting knowledge. Furthermore, it is possible to outline the behavior change that promotes a proactive stance on energy efficiency. In this sense, this thesis goal is to research, develop and test an educational intervention proposal in the thematic treatment of "Energy Education and Energy Efficiency" for teachers of elementary school. When it comes to methods of approach, the procedures used were based on techniques referenced in action research that enable the researcher to intervene and to test possible solutions for the problem. A series of activities were developed, including complementary training of teachers, elaboration of didactic materials, forms of assistance and awareness of students, and all of them were oriented according to the Problem-Based Learning. These actions were based on the awareness of the studied group about the current problems that modern society is experiencing and the urgent need to practice the rational use of energy. The final result showed that it is feasible to conduct a broad campaign of systematized disclosure on the topic to arouse the interest of teachers and students and still achieve aims of consumption reduction in the long term.

KEYWORDS: Energy; Energy efficiency; Rational Use of Energy; Training of Teachers; Project Based Learning.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Regiões onde se concentram projetos na área do Ensino de Energia.....	38
FIGURA 2 – Estados com as maiores concentrações de programas sobre Ensino de Energia.....	41
FIGURA 3 – Relação de projetos e programas relacionados nos EUA.....	41
FIGURA 4 – Divisão das principais atividades realizadas nos EUA.....	43
FIGURA 5 – Relação de projetos e programas relacionados na Europa.....	45
FIGURA 6 – Divisão das principais atividades realizadas na Europa.....	45
FIGURA 7 – Países onde foram destacados projetos na Ásia / Oceania.....	47
FIGURA 8 – Divisão das principais atividades realizadas na Ásia / Oceania.....	48
FIGURA 9 – Países onde foram destacados projetos na América Latina.....	49
FIGURA 10 – Divisão das principais atividades realizadas na América Latina.....	49
FIGURA 11 – Estados onde foram destacados projetos no Brasil.....	50
FIGURA 12 – Divisão das principais atividades realizadas no Brasil.....	51
FIGURA 13 – Evolução do consumo de energia elétrica nas residências durante quatro anos.....	55
FIGURA 14 – Quantidade de energia elétrica acumulada / reduzida durante um ano.....	56
FIGURA 15 – Principais órgãos envolvidos numa política para Educação em Energia.....	63
FIGURA 16 – Alcance e instâncias envolvidas nos programas orientados no ensino.....	65
FIGURA 17 – Visão geral do macro processo de mudança comportamental.....	84
FIGURA 18 – Divisão de tópicos abordados no curso.....	96
FIGURA 19 – Momentos da apresentação do Show: a) a estrutura humana e; b) o “looping” de mesa.	104
FIGURA 20 – Momentos da apresentação do Show: a) eletrização da bexiga; b) a garrafa de Leyden.....	105
FIGURA 21 – Momentos da apresentação do Show: a) transformador de baixa tensão; b) a bobina de Tesla.....	105
FIGURA 22 – Momentos da apresentação do Show: fenômenos de baixa pressão.....	106
FIGURA 23 – Momentos da apresentação do Show: nitrogênio líquido.....	106

FIGURA 24 – Flagrante de uma apresentação do Show de Energia em Manacapuru.....	107
FIGURA 25 – Montagem do palco em uma das apresentações.....	107
FIGURA 26 – Exemplos de alguns equipamentos usados na Mostra de Energia (reconstrução digital dos elementos).....	108
FIGURA 27 – Grupo de professores montando experimentos.....	116
FIGURA 28 – Principais dificuldades encontradas com relação a materiais e métodos.....	118
FIGURA 29– Exemplos de experimentos desenvolvidos no curso: a) espiral girante; b) mini gerador de Van der Graaff; c) fervendo água numa caixa de papel; d) plano inclinado; f) eletrização da bexiga.....	119
FIGURA 30 – Resultado do IDF sobre a avaliação do tópico "Conceitos".....	122
FIGURA 31 – Resultado do IDF sobre avaliação do tópico "Fontes de Energia".....	123
FIGURA 32 – Resultado do IDF sobre a avaliação do tópico "Consumo de Energia Elétrica".....	124
FIGURA 33 – Resultado do IDF sobre avaliação do tópico "Energia e Meio Ambiente".....	125
FIGURA 34 – Apresentador do Show de Energia dando entrevista para a reportagem local.	129

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Consumo final energético do setor residencial no Brasil.....	23
TABELA 2 – Resultados do consumo registrado com todos os consumidores.....	55
TABELA 3 – Avaliação da Palestra / Evento.....	115
TABELA 4 – Avaliação da Oficina.....	115
TABELA 5 – Resumo dos resultados alcançados em relação ao nível de conhecimento adquirido.....	126

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Indicações de experimentos na área de Mecânica.....	97
QUADRO 2 – Indicações de experimentos na área de Eletricidade e Eletromagnetismo.....	98
QUADRO 3 – Indicações de experimentos na área de Termodinâmica.....	99
QUADRO 4 – Itens das escalas de diferencial semântico utilizados nos questionários...	120
QUADRO 5 – Relação das questões referentes ao tópico “Conceitos”.....	121
QUADRO 6 – Relação das questões referentes ao tópico “Fontes de Energia”.....	122
QUADRO 7 – Relação das questões referentes ao tópico “Consumo de Energia Elétrica”	124
QUADRO 8 – Relação das questões referentes ao tópico “Energia e Meio Ambiente”.....	125
QUADRO 9 – Relação dos Shows de Energia realizados em São José dos Campos.....	127

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

ABP	– Aprendizagem Baseada em Projetos
ANEEL	– Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	– Agência Nacional do Petróleo
CEETEPS	– Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
CONPET	– Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural
CTIG	– Colégio Técnico Industrial de Guaratinguetá
EaD	– Educação à Distância
EPE	– Empresa de Pesquisas Energéticas
EXCEN	– Centro de Excelência em Eficiência Energética
FFE	– <i>“Foundation for Environmental Education”</i>
IDF	– Índice de Desenvolvimento nos Fatores
IEE	– <i>“Intelligent Energy Europe”</i>
Lab. EMAS	– Laboratório de Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade
LEENER	– Laboratório de Eficiência Energética
MEC	– Ministério de Educação e Cultura
MME	– Ministério de Minas e Energia
NEED	– <i>“National Energy Educational Development Project”</i>
PBL	– <i>“Project Based Learning – PBL”</i>
PCN	– Parâmetros Curriculares Nacionais
PNE	– Plano Nacional de Energia
PROCEL	– Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
UE	– União Europeia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Justificativa.....	20
1.2 Educação em Energia e Eficiência Energética.....	25
1.3 Objetivo da Pesquisa.....	27
1.4 Metodologia da Pesquisa	28
2 PROGRAMAS E INSTITUIÇÕES NA ÁREA DE EDUCACAO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	37
2.1 Estágio Atual das Pesquisas e Ações Voltadas à Educação em Energia e Eficiência Energética.....	37
2.2 Principais Ações Realizadas.....	39
2.3 Panorama Internacional.....	40
2.4 Panorama Nacional.....	50
2.5 Balanço dos Projetos.....	58
3 ELEMENTOS ESSENCIAIS PARA UMA POLÍTICA DE EDUCAÇÃO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	62
3.1 Fundamentos para o Desenvolvimento de uma Política Pública para Promoção da Educação em Eficiência Energética.....	64
3.2 Bases e Fundamentos a Serem Considerados.....	67
3.3 Mecanismos para a Implantação de uma Política na Área.....	83
3.4 Responsabilidades e Fontes de Financiamento.....	87
4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE PESQUISA.....	89
4.1 Concepção das Atividades do Projeto.....	90
4.2 Planejamento Estratégico das Ações de Intervenção.....	92
4.2.1 Divisão das Etapas da Pesquisa.....	94
4.2.2 Qual Conteúdo abordar?.....	95
4.2.3) Quais Recursos Experimentais ou demonstrativos utilizar e em que momento?.....	97
4.3 Desenvolvimento das Atividades Programadas.....	99
4.3.1 O Desenvolvimento do Curso de Capacitação de Professores.....	100

4.3.2 O Show de Energia.....	103
4.3.3 Mostra de Energia.....	108
5 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS.....	109
5.1 Processo de Avaliação das Ações Desenvolvidas com o Grupo de Professores.....	109
5.2 Resultado da Avaliação	112
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	132
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	136

APÊNDICE A – Experimentos e Procedimentos Didáticos para o Uso Racional de Energia.....	150
APÊNDICE B – Experimentos Didáticos para o Ensino de Física e Uso Racional de Energia.....	155

Anexo I – Características Gerais dos Programas de Educação em Eficiência Energética	201
Anexo II – Folheto Ilustrativo da Mostra de Energia.....	222
Anexo III – Questionário Conceitual.....	240
Anexo IV – Questionário sobre Escola.....	241
Anexo V – Avaliação sobre o Curso de Capacitação.....	242
Anexo VI – Avaliação da Oficina.....	247
Anexo VII – Avaliação dos Experimentos.....	250

1 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA

O mundo na atualidade caminha para um horizonte que dá sinais claros sobre a diminuição dos recursos naturais. Aparentemente a população mundial cresce lenta e gradualmente, porém se for considerado o íterim temporal de dois séculos, pode-se constatar que, neste pequeno período, em face de toda a história da civilização humana, houve um aumento acentuado na população mundial (UNITED NATIONS, 2004).

Esta premissa já é suficientemente forte para aguçar a imaginação, permitir uma extrapolação temporal e pensar em alternativas para questões fundamentais, como a que se segue: *como garantir que os recursos naturais hoje disponíveis na Terra sejam suficientes para as necessidades futuras da população, seja ela pertencente ao mundo industrializado como também oriunda de países menos favorecidos e com fortes contrastes sociais?* Responder a esta pergunta não é simples e nem pode ser feito com uma resposta somente e, além do mais, resposta esta que sirva de molde para qualquer caso, em qualquer lugar. Embora hoje a sociedade viva em um mundo globalizado, as decisões que afetam a população não podem ser generalizadas.

Cada país deve procurar alternativas para usar racionalmente seus recursos, sejam eles energéticos ou de outros tipos. Além disto, tais saídas devem assegurar o abastecimento para todos os setores da sociedade e ainda garantir um desenvolvimento contínuo, gerando renda e riqueza para a nação (BERMANN, 2004; NIELE, 2007; NEWMAN, 2008). Neste processo, o cidadão é fundamental, pois é ele quem vai trabalhar em prol de angariar recursos para a obtenção de energia e usufruir dos benefícios que ela proporciona. Mais especificamente, a formação do cidadão se dá em dois momentos distintos e complementares, que são a educação familiar e a educação escolar, ou seja, se ele for devidamente orientado, poderá contribuir para a promoção de boas práticas em todos os setores que lhes forem apresentados.

Enfim, as preocupações que aparecem quando se pensa em um mundo globalizado, onde o clima tem sido afetado pelas ações humanas e vice e versa, levaram o autor a delimitar como problema de pesquisa ***“Qual a melhor forma de se trabalhar o tema ‘Eficiência Energética’ nas aulas de Ciências no Ensino***

Fundamental?”. Desta maneira, foram testadas formas de intervenção, tanto na educação formal quanto na informal, para um grupo de professores de ensino fundamental a fim de possibilitar o emprego de materiais didáticos e conteúdos adequados para balizar o tema.

Por se tratar de uma área relativamente nova, sendo seus estudos, em alguns casos, denominados como “Ensino de Energia”, tanto as pesquisas realizadas no Brasil quanto aquelas conduzidas em determinadas partes do mundo são, muitas vezes, focadas em conceitos e realizadas em tom da educação informal. O Ministério de Minas e Energia, através da Eletrobrás e da Petrobrás, atuam na educação brasileira com programas denominados “PROCEL nas Escolas” e “CONPET na Escola”, respectivamente há mais de vinte anos (BRASIL, 2005; PETROBRÁS, 2006). Nos Estados Unidos, programas como o NEED – “*National Energy Educational Development Project*” e o “*The Alliance to Save Energy*” (2009) atuam também na sociedade há pouco mais de duas décadas. Com relação à União Européia, recentemente foi criado o programa “*Intelligent Energy Europe*” (2009) que coordena centenas de projetos e ações em diferentes países daquele continente e com as mais variadas temáticas que envolvam o tema energia, sejam projetos técnicos de melhorias em equipamentos e processos, como também de cunho educacional.

Uma análise da literatura permitiu delimitar quais são as principais ações que estão sendo ou já foram realizadas no âmbito mundial e, a partir deste diagnóstico, resultou um capítulo específico desta pesquisa. Foi possível constatar que as ações, de uma maneira geral, oferecem medidas paliativas, resultando em interferências pontuais. No entanto, esta tendência parece estar mudando uma vez que este estudo mostra que, por exemplo, na Europa, os esforços são mais pragmáticos e focados na educação de crianças e adolescentes (COMISSÃO EUROPEIA, 2006; EXECUTIVE AGENCY FOR COMPETITIVENESS AND INNOVATION OF THE EUROPEAN COMMISSION, 2009), porém tais ações constituem intervenções mais recentes se comparadas às atividades constatadas nos Estados Unidos (NATIONAL ENERGY EDUCATION DEVELOPMENT, 2008). A Ásia e a Austrália também figuram no cenário internacional ressaltando a importância de se trabalhar com a comunidade acadêmica e, em especial, na formação dos professores desenvolvendo projetos

pedagógicos, campanhas educativas, ferramentas multimídia, jogos, aplicativos, entre outros (SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2001; BHATTACHARYA, 2001; CLOSE, 2003; BOJIC, 2004).

No Brasil, os esforços são focados na formação de técnicos e engenheiros que estão envolvidos em curso ou na formação de profissionais da área. Também têm sido realizados projetos no âmbito educacional, conforme apontam Furukawa (1999), Dias (2003), Silva 2006, Teixeira (2008) e FISCARELLI (2010) no sentido de trabalhar na formação de professores para o Ensino Básico, quando a intervenção se restringe para ações de Educação em Energia e Eficiência Energética.

Garantir a conscientização da população no que concerne à importância da utilização racional de recursos naturais é um processo longo e, quando se trata da multiplicação de conhecimentos, o professor é o melhor meio pelo qual se pode atingir uma vasta parcela da sociedade visto que ele é um mediador que contribui efetivamente na formação profissional e no caráter do indivíduo (DIAS, 2006; TIMON, 2007). Trabalhar na formação de professores deve ser uma tarefa realizada com empenho e imparcialidade por grupos de pesquisa em universidades e/ou empresas do setor energético. Por outro lado, atingir uma parcela significativa das escolas nacionais é algo a ser feito gradativamente e as ações, o conteúdo específico e material didático pertinente devem ser testados e avaliados criteriosamente.

Neste sentido, esta pesquisa procurou desenvolver e testar uma proposta de intervenção educacional no tratamento da temática **“Educação em Energia e Eficiência Energética no Ensino Fundamental”**, tomando como sujeito para o estudo os professores de ciências do Ciclo II – anos finais – da Secretaria Municipal de Educação de São José dos Campos em São Paulo. Em virtude do número de participantes, foi possível atingir indiretamente uma boa parcela da população jovem na faixa etária dos nove aos treze anos da região estudada, uma vez que hoje estão matriculados mais de dezesseis mil alunos dos quais cerca de oito mil nos anos finais.

❖ Objetivo Geral do Trabalho

“Pesquisar, desenvolver e testar uma proposta de intervenção educacional no tratamento da temática Educação em Eficiência Energética para Professores do Ensino Básico.”

❖ Objetivos Específicos

- ✓ Revisar o estado da arte sobre a temática “Educação em Energia e Eficiência Energética”;
- ✓ Identificar as principais ações e intervenções realizadas no Brasil e no mundo;
- ✓ Delimitar e especificar as possíveis ações educacionais formais e informais e os respectivos efeitos esperados destas;
- ✓ Desenvolver um material de apoio para os professores;
- ✓ Realizar um projeto piloto das ações idealizadas para verificar resultados.

1.1 Justificativa

A partir da modernização do Ocidente, que ocorreu através de avanços científicos e tecnológicos provenientes da utilização de combustíveis fósseis, foi construída uma sociedade dependente da energia para produzir alimentos, construir moradias, gerar trabalho, transportar praticamente todos os bens produzidos, propiciar lazer e muitos outros benefícios (SHAH, 2007). Todas as conquistas alcançadas farão com que as gerações futuras paguem pelos excessos, os exageros, as discrepâncias cometidas em prol de um desenvolvimento científico, tecnológico, social e humanitário ocorridas nos últimos cem anos (HOBBSAWN, 2005). Assim como a pobreza ainda hoje, a exploração de recursos naturais, as deliberadas infrações criminais, enfim, todos os males cometidos e sofridos são resultados de um processo de manutenção da riqueza global, cada vez mais concentrada.

A utilização do petróleo chegou a tal difusão na sociedade atual que reverter esta dependência representa um verdadeiro desafio para todos os países cujas economias dele dependem (PAUL, 2007). Diversos estudos sobre a curva de Hubbert apontam que a exploração deste recurso encontra-se no auge da curva, sendo seu ponto de inflexão para o declínio das reservas ainda inexato, porém na iminência de acontecer, caso ainda não tenha ocorrido. Por ser um recurso energético não renovável, sua escassez pode não estar longe de ocorrer. Porto (2006) ilustra bem esta questão:

O índice de 3,32 barris per capita pode ser usado para marcar o começo e o fim de um curto período de exponencial riqueza energética que, de acordo com este duro prognóstico, vai encontrar seu fim por volta de 2030, quando a energia per capita voltar ao seu nível que foi ultrapassado em 1930, mas com a população quadruplicada. (PORTO, 2006, p. 47)

Tentar prever tendências para os próximos cinquenta anos, ou ainda até o início do próximo século torna-se, então, um exercício de abstração e extensa pesquisa (UNITED STATES OF AMERICA, 2004). Como fazer previsões se aproximadamente um terço da população mundial sofrerá com falta de água (UNITED NATIONS, 2007), os recursos naturais ficarão cada vez mais escassos e a população mundial continuará crescendo gradativamente?

Somente agora é que a sociedade, de uma maneira geral, está realmente preocupada com a sustentabilidade do planeta (HINRICHS, KLEINBACH, 2005; RISTINEN, KRAUSHAAR, 2006; WOLFSON, 2008). Embora os primeiros movimentos ambientalistas datem das décadas de 1960 e 1970, oriundos de diferentes locais e sob grande pressão empresarial, o apelo à sobrevivência da humanidade é uma questão em franco desenvolvimento (FRIEDMAN, 2006). Ainda há muito a se fazer nas mais diversas áreas, assim como dentro de um contexto de conservação de energia (DORIAN; FRANSSEN; SIMBECK, 2005).

Diversas perguntas decorrem quando se pensa no futuro da sociedade, porém uma de importância estratégica se sobressai: como garantir a perpetuação da sociedade causando menores impactos ao ambiente natural? Uma resposta possível para esta questão recai sobre a necessidade de se desenvolver múltiplas alternativas para trabalhar a eficiência energética, e mais ainda, promover uma mudança de hábitos de comportamento dos consumidores de energia, sejam eles da esfera industrial, comercial ou residencial. Rifkin (2003) ressalta a importância do momento pelo qual a humanidade passa nos dias atuais e a necessidade de haver uma mudança em relação ao modo como o homem usa a energia:

Uma mudança igualmente profunda está prestes a ocorrer no modo como usamos a energia. A era moderna viabilizou o uso do carvão, do petróleo e do gás natural. Todos os avanços dos últimos dois séculos, sejam eles de natureza comercial, política ou social, estão ligados, de alguma forma, às transformações e ao poder derivado dos combustíveis fósseis. (RIFKIN, 2003)

Fatos indicam que existe uma mobilização (UNITED STATE OF AMERICA, 2002; COMISSÃO EUROPEIA, 2006) tanto do governo, por intermédio de ministérios e programas federais, quanto uma crescente mobilização do empresariado mundial e, mais recentemente, do brasileiro, sobre a importância da disseminação de conceitos em relação ao uso racional de energia e, em especial, no setor educacional conforme melhor discutido adiante.

Tamanhas são a importância e urgência de se implantar ações voltadas ao aproveitamento da energia, que diversos países como os Estados Unidos, Alemanha, Inglaterra, vários integrantes da Europa e Ásia, além do Brasil e alguns países da América do Sul, por meio de comissões e programas governamentais, publicaram,

mais especificamente nas duas últimas décadas, documentos que relatam projetos em desenvolvimento, ou já finalizados, nos mais variados setores. Tais estudos ressaltam a importância de toda a sociedade se envolver na melhoria e conscientização sobre os perigos que ameaçam o planeta caso nada seja feito para a mitigação de problemas ocasionados pelo uso intensivo da energia, bem como de recursos naturais em geral (EUROPEAN COMMISSION, 2006; BÉLGICA, 2006; EREC EUROPEAN RENEWABLE ENERGY COUNCIL, 2008).

O constante crescimento da população mundial, a necessidade cada vez maior de recursos naturais e energéticos dos diversos setores da sociedade, além da universalização do uso da energia pelas populações de baixa renda, para citar alguns exemplos, são fatores que induzem a questionamentos sobre como intervir no modo de vida da população de forma a fomentar a criação de uma consciência coletiva e responsável. Estimular a exploração de novas tecnologias e a capacitação de profissionais nos mais variados setores econômicos requer tanto a atuação de instituições de ensino e pesquisa quanto participação de empresas, principalmente as ligadas aos setores de energia. Concentrar esforços para sensibilizar os cidadãos sobre o uso da energia é um elemento de importância estratégica para as nações no sentido de enfrentar as calamidades que neste século se sobressaem e que já vinham se esboçando há anos (LAIDLER, 2002; ARMSTRONG, BLUNDELL, 2007; TERTZAKIAN, HOLLIHAN, 2009).

Focando-se no caso brasileiro, os problemas enfrentados aqui, muitas vezes, não são semelhantes ao de outros países. O Brasil conta hoje com uma matriz energética bastante diversificada e relativamente limpa o que o diferencia dos demais países (LEITE, 2007), porém este motivo não permite que a população de um modo geral fique alheia aos problemas da extração e transformação dos recursos e insumos energéticos (FILHO, 2003; GOLDEMBERG; LUCON, 2008). Apresentando uma síntese dos montantes de consumo energético atual e futuro do setor residencial, a Tabela 1 apresenta os dados atuais e a projeção para o ano de 2030, segundo o Plano Nacional de Energia 2030 (BRASIL, 2008).

Tabela 1 - Consumo final energético do setor residencial no Brasil.

	Unidade	2005	2010	2020	2030
Consumo final de energia	10 ³ tep	21.827	24.093	30.173	41.705
Consumo final para cocção	10 ³ tep	14.655	14.760	14.615	16.029
Consumo final de eletricidade	TWh	82	105	169	283
População	10 ⁶ hab	185	198	220	239

Fonte: Matriz Energética Nacional 2030, p. 380 (reprodução parcial)

Dos valores apresentados, podem ser derivadas algumas conclusões tais como: no ano de 2030, o consumo final de energia neste setor será acima de setenta por cento maior do que é hoje, enquanto que a população deve crescer não mais do que vinte por cento. Isto evidencia que o acesso, a permeabilidade à energia, será maior e os cidadãos usarão percentualmente mais daqui a duas décadas em relação ao que se usa hoje. Como fazer então para que se economize energia em um mundo onde a população tende a gastar cada vez mais? Como garantir que se consiga preservar jazidas de petróleo ou gás natural, enfim, tudo que está relacionado ao setor energético? Porto (2006) retrata o atual estágio da humanidade com a seguinte frase:

O desenvolvimento industrial e agrícola alcançado por esse modelo de civilização, baseado na hulha e no petróleo, permitiu à população mundial elevar-se, em cerca de 6 gerações, do nível de 1 bilhão de habitantes, presentes em meados do século XIX, para cerca de 6,5 bilhões atuais, ao mesmo tempo em que propiciava à maioria das pessoas condições de vida e saúde indubitavelmente melhores que as anteriormente prevalecentes. (PORTO, 2006, p. 15)

Especialistas do mundo inteiro discutem esta questão e o que se apresenta como melhor resposta, ainda que temporária, aponta para a melhoria da conservação da energia ou, em outras palavras, o aumento da eficiência energética. No Brasil, o governo federal decretou, em 17 de outubro de 2001, a Lei 10.295, conhecida com “Lei da Eficiência Energética”, que estimula o desenvolvimento de mecanismos para a promoção do uso eficiente de energia. Estimular o desenvolvimento da eficiência energética é uma das melhores maneiras de se contribuir para o melhor aproveitamento da energia e contribuir diretamente para um desenvolvimento sustentável.

Estudos iniciados há mais de uma década (SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 1997) e, mais recentemente, realizado no âmbito do Plano Nacional de Energia (BRASIL 2008),

mostram que o setor residencial tem a potencialidade de implantar metas de até 10% de redução nos padrões de consumo – aumento da eficiência energética – e com isto contribuir significativamente para a mitigação de impactos ambientais. Este mesmo relatório ainda aponta como meta que o atual índice global de eficiência energética deverá saltar do patamar atual de 0,5% para 10% no ano de 2030 e fornece indicações de possíveis ações para a efetivação desta meta.

A conservação de energia é, portanto, uma opção para diminuir o consumo e irá contribuir para ampliar a duração dos limitados recursos energéticos, reduzirá a poluição ambiental, poderá ser colocada em utilização mais rapidamente do que desenvolver suprimentos energéticos alternativos e poderá ser praticada por qualquer pessoa, com o incentivo da economia financeira e energética. Neste último aspecto, o indivíduo é a questão central do processo, cabendo à escola instruir determinados valores no processo de evolução moral que poderão resultar em atitudes conscientes em longo prazo (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2010).

O ganho na conservação de energia elétrica, segundo a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), está diretamente relacionado com a melhoria dos equipamentos elétricos residenciais, como freezers, geladeiras e lâmpadas eficientes, porém pouco se fala sobre mudanças de hábitos de consumo (BRASIL, 2007). Este último, por sua vez, carece de mais estudos, principalmente aqui no Brasil, onde trabalhos iniciados nesta área possam ser continuados (SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 1999 e 2003).

Uma questão fundamental para se praticar hábitos de consumo eficientes recai sobre uma mudança de comportamento do indivíduo o qual, se devidamente orientado, será capaz de praticar ações conscientes embasadas em valores pré-determinados. A escola é o ambiente propício para este aprendizado e o professor é o elemento que deve estimular e conduzir a uma boa prática (ARAÚJO, ABIB; N. 2003).

Neste contexto, desenvolveu-se um conceito de eficiência energética mais ampla, que não depende somente do avanço tecnológico, mas que envolve os aspectos humanos e sociais do uso da energia. Assim, a eficiência energética também está associada à redução do consumo de energia através da sensibilização e de alterações do comportamento dos consumidores finais de energia.

Aumentar a eficiência energética não significa que os cidadãos tenham que renunciar a atividades, deixar de usar equipamentos elétricos ou mesmo reduzir seu conforto, mas, na verdade, significa conhecer a melhor forma de uso dos equipamentos e desenvolver comportamentos ou hábitos que sejam racionalmente eficientes em termos energéticos.

O aspecto social para a eficiência energética está em reduzir a quantidade da energia utilizada, optando por aparelhos energeticamente mais econômicos, por serviços que consomem menos energia e assegurando-se de que ela não seja desperdiçada. Este delineamento cultural, a longo prazo, pode fazer uma grande diferença para uma sociedade que, com um todo, ainda não está em patamar favorável a um futuro energeticamente sustentável. O comportamento individual parece pouco significativo, mas coletivamente pode imprimir uma economia significativa, conforme discutido adiante no tópico “Resultados Preliminares sobre o Ensino de Energia”.

O professor pode e deve ser um exemplo a ser seguido pois se ele, utilizando-se de seus conhecimentos, conseguir mudar valores nos seus alunos, poderá disseminar comportamentos como, por exemplo, desligar a televisão ao invés de deixá-la em modo de espera, utilizar lâmpadas fluorescentes que ajudam a poupar a energia, sempre que possível se locomover de bicicleta, ao invés de utilizar o carro, e, ao escolher um modelo de veículo mais novo, optar por um que consuma menos combustível e libere menor quantidade de poluentes.

1.2 Educação em Energia e Eficiência Energética

O tema energia, para fins de estudo, é um tema transversal, ou seja, quando um professor o trabalha, ele tem a possibilidade de explorar áreas de interesse social e que podem se basear em conhecimentos específicos da física, química, matemática, geografia e história, entre outras. Essa transversalidade do tema é incentivada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998) e, mesmo depois de vários anos de sua publicação, ainda não é uma prática corriqueira dentre os professores de Ensino Fundamental e Médio que integraram diferentes conhecimentos às suas disciplinas, ou práticas pedagógicas (BRASIL, 1996). De fato, há uma lacuna a ser preenchida no que

tange ao ensino de Ciências Básicas, em grande parte das escolas de todo o país. Levando um conhecimento específico sobre energia, além da possibilidade de se utilizar recursos didáticos em sala de aula, poderão ser beneficiadas duas áreas congruentes, a saber, o Ensino de Ciências e a Física envolvida nos processos de transformação da energia. Com isto, poderão ser alcançados índices significativos de economia de energia, conforme o relato da experiência vivida na Califórnia:

“Will a “refresher course” in energy conservation help? We think so. Based on California’s experience in 2001, we believe that an assertive nationwide effort to educate Americans on energy management and conservation could quickly reduce average energy consumption by 3%, a number that appears small but is large in its implications.” (THE NATIONAL ENVIRONMENTAL EDUCATION & TRAINING FOUNDATION, 2002)

Desta forma, a Educação em Energia deve ser explorada de forma abrangente, que busque tratar das necessidades reais dos estudantes, levando em consideração as projeções sobre o futuro. Neste sentido, é necessário que seja apresentado o panorama sobre o atual uso da energia, sua estrita relação com o Meio Ambiente e as implicações que a não conservação da energia podem causar em toda a humanidade.

O conceito de eficiência energética envolvendo, de forma mais ampla, os aspectos humanos e sociais do uso da energia, também está associado à redução do consumo de energia através da sensibilização e de alterações do comportamento dos consumidores e, conseqüentemente, agregando a colaboração de vários ramos das Ciências Humanas como a Sociologia, a Educação e a Psicologia, entre outras. É importante ressaltar que, aumentar a eficiência energética, em outras palavras, significa também utilizar racionalmente os recursos energéticos.

A importância da educação neste processo tem como fundamento dois principais argumentos: 1) grande parte das ideias, do conhecimento humano e a base do comportamento adulto são adquiridos durante a fase educacional; 2) o processo educativo têm se mostrado uma ferramenta capaz de mudar as atitudes das pessoas, expondo-as a novas ideias e conceitos e fornecendo aos estudantes competências sociais e analíticas que lhes permitem uma avaliação racional das escolhas na vida.

Ações de educação formal ou não-formal têm-se tornado grandes aliados na disseminação de informações para que os cidadãos desenvolvam a noção de eficiência energética e comportamentos compatíveis com o uso racional de energia.

Compreende-se como educação não-formal toda a atividade educacional organizada, sistemática, executada fora do quadro do sistema formal para oferecer tipos selecionados de ensino a determinados grupos da população. Na educação não-formal inexistem lugar, horários ou currículos. Os conhecimentos são partilhados em meio a uma interação sociocultural que tem, como única condição necessária e suficiente, existir quem saiba e quem queira ou precise saber. Nela, ensino e aprendizagem ocorrem espontaneamente, sem que, na maioria das vezes, os próprios participantes do processo deles tenham consciência.

Já a educação formal compreende o sistema educativo institucionalizado, cronologicamente graduado e hierarquicamente estruturado. Já existem ações de educação para eficiência energética no âmbito da educação formal, no entanto, devido às dificuldades de incorporação da temática ao currículo, essas iniciativas são exíguas e esporádicas.

Segundo Delizoicov e Angotti (1992), o entendimento do conceito de energia dá-se por volta dos 12 anos, uma vez que o aluno já adquiriu conhecimentos prévios sobre ciências e matemáticas que lhe permitam fazer inter-relações e formalizar os conceitos introdutórios ao tema. Neste sentido, o melhor momento para se trabalhar com Educação em Energia e Eficiência Energética é começando tais estudos no Ensino Básico, mais especificamente quando conhecimentos de Física, Química e Ciências afins se iniciam.

1.3 Objetivo da Pesquisa

O problema de pesquisa:

Qual a melhor forma de se trabalhar o tema “Energia e Eficiência Energética” nas aulas de Ciências no Ensino Básico?

Questões Norteadoras

- Como pode ser estruturado e articulado um conjunto de ações que busquem disseminar e promover uma mudança comportamental pró-eficiência energética?
- Como preparar o professor para ele estar apto a tratar o tema “eficiência energética” no Ensino Básico?
- Que conteúdos específicos sobre o assunto o professor deve dominar?
- Que recursos didáticos podem ser utilizados nas aulas de Ciências?
- Qual a infraestrutura física e material necessária para que o professor possa preparar experimentos e demonstrações nas escolas?
- Que inovações pedagógicas podem contribuir para a aprendizagem dentro desta temática?

1.4 Metodologia da Pesquisa

Desenvolver um trabalho de pesquisa, como é o caso de uma tese, requer a definição das estratégias metodológicas a serem adotadas, a delimitação do problema de pesquisa, a escolha das técnicas e abordagem, a seleção do grupo de estudo, das ferramentas e/ou procedimentos que devem ser usados, dentre vários outros fatores (ECO, 2009; MARCONI; LAKATOS, 2005). Em se tratando de **métodos de abordagem**, os procedimentos utilizados no desenvolvimento desta pesquisa basearam-se em técnicas da pesquisa-ação, uma vez que o pesquisador propõe uma intervenção num determinado grupo de pesquisa e interfere ativamente no processo (THIOLLENT, 2005).

Para contribuir na formação do professor e nas diversas ocasiões de interação com o grupo de estudo, o **método para os procedimentos** adotado foram norteadas segundo critérios da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP, ou do inglês *Project Based Learning – PBL*). Esta metodologia de aprendizagem possibilita que se parta de

determinados apontamentos, cujas situações podem aparecer como problemas, e então um projeto pedagógico é estabelecido e seus objetivos focados na solução da situação apresentada. Para que o pesquisador chegue à solução do problema se faz necessário que sequências de ações sejam organizadas e avaliadas com ferramentas específicas (MACHADO, 2000; MARKHAM, LARMER, RAVITZ, 2003; 2008).

Para a coleta de dados e análise dos resultados foram utilizadas técnicas qualitativas e quantitativas (CRESWELL, 2007), comumente utilizadas em pesquisa-ação, tais como: questionários, entrevistas, documentos, registros arquivados, observação direta, observação do participante e artefatos e produtos produzidos para a execução do projeto. Nos itens que se seguem são detalhadas as principais ações que foram realizadas no período de estudo.

❖ **Método de Abordagem: pesquisa-ação**

Intervir em diversos momentos na execução da pesquisa foi algo possível graças à utilização de uma abordagem que permitisse adequar necessidades constatadas já no desenrolar das atividades. Neste sentido, a fundamentação teórico-metodológica da pesquisa fez uso dos princípios e orientações da pesquisa-ação visto que procura unir pesquisa com a prática ou a ações, isto é, desenvolver o conhecimento e a compreensão de fenômenos naturais (THIOLLENT, 2005). É, portanto, uma maneira de se fazer pesquisa em situações em que os pesquisadores interagem com o problema e, ao mesmo tempo, desejam melhorar a compreensão sobre o problema em questão.

Faz-se necessário que o pesquisador esteja atendo às exigências teóricas e práticas para equacionar os problemas relevantes à situação. Para evitar que tal metodologia de abordagem levasse às oficinas práticas mais participação e menos conhecimento, especial atenção foi dada ao estudo aprofundado da área do conhecimento relacionada ao grande tema “Energia”. Por ser uma técnica dialógica, e não um dispositivo de observação convencional, especial cuidado foi adotado na escolha do problema de pesquisa a ser pesquisado.

A utilização deste método de abordagem não surge do acaso: relacionar conhecimentos sobre energia, suas interações com o meio ambiente e as implicações

para a sociedade, requer integrar várias áreas do conhecimento. Entre as áreas aqui trabalhadas, conceitos de ciências naturais como Física, Química, Biologia, Engenharias e, claro, Educação foram integrados em prol do problema estudado e todas as ações que permearam a condução da pesquisa. Acredita-se por fim que, com a conclusão deste trabalho, novos conhecimentos foram integrados e postos a prova em campo.

❖ **Métodos de Procedimentos e Técnicas**

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é um modelo de ensino-aprendizagem que vem sendo utilizado já há alguns anos no meio acadêmico e se concentra na concepção central e nos princípios de uma tarefa, envolvendo o aluno, ou o professor, na investigação de soluções e permitindo ao estudante trabalhar de forma autônoma na construção do seu próprio conhecimento (HERNANDEZ; VENTURA, 1998; NOGUEIRA, 2001). Para o desenvolvimento de um trabalho, o projeto não pode ser apenas um plano ou um conjunto de atividades organizadas, mas um conjunto de ações que levem as partes envolvidas a iniciar a busca, a pesquisa para a descoberta de algo novo, onde todo processo será permeado por ações, individuais ou coletivas, que conduzam à efetiva realização do projeto (MARKHAM; LARMER; RAVITZ, 2003).

Com o objetivo de estimular os professores a uma discussão sobre o tema, problemas foram formulados em diversos momentos da intervenção, principalmente na fase de execução de experimentos didáticos, descritos no Capítulo 4. Cada experiência selecionada foi concebida na tentativa de ilustrar conhecimentos específicos de Ciências que abrangessem o tema de energia e, desta forma, que permitissem articular técnicas e elementos de uma aprendizagem baseada em projetos utilizando metodologias semelhantes às encontradas na literatura (FISCARELLI, AKAMATSU, 2008; TOYOHARA, et al, 2010).

Sabendo que os conceitos da área de Ciências são facilmente ilustrados e contextualizados, bastando escolher tópicos de interesse, os professores envolvidos na capacitação, que foi realizada como uma das atividades da pesquisa e será detalhada no Capítulo 4, tomaram contato com uma prática complementar àquelas que utilizam

em suas aulas. Em diversos momentos, recursos didáticos para demonstrações foram utilizados e confeccionados, sendo eles referentes às principais áreas da Física, como a Mecânica, Termodinâmica, Eletricidade e Eletromagnetismo. Para aplicar um experimento em uma aula foi necessário preparar previamente o material a ser utilizado e, neste ponto, a programação do processo de inserção dos conhecimentos faz-se de fundamental importância.

O processo de preparação prévia dos recursos incluiu reuniões com os coordenadores pedagógicos das áreas de Ciências visando estabelecer um cronograma comum aos envolvidos, identificar os materiais e técnicas empregadas na confecção de materiais didáticos, além de determinar a infraestrutura adequada. Projetar os acontecimentos antecipadamente também foi de fundamental importância neste processo. Avaliar cada etapa e identificar eventuais falhas deste processo permitiu corrigir os problemas e evitar uma possível propagação de resultados indesejados (FALCONI, 2005).

Ao participar de um projeto, o aluno, ou o professor, estará envolvido em uma experiência educativa em que o processo de construção de conhecimento está integrado às práticas vividas. Torna-se necessário, então, apresentar um conhecimento contextualizado que aproxime a complexa realidade do mundo atual (MACHADO, 2000) a elementos familiares ao contexto escolar, sem perder suas características fundamentais ou restringindo suas dimensões. Esse aluno deixa de ser, dessa perspectiva, apenas um “aprendiz” do conteúdo. É um ser humano que está desenvolvendo uma atividade complexa e que nesse processo está se apropriando, aprendendo.

Para o desenvolvimento de um trabalho, o projeto não pode ser apenas um plano ou um conjunto de atividades organizadas. Todo trabalho deve ser um conjunto de ações que levem as partes envolvidas a iniciar a busca, a pesquisa para a descoberta do novo, sendo que o processo, na sua totalidade, será permeado por ações individuais ou coletivas que conduzam à efetiva realização do projeto.

A necessidade de se promover um ensino contextualizado, e de acordo com as exigências que se mostram presentes no dia a dia, requer que os estudantes estejam preparados para enfrentar situações adversas. Estas situações aparecem no cotidiano na

forma de problemas que nem sempre são facilmente identificados objetivamente. Embora a maioria das pessoas resolva problemas de formas distintas, fazê-los de maneira sistematizada requer conhecimento teórico e prática com situações problema. Neste sentido, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ou ABP) surge como uma alternativa para trabalhar metodologicamente uma questão, podendo aparecer na forma de um projeto específico (MARKHAM, LARMER, RAVITZ, 2008; 2003).

Solucionar um problema, desenvolver um projeto, ou ainda propor um projeto para se resolver um problema, envolve artifícios que devem ser levados em consideração antes do início de seu desenvolvimento. Hernández e Ventura (1998) abordam a problemática que envolve a elaboração de currículos para o trabalho com projetos, destacando a necessidade de se tornar comunicável e dar sentido à própria prática docente.

Uma das justificativas para a realização de trabalhos com esta metodologia está na expectativa de que o processo ensino-aprendizagem pode apresentar melhores resultados quando focado na pedagogia de projetos. Os professores e alunos passam a interagir entre si mediante o desenvolvimento das ações propostas, uma vez que o tema tratado pode não estar relacionado diretamente com a abordagem principal, necessitando muitas vezes de pesquisas extras ou a organização de trabalhos envolvendo outras áreas do conhecimento. Neste contexto, o envolvimento do aluno é uma característica marcante do trabalho por projetos, o que pressupõe um objetivo que dá unidade e sentido às várias atividades programadas. A aprendizagem por projetos é um modelo inovador de ensino-aprendizagem que permite ao estudante trabalhar de forma autônoma na construção do seu próprio conhecimento.

A plena realização de um projeto que envolva esta metodologia não é um processo simples: há a necessidade de que os professores envolvidos estejam capacitados a trabalhar com grupos de alunos segundo este método. Faz-se necessário que eles estejam familiarizados com a metodologia e isto inclui a necessidade de que eles já sejam formados nas universidades com uma preparação adicional destinada à prática de um currículo para o trabalho com projetos. Existe também um grande número de professores que atuam nas escolas de todo o país que necessitam de constante de atualização.

Cada vez mais difundida no meio acadêmico, a metodologia de ABP pode ser usada em áreas distintas do conhecimento, dada sua versatilidade para trabalhar qualquer tema, independente da área em questão. Nos cursos de engenharia, nos quais tradicionalmente os futuros engenheiros são, como eles próprios se denominam, “resolvedores de problemas”, esta prática vem ganhando cada vez mais adeptos (MONTERO, GONZÁLEZ; 2009).

Instrumentos de Avaliação Utilizados e Critérios de Análise

As atividades propostas pelo pesquisador passaram por um processo de avaliação realizado em diversos momentos e que fez uso de instrumentos específicos, tais como: questionários, entrevistas, observação direta, observação direta do grupo de professores, realização de feiras de ciências e produção dos recursos didáticos empregados na execução do projeto. Segue, abaixo, uma breve descrição dos instrumentos empregados para a realização da avaliação.

Questionários – Dada a quantidade de professores envolvidos e a necessidade de se registrar a evolução da avaliação da aprendizagem bem como fazer um diagnóstico sobre infraestrutura das escolas, o emprego de questionários em diferentes momentos é uma fonte importante de informações. As questões dos questionários procuraram avaliar, quantitativamente e qualitativamente, diferentes aspectos do professor e da aprendizagem. Foram elaborados visando acompanhar o grau de evolução sobre o domínio da temática trabalhada: uso racional de energia.

Entrevistas - Foram utilizadas entrevistas roteirizadas para aplicação em atividades realizadas, como feira de ciências ou outros eventos na escola. Estas entrevistas foram aplicadas por amostragem, no caso dos alunos, tendo os mesmos objetivos dos questionários, mas reforçando e complementando certos aspectos que são inerentes à técnica de entrevista.

Acompanhamento das Atividades – Foi conduzido o acompanhamento das atividades realizadas em todas as reuniões nas quais os professores estavam presentes, uma vez que, a cada aula ou material desenvolvido, diversas oportunidades de auxiliar mais de perto cada professor e trocar experiências com eles, com base nos seus relatos, acabaram por fornecer um material importante para a pesquisa. Também foram utilizadas para esta finalidade visitas a algumas escolas a fim de verificar infraestrutura, participar de reuniões e até mesmo observar eventos realizados pelos professores e alunos.

Produção de Recursos Didáticos – Ao longo da capacitação dos professores, quase duas dezenas de experimentos ou demonstrações foram desenvolvidas com todo o grupo. Ao todo mais de cinquenta professores participaram das aulas e ficaram com estes materiais para serem usados futuramente em suas aulas. Este acervo encontra-se em poder de boa parte dos professores das escolas municipais de São José dos Campos.

Etapas da Realização da Pesquisa

Pode-se resumir, de maneira geral, a seguinte sequência de atividades que culminaram na realização desta tese: *i)* Revisão da bibliografia disponível; *ii)* Planejamento das ações; *iii)* Desenvolvimento das atividades; *iv)* Avaliação e coleta de dados do processo e; *v)* Compilação de dados.

i) Revisão da bibliografia disponível: devido à amplitude da área estudada, diversas fontes como livros, publicações dos ministérios e empresas, reportagens em jornais e revistas especializadas da área, foram consultadas e boa parte da literatura estudada encontra-se detalhada no Capítulo 7. Cabe observar que uma extensa gama de referências foi identificada e, por motivos práticos, foi suprimida uma vez que muitas delas se tornaram redundantes. A internet possibilita acesso a informações diversas, cabendo ao pesquisador delimitar seus interesses e não se perder num mar de informações.

ii) Planejamento das ações: Reuniões com a coordenação da Secretaria de Educação de São José dos Campos – SP para o planejamento das atividades e de um cronograma. Nessas reuniões ficou acertado que seria usado o Horário de Trabalho Coletivo (HTC) do professor, às quintas-feiras, no período da tarde, das 14h00 às 16h30. Ao longo da capacitação dos professores, mais de cinquenta horas de trabalho coletivo foram computadas, com uma frequência sempre superior a 80% do corpo docente envolvido. Mais detalhes sobre o planejamento das ações podem ser encontrados no Capítulo 4 – Desenvolvimento do Projeto de Pesquisa.

iii) Desenvolvimento das atividades: concepção das aulas da capacitação, organização das atividades experimentais e demonstrações, a realização da própria capacitação, as apresentações do Show de Energia, que consistem em apresentações teatrais sobre conceitos científicos. Tudo isso encontra-se detalhado no Capítulo 4, sendo importante frisar que todas essas atividades foram planejadas previamente. A grande quantidade de recursos, tais como materiais para a produção de experimentos, materiais de consumo para o Show, a necessidade de reservar espaços adequados e a preparação prévia do ambiente para a conclusão das tarefas representam um desafio para os atores envolvidos. Saber trabalhar em equipe, ter planejamento e organização são requisitos fundamentais para a conclusão do projeto. Uma descrição completa das atividades de intervenção realizadas na pesquisa encontra-se no Capítulo 4 – Desenvolvimento do Projeto de Pesquisa.

iv) Avaliação e coleta de dados do processo: esta etapa incluiu o planejamento da avaliação, a elaboração de questionários e formulários de avaliação. Com as ferramentas concebidas, partiu-se para a aplicação no universo estudado a fim de medir o impacto no aprendizado dos professores, bem como avaliar eventos externos que, na maior parte das vezes, aconteceram nas salas de aulas posteriores à capacitação. A apresentação das ferramentas utilizadas bem como o

processo de avaliação empregado estão detalhados no Capítulo 5 – Avaliação de Resultados.

v) Compilação de dados: Com a aplicação das ferramentas de avaliação, uma grande quantidade de dados foi gerada e teve que ser processada tanto eletronicamente, para desenhar gráficos e montar tabelas, quanto lida e compilada manualmente uma vez que boa parte dos dados se baseou em opiniões dos professores, expressas por escrito (dados qualitativos). A análise dos dados coletados e a compilação das informações registradas estão pormenorizadas no Capítulo 5 – Avaliação dos Resultados.

2 PROGRAMAS E INSTITUIÇÕES NA ÁREA DE EDUCAÇÃO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Este capítulo retrata uma visão geral sobre projetos voltados aos consumidores residenciais de energia, sejam através de ações em escolas como também projetos realizados por empresas de energia na comunidade. Foram levados em consideração projetos desenvolvidos em diferentes partes do mundo cujo levantamento deu-se mediante pesquisa bibliográfica, cujas referências foram coletadas de sites especializados, como de órgãos governamentais, universidade, empresas do setor energético, entre outros.

Dadas suas características multidisciplinares e transversais, o tema “Energia” pode hoje ser tratado sob diferentes aspectos e por diferentes setores da sociedade. Antigamente, há não mais do que uma década, o estudo desta área específica da física era feito somente em poucas aulas do Ensino Médio e, menos comum ainda, era o seu estudo em aulas do Ensino Fundamental. Hoje, como consequência da reestruturação dos Parâmetros Curriculares Nacionais, também denominados PCN, é sugerido estudar o tema “Energia” em aulas de química, geografia, física, entre outras (BRASIL, 2000). E o que é ainda mais congruente: empresas do setor energético e órgãos públicos como ministérios e secretarias já efetuam projetos em parcerias mútuas com os setores residenciais da sociedade tanto aqui no Brasil, quanto no exterior.

O que se apresenta a seguir é um uma visão geral de mundo no tocante ao que se tem feito sobre uma temática maior, aqui definida como ***“Educação em Energia e Eficiência Energética”***. Com base nos exemplos aqui relatados, foi possível situar e comparar as ações que foram desenvolvidas no âmbito da pesquisa, bem como identificar quais os materiais e métodos utilizados para a propagação de conceitos relativos ao uso racional de energia.

2.1 Estágio Atual das Pesquisas e Ações voltadas à Educação em Energia e Eficiência Energética

projeto que tinha por objetivo reduzir o consumo de energia elétrica no aquecimento de água de uma piscina de um centro poliesportivo, substituindo aquecedores a base de resistência elétrica por energia solar) e, por este motivo, muitos dos projetos identificados foram excluídos desta pesquisa.

Depois de ser realizada uma análise prévia destes projetos, os exemplos aqui citados ficaram restritos aos seguintes montantes:

- Estados Unidos: 54 projetos citados na pesquisa
- Europa: 48 projetos
- Ásia/Oceania: 8 projetos
- América Latina: 34 projetos
- Total: 144 projetos

Excluindo-se então os projetos que não estão diretamente relacionados com ações voltadas ao Ensino de Energia e/ou Eficiência Energética, chegou-se a um número de mais de uma centena de projetos que merecem destaque e que se encontram relacionados neste capítulo.

2.2 Principais Ações Realizadas

Para uma melhor visualização das várias atividades que os programas identificados realizam nas escolas, ou na comunidade local, foi feita uma categorização, com as atividades divididas em sete grandes categorias de ações, sendo eles:

Formação de Professores: desenvolvimento de currículo, capacitação e desenvolvimento profissional ou especialização na área.

ABP: Desenvolvimento de projetos que utilizam a metodologia de projetos, de redução de consumo de energia, programas de capacitação, manuais de procedimentos e atividades práticas.

Educação a Distância: programas que utilizam de ferramentas de Educação a Distância, produção e disponibilização de materiais em páginas na internet.

Materiais Didáticos: publicação de materiais de apoio como livros didáticos e paradidáticos, guias de atividades, apresentações, “puzzles”, kits didáticos, experimentos e demonstrações.

Redução de Consumo: projetos que tenham destacados indicativos sobre redução de consumo de energia, projetos que relatam redução de consumo ou mudança comportamental.

Multimedia: desenvolvimento de jogos (*“Electric Connections, Energy Charts, Bumper Stumpers, Energy Bingo, American Most Wanted Energy Wasters”*), animações, vídeos, produção de CD/DVD.

Workshops e Feiras de Ciências: Aqueles que realizam encontros temáticos, ou feiras de ciências com regularidade.

2.3 Panorama Internacional

No âmbito do panorama internacional, foram estudados casos que ocorreram em grandes regiões aqui divididas em Estados Unidos da América, União Europeia Ásia, Oceania, bem como países da América do Sul. A seguir serão apresentados os resultados encontrados nestas regiões citadas.

❖ EUA – Estados Unidos da América.

Pioneiro no que se diz respeito à implantação de ações voltadas para o Ensino de Energia, o estado da Flórida inovou nesta área ao publicar no ano de 1976 um relatório onde conta a experiência adquirida por professores de escolas de ensino médio no que diz respeito às ações voltadas tanto para a economia de energia quanto mudança de

comportamento. Desde então, diversos estudos, projetos, programas e parcerias vem sendo desenvolvidos e hoje se pode dizer que neste país há o maior número de ações voltadas para a educação em todos os níveis de ensino. A Figura 2 mostra os estados com as maiores concentrações de programa/projetos que surgiram desde 1976.

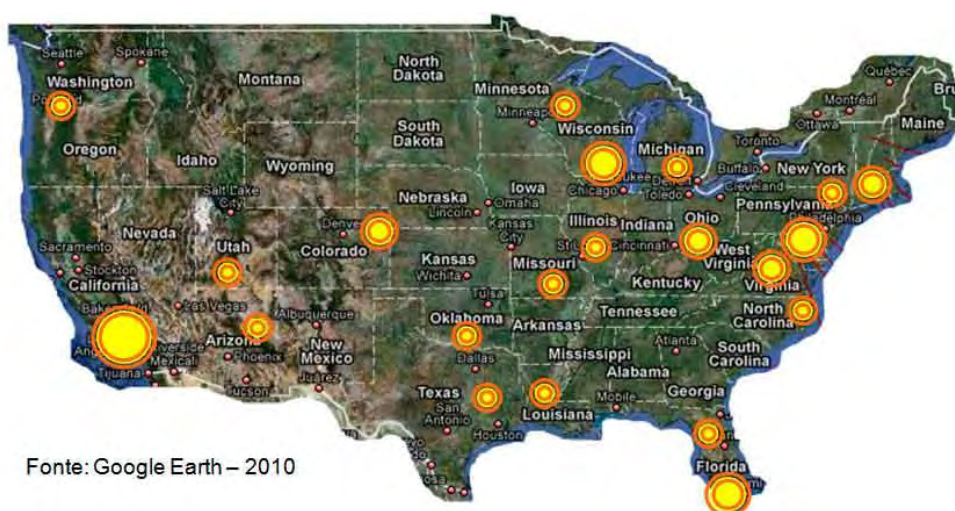


Figura 2 – Estados com as maiores concentrações de programas sobre Ensino de Energia

Seguindo o critério de exclusão já citado anteriormente, chegou-se então à seguinte proporção de atividades aqui relatadas:

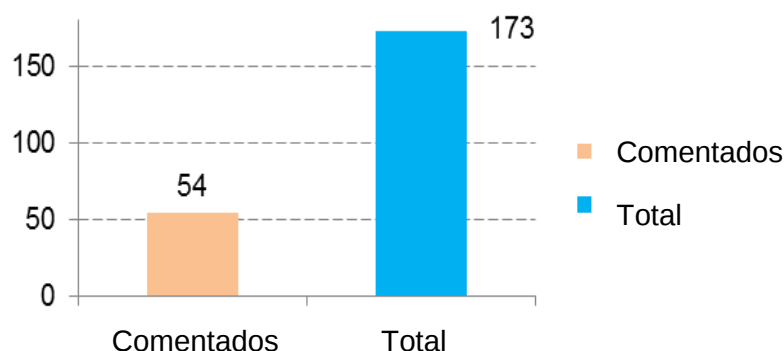


Figura 3 – Relação de projetos e programas relacionados nos EUA.

Como bibliografia básica, destacam-se os seguintes documentos que deram suporte para a elaboração da pesquisa naquele país, bem como as demais referências citadas neste capítulo, que se encontram nos quadros contidos no **Anexo I** – Características Gerais dos Programas de Educação em Eficiência Energética. A seguir estão citadas as principais referências utilizadas:

- ✓ Implementing Energy Education in Florida's High Schools (FLORIDA STATE UNIVERSITY, 1976);
- ✓ Energy Education Resources: Kindergarten through 12TH Grade (UNITED STATE OF AMERICA, 2006);
- ✓ Energy Stars - Overview of 2008 Achievements (UNITED STATE OF AMERICA, 2009);
- ✓ Energy Stars - and Other Climate Protection Partnerships (UNITED STATE OF AMERICA, 2007a);
- ✓ Energy Stars - The Power to Protect the Environment through Energy Efficiency (UNITED STATE OF AMERICA, 2007B);
- ✓ NEED: National Energy Education Development Project: Putting Energy into Education (NATIONAL ENERGY EDUCATION DEVELOPMENT, 2008);
- ✓ Bright Ideas for Teaching About Energy (UNITED STATE OF AMERICA, 2002);
- ✓ School Operations and Maintenance: Best Practices for Controlling Energy Costs (UNITED STATE OF AMERICA, 2004).

O **Anexo I**, mais especificamente no Quadro 1, fornece um resumo sobre os 54 projetos listados nesta pesquisa. A Figura 4 apresenta os resultados da divisão dos programas identificados. Após a síntese deste quadro, ficam alguns bons exemplos de guias de atividades que foram encontrados. São eles:

- ✓ "A Guidebook for K-12 School System Business Officers and Facilities Managers"
- ✓ "Bright Ideas for Teaching About Energy"
- ✓ "School fundraiser"
- ✓ "Students Leading the Way 2008-2009"
- ✓ "Guidelines for High Performance School; National Best Practices Manual"
- ✓ "Treasure Hunt Exploring the Riches of Energy"

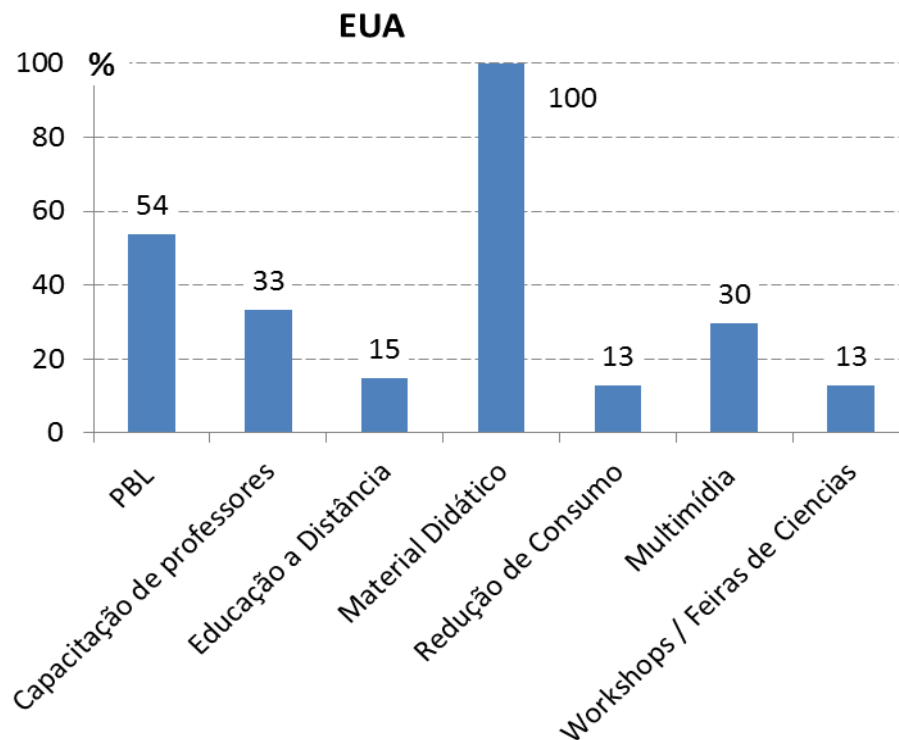


Figura 4 – Divisão das principais atividades realizadas nos EUA.

Ainda no que se diz respeito a projetos que foram bem sucedidos e que ainda são executados até hoje se pode destacar:

- ✓ "Casa Solar"
- ✓ "Construção de Casa Eficiente em Energia"
- ✓ "Construção de mecanismos"
- ✓ "Construção de um carro elétrico"
- ✓ "Construção de um Carro movido a Energia Solar"
- ✓ *"Energy Detectives Project"*
- ✓ *"Home Energy Makeover"*
- ✓ *"Energy Auditing"*
- ✓ *"Community Energy Consultants"*
- ✓ *"Energy Quest"*
- ✓ *"Energy Patrol,"*
- ✓ *"Energy Smart Students Program",*
- ✓ *"FIRST Solar League"*

- ✓ *"Igniting Creative Energy Challenge"*
- ✓ *"Northeast Regional Junior Solar Sprint"*
- ✓ *"Tour de Sol"*
- ✓ *"The Great American Green"*
- ✓ *"Transportation Festival"*
- ✓ *"Renewable Energy Education Lab (REEL Power) Project"*
- ✓ *"Solar Sprint"*
- ✓ *"The Energy Smart School Get Smart About Energy CD-ROM"*
- ✓ *"Energy Design Building High Performance Schools"*

❖ União Europeia.

Mais recentemente, no que se diz respeito a projetos sobre ensino de energia, a Europa figura como um importante referencial visto que existe uma alta concentração de atividades na área. O *"Intelligent Energy Europe (IEE)"*, um programa criado pela Comissão Europeia, reúne e apoia atualmente todos os projetos que estão relacionados à eficiência energética, tanto os que estão relacionados a aspectos técnicos quanto a melhoria de equipamentos e processos, como também os ligados à área de ensino. Atualmente, estão vinculados ao IEE centenas de projetos, porém dadas as características desta pesquisa, foram identificados 116 projetos/programas ligados à educação e áreas afins. Após a seleção daqueles que estão diretamente relacionados às atividades de ensino, chegou-se então a um total de 48 ações que estão aqui citadas. A Figura 5 mostra um panorama geral sobre os países que mantêm maiores concentrações de tais atividades.

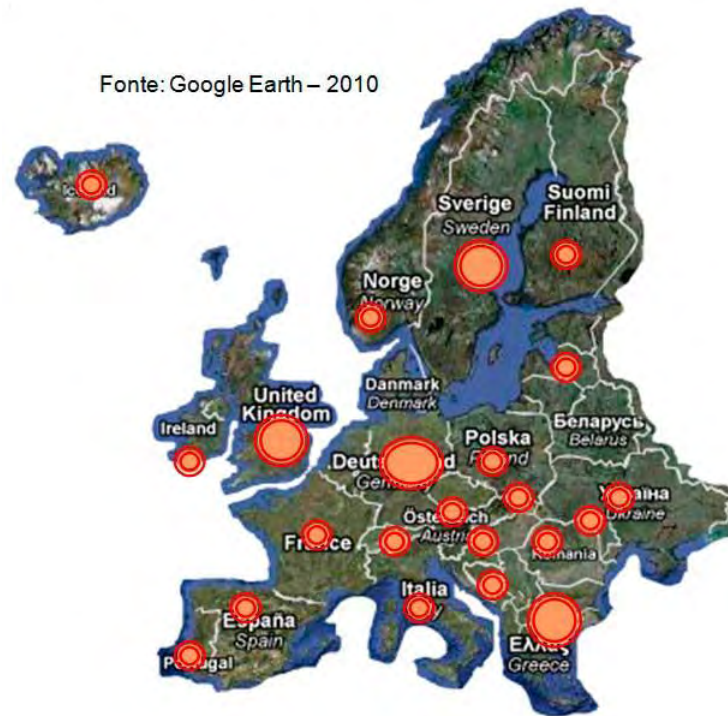


Figura 5 – Relação de projetos e programas relacionados na Europa.

Seguindo o critério de exclusão já citado anteriormente, chegou-se então à proporção de 48 projetos aqui relatados, dentre os 116 identificados nesta parte do globo. A Figura 6 mostra a porcentagem de ações presentes nos projetos lá desenvolvidos.

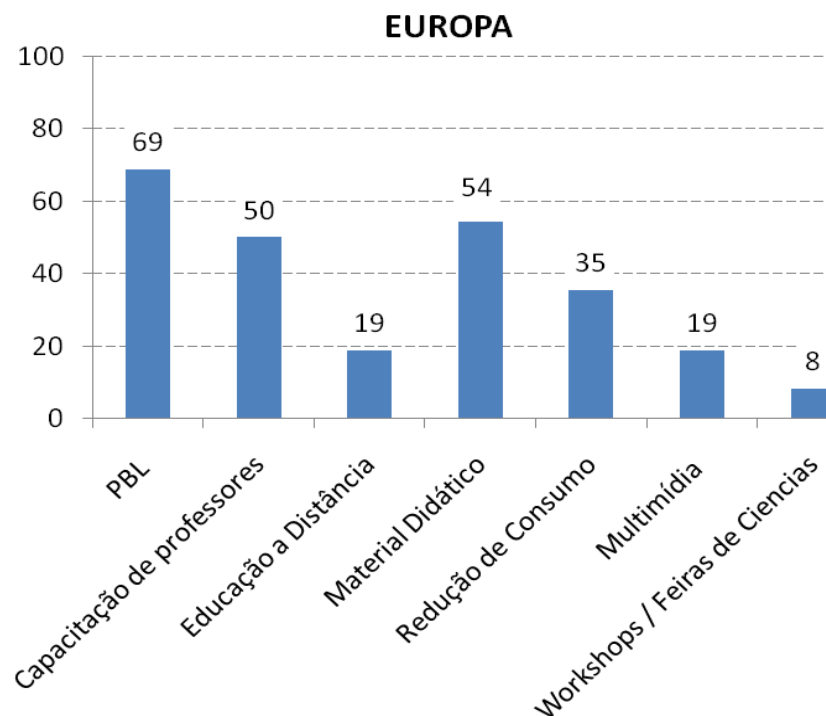


Figura 6 – Divisão das principais atividades realizadas na Europa.

Uma compilação dos resultados sobre os 48 projetos listados nesta pesquisa encontra-se no **Anexo I**, Quadro 2. Dentre os documentos analisados e utilizados como referências, destacam-se:

- ✓ Energy Education: Changing Their Habits in Our Lifetime (EXECUTIVE AGENCY FOR COMPETITIVENESS AND INNOVATION OF THE EUROPEAN COMMISSION, 2009)
- ✓ New Directions in Renewable Energy Education (JENNINGS, 2008)
- ✓ Promoting Energy Efficiency Best Practice in Cities - A Pilot Study (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2008)
- ✓ Effective Education for Energy Efficiency (ZOGRAFAKIS; MENEGAKI; TSAGARAKIS, 2008)
- ✓ Using Minimum Energy in Ireland Schools (IRELAND, 2007)
- ✓ Energy Software Programs for Educational Use (AXAOPOULOS; PITSILIS, 2007)
- ✓ Educação em Matéria de Energia (COMISSÃO EUROPEIA, 2006)

❖ Ásia / Oceania.

Estes continentes figuram no cenário internacional com poucas ações voltadas para o Ensino de Energia, porém o que se notou foi uma tendência, principalmente em dois ramos distintos: a preocupação com a formação de professores e com o uso de tecnologias de educação a distância visando à disseminação das informações para alunos e professores. A Figura 7 destaca os locais onde foram identificadas tais ações:



Fonte: Google Earth – 2010

Figura 7– Países onde foram destacados projetos na Ásia / Oceania

Dentre as referências bibliográficas que foram utilizadas para a compilação dos dados, destacam-se os seguintes documentos:

- ✓ Education and Training in Renewable Energy Sources in Serbia and Montenegro (BOJIC, 2004)
- ✓ The Hong Kong Schools Solar Education Program (CLOSE, 2003)
- ✓ Renewable Energy Education at the University level (BHATTACHARYA, 2001)
- ✓ Renewable Energy Education for Sustainable Development (JENNINGS; LUND, 2004)
- ✓ The Potential, Practice and Challenges of Tertiary Renewable Education on the World Wide Web (LUND; JENNINGS, 2001)
- ✓ Renewable Energy Education for Technicians / Mechanics (KANDPAL; GARG, 1999)
- ✓ Physics Students' Conceptions of Energy and Technological Development in Energy (ZAIN; SULAIMAN, 1998)

No Anexo I, Quadro 03, estão relatados os programas e as principais atividades destes dois continentes. A Figura 8 sintetiza a divisão dos ramos de atividades que foram encontradas na Ásia/Oceania.

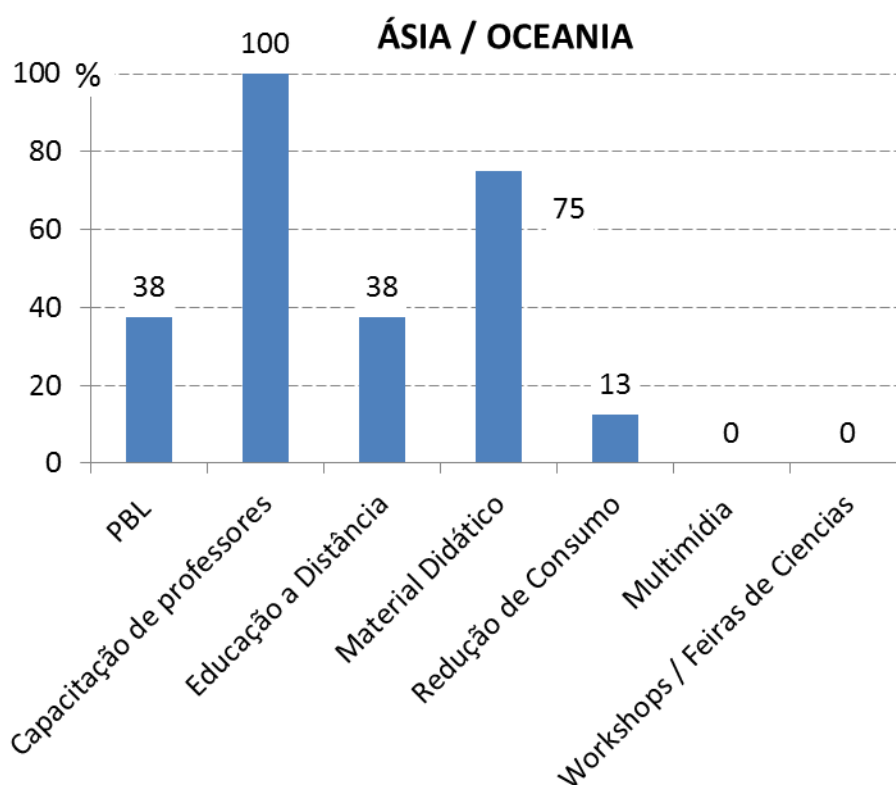


Figura 8 – Divisão das principais atividades realizadas na Ásia / Oceania.

❖ AMÉRICA LATINA (Exceto Brasil).

A América Latina, excluindo-se o Brasil, é uma região com poucas e recentes ações focadas no ensino de energia. Há ainda uma carência de incentivos governamentais e do setor privado para a implantação de programas que atuem nas escolas. A Figura 9 destaca os países onde foram encontrados tais programas (a título de comparação foram incorporados na figura os locais onde ações estão sendo desenvolvidas no Brasil).



Figura 9 – Países onde foram destacados projetos na América Latina.

A Figura 10 destaca os programas identificados na pesquisa e suas principais características.

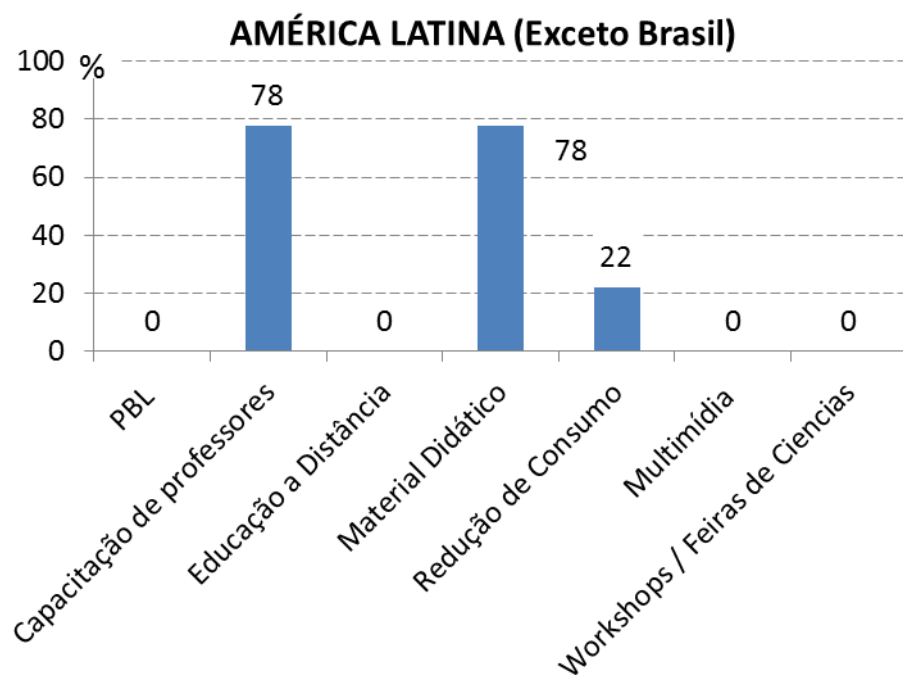


Figura 10 – Divisão das principais atividades realizadas na América Latina.

2.4 Panorama Nacional

O Brasil conta hoje com dois projetos que atuam em nível nacional, sendo eles o PROCEL Educação e o CONPET na Escola. Ambos os programas surgiram com o incentivo do governo federal, através do Ministério de Minas e Energia, sendo administrados pela Eletrobrás e Petrobras, respectivamente. Ficou evidenciado que, de uma maneira geral, o desenvolvimento de projetos de pesquisa em Universidades e também sob a responsabilidade de empresas de energia são hoje as principais ações aqui realizadas. A Figura 11 mostra os estados onde estão presentes ações focadas na educação do consumidor.

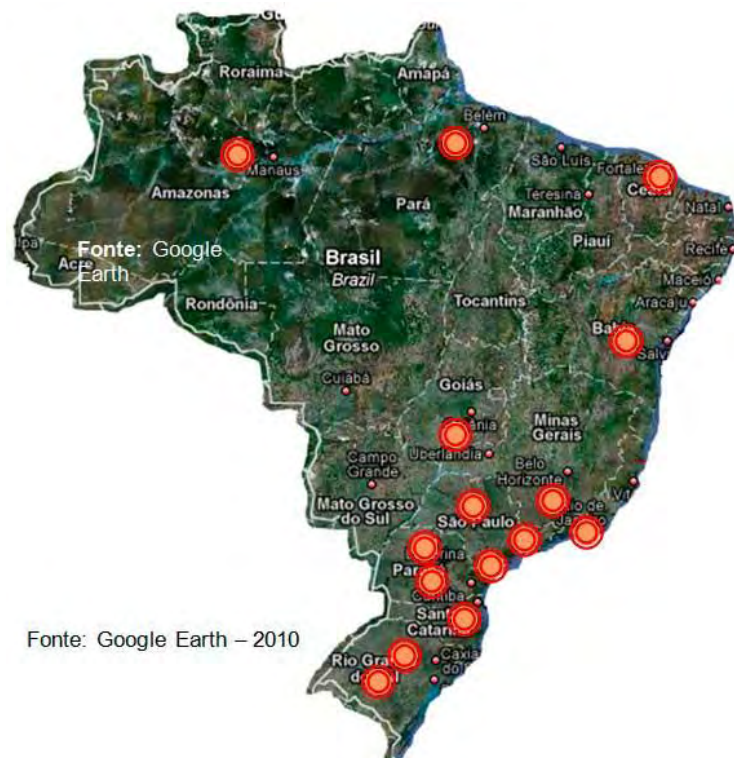


Figura 11 – Estados onde foram destacados projetos no Brasil.

Para analisar os trabalhos que estão sendo desenvolvidos aqui no Brasil, foi efetuada uma divisão em três sub-setores para melhor compreensão, sendo eles: Público, Privado e Universidades. Chegou-se a estas três categorias devido às próprias características dos resultados encontrados. Numa primeira instância podem-se adotar as ações realizadas por intermédio de órgãos ligados ao governo;

posteriormente foram identificados ações e projetos concebidos e testados por empresas privadas e, por fim, ações que foram pesquisadas e testadas por Laboratórios e Institutos de Pesquisas ligados às Universidades de todo o país. De uma maneira geral, a Figura 12 resume as principais ações que estão sendo realizadas nos projetos destacados.

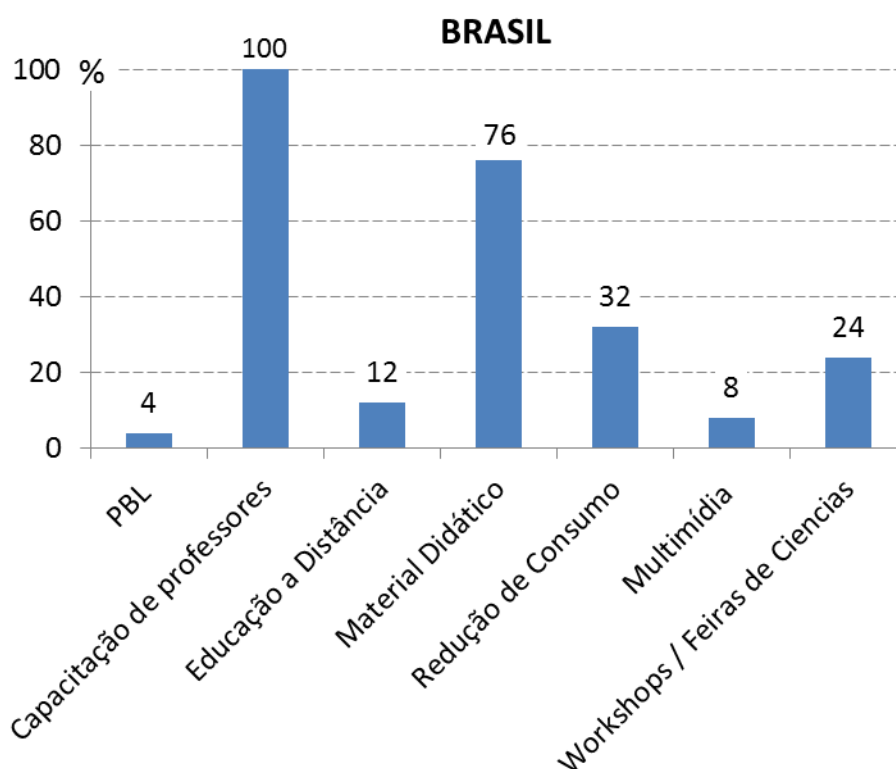


Figura 12 – Divisão das principais atividades realizadas no Brasil.

❖ Projetos de Destaques no Setor Público

- i) PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (ELETROBRAS, 2006; CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, 2009a)

“O objetivo do PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – é promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, para que se elimine os desperdícios e se reduzam os custos e os investimentos setoriais. O PROCEL foi criado em dezembro de 1985 pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, e gerido por uma Secretaria Executiva subordinada à Eletrobrás. Em 18 de julho de 1991, o PROCEL foi transformado em Programa de Governo, tendo suas abrangência e responsabilidade ampliadas.”

ii) CONPET – Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (PETROBRAS, 2006)

“O CONPET é um programa do governo federal, através do MME e gerido pela Petrobras. Criado em 1991 o programa desenvolve diferentes projetos, mas todos com um objetivo em comum: O uso racional de derivados de petróleo e gás natural. Entre seus programas, destacam-se: CONPET na Escola; Programa Brasileiro de Etiquetagem, Selo CONPET de Eficiência Energética, TransportAR e mais recentemente o Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular.”

iii) INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

“O objetivo geral deste órgão quando criado foi o de contribuir para a diminuição do consumo de energia elétrica nos eletrodomésticos, da chamada linha branca. A partir de 1992, o programa foi renomeado para Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)”

❖ **Projetos de Destaques no Setor Privado:**

Programa Eletronorte de Eficiência Energética – PEEE

“Foi criado no dia 2 de março de 2005 por meio da Resolução de Diretoria n.º 089/2005, o Programa Eletronorte de Eficiência Energética – PEEE. Já o Programa Educacional da Eletronorte desenvolvido desde 2005 é implantado nas escolas públicas por meio de um acordo de cooperação técnica firmado com as secretarias de educação dos estados ou municípios. Os professores são capacitados para as atividades com a metodologia do Procel nas Escolas e em seguida são disponibilizados os materiais didáticos, recursos que são usados nas aulas.”

❖ **Programa de Destaque em Universidades**

i) USP – Instituto de Física

“Laboratório de Demonstrações do Instituto de Física, desde 1990 vem desenvolvendo atividades para o Ensino Fundamental, Médio e Superior, Capacitação, Desenvolvimento de projetos, Ações de conscientização. O Laboratório conta ainda com centenas de experimentos e equipamentos de demonstração.

O Show de Física – projeto do IFUSP – articula diversas demonstrações na busca da transposição dos fenômenos, dos limites frios e muitas vezes árido do ensino em sala de aula, para um novo cenário, rico de estímulos e fortemente interativo capaz de atingir o emocional de cada espectador. Os estudantes participantes demonstram maiores interesses na busca das explicações e dos significados subjacentes aos fenômenos demonstrados.

Os principais elementos presentes no espetáculo costumam ser: o inesperado; o imprevisível; o curioso; o desafio a ser vencido; o artístico/estético; o inacreditável; o mágico/lúdico; o previsível entre outros. O Show de Física, assim concebido e desenvolvido no IFUSP, não visa “ensinar Física”, mas “preparar o emocional de cada estudante para o aprender”

(<http://fep.if.usp.br/~extensao/>)

ii) UNESP Campus de Rio Claro – Show de Física & Brinquedoteca

“A implantação do projeto piloto Show de Física e Experimentoteca de Física, no Departamento de Física da UNESP de Rio Claro, além dos objetivos intrínsecos dos mesmos, irá colaborar ainda para:

- (i) servir como modelo para a implantação de atividades semelhantes, quer em Física quer ou em outras áreas, nas demais unidades da UNESP;
- (ii) suplementar as aulas de Física e de Ciências proporcionando aos alunos das escolas públicas e particulares do município de Rio Claro e de cidades vizinhas a oportunidade de vivenciar aspectos fenomenológicos;
- (iii) despertar nos participantes o interesse em estudar e/ou aprofundar seus conhecimentos em Ciências e, particularmente, na Física;
- (iv) contextualizar diversos aspectos da Física e das Ciências, mostrando como perceber sua existência e atuação em nosso cotidiano.

A Brinquedoteca Científica é um Local que reúne brinquedos e experimentos com características lúdicas para o ensino de Ciências, aplicando os conteúdos relacionados com a área de Física. O objetivo é desenvolver nos alunos de todas as séries e idades o gosto pela Ciência, por meio da descoberta e da prática, através da manipulação de diversos experimentos lúdicos que estimulam a imaginação e o senso crítico. A Brinquedoteca está aberta aos alunos e professores que podem brincar e consultar o acervo existente e posteriormente levar os conhecimentos aprendidos aos demais alunos da escola.”

(<http://www.rc.unesp.br/showdefisica/>)

iii) UNESP Campus de Guaratinguetá – Laboratório EMAS

O Lab. E.M.A.S. (Laboratório de Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade) foi criando no ano de 2005, como parte integrante do Depto de Eng. Elétrica. Desde então, vem desenvolvendo atividades para a divulgação e disseminação de conhecimentos sobre Uso Racional de Energia tendo como público-alvo alunos e professores de todos os níveis de ensino. Atividades como o “Show de Energia”, a Mostra de Energia em Ação e a capacitação de professores já atingiram dezenas de milhares de alunos e algumas centenas de professores em diversas regiões do Brasil. Conta com o apoio financeiro de instituições como FAPESP, FINEP, CNPq, CAPES, FUNDUNESP e de empresas como PETROBRAS, ELETROBRAS e INOVARTE.

Para reforçar os resultados, e também evidenciá-los como elemento motivador desta pesquisa, destacam-se a seguir indicativos conseguidos pelo autor mediante o acompanhamento de um grupo de estudo vinculado ao Laboratório.

Em sua dissertação de mestrado, Silva (2006) realizou uma pesquisa com consumidores residenciais composta basicamente por alunos e professores de ciências, em sete escolas de ensino médio na região do Vale do Paraíba – SP, pertencentes ao CEETEPS (Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza) e ao Colégio Técnico de Guaratinguetá, sobre o uso racional de energia elétrica. Esta pesquisa buscou desenvolver um trabalho junto aos alunos participantes do Projeto Rio Paraíba (AKAMATSU, 2005), propondo uma série de atividades por meio das quais procurou-se aumentar o nível de informação destes sobre o consumo residencial de energia elétrica e sensibilizá-los para a necessidade do consumo racional. Dentre as atividades realizadas, foi feito o acompanhamento do consumo de energia elétrica de um grupo de alunos como uma das formas de avaliação das ações.

Dentre as residências que foram analisadas, já que a metodologia utilizada para acompanhá-las analisou somente séries temporais completas, e que não tiveram nenhuma interrupção no período, o aumento do consumo de energia elétrica nos dois primeiros anos analisados encontra-se detalhado na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados do consumo registrado com todos os consumidores.

Consumo [kWh]		Media Mensal [kWh]
2004	587.085	218,9
2005	597.846	223,3
Variação no Período		10.761
Variação Mensal		1.196
Variação média p/ consumidor		4,4
Variação (%)		1,8
Nº Consumidores		294

Como resultado final ficou constatado que em relação ao grupo de alunos acompanhados houve uma diminuição da quantidade de energia elétrica consumida no período analisado, que compreendeu os anos de 2004 e 2005. Para efeitos de análise, a Figura 13 foi elaborada após a compilação de dados até o ano de 2007, numa tentativa de avaliar os resultados após a conclusão das atividades do projeto.

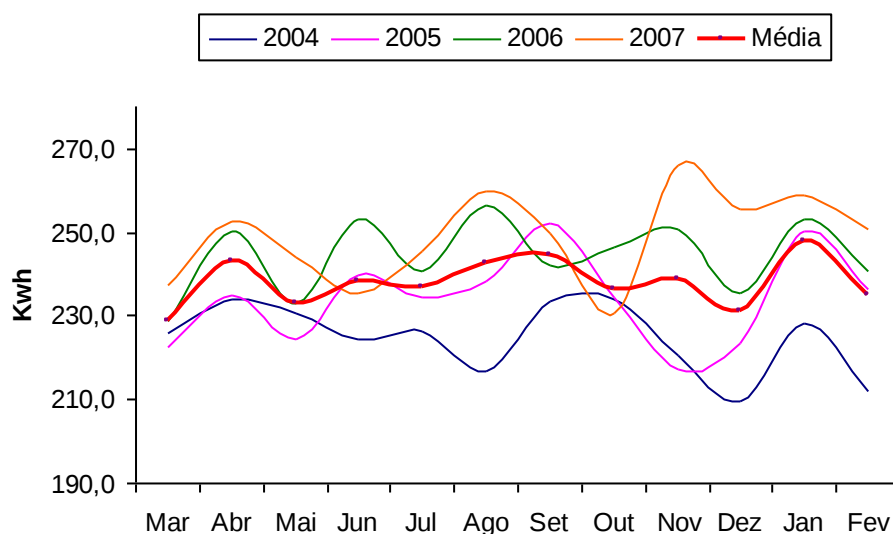


Figura 13 – Evolução do Consumo de Energia Elétrica nas residências durante quatro anos.

Comparando os resultados obtidos com previsões da ANEEL sobre a taxa de crescimento do consumo residencial, ficou registrado que houve um aumento menor do que o esperado no que concerne a todos os participantes. A mensuração da quantidade de energia consumida pelas residências no ano de 2005 registrou um aumento médio de 1,8 %, enquanto o crescimento registrado pela ANEEL foi de 5,4%.

Pensando no universo de estudo analisado, constatou-se que houve sim um crescimento, porém este foi menor do que o esperado e ainda permitiu registrar que 42% das residências que foram acompanhadas tiveram efetivamente uma redução de consumo. Conforme apontado no trabalho:

“A mensuração da economia de energia através do acompanhamento do consumo com contas de energia elétrica fornece um panorama favorável para avaliação do desempenho individual e global do objeto de pesquisa. Dado o período de desenvolvimento desta pesquisa, a melhoria dos resultados aqui descritos só seria possível se uma série maior de dados fosse analisada. (SILVA, 2006, p 67)

Ainda com relação a esta pesquisa realizada, o autor apresenta como resultado sobre o consumo, uma figura onde foram “plotados” os resultados sobre economia ou aumento do consumo de todas as residências. Na Figura 14, reproduzida a partir de Silva (2006), cada barra vertical representa o aumento ou diminuição do consumo registrado ao longo do ano.

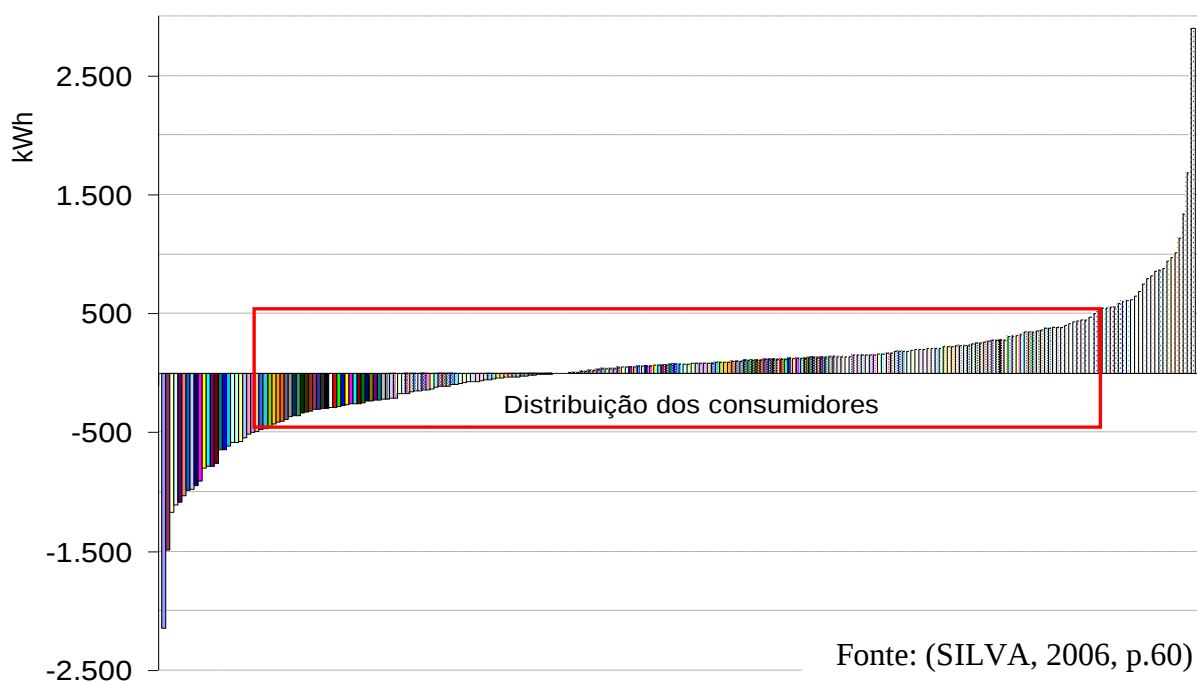


Figura 14 – Quantidade de energia elétrica acumulada / reduzida durante um ano.

A curva desenhada apresenta dois aspectos relevantes: 1º) todas as barras que se encontram abaixo do eixo “0” representam uma economia de energia se comparadas com o ano anterior da pesquisa, ou seja, cerca de 40 % das residências tiveram de fato

uma diminuição do consumo registrado; 2º) as demais barras que se encontram acima do eixo “0” indicam que naquelas residências houve um aumento de consumo de um ano para o outro: cerca de 60% das residências registram aumentos médios mensais que variam desde 1 a 2 kW.h/mês até residências que tiveram aumentos superiores a 100 kW.h/mês. Deste segundo aspecto vale ressaltar que, mesmo dentre as residências que tiveram seu consumo aumentado, há uma quantidade de casos nos quais o aumento médio mensal é relativamente baixo: ao observar a região delimitada pela linha vermelha da Figura 18, nota-se que existem consumidores que aumentaram seus consumos entre 1 e 20 kW.h/mês. Os consumidores que se encontram nesta faixa de aumento, com pequenos esforços e algumas mudanças de hábitos, podem passar a economizar energia de um ano para o outro.

Fato é que foram constados indícios de uma tendência à economia de energia durante o período estudado. Estes dados permitem fazer uma interpretação positiva quanto à economia de energia uma vez que ações foram realizadas durante o ano letivo daqueles alunos e influenciando suas respectivas residências.

EXCEN – UNIFEI

“O propósito do EXCEN – Centro de Excelência em Eficiência Energética, vinculado à Universidade Federal de Itajubá, é promover o uso eficiente da energia, reduzindo as perdas energéticas nas diversas atividades sócio-econômicas. Com esse objetivo, o EXCEN atua em duas grandes linhas: fundamentando a introdução de novas tecnologias energéticas e estimulando a adoção de padrões racionais de consumo, que se somam na construção de um futuro mais sustentável. Entre outras atividades, a equipe do EXCEN desenvolve e implementa métodos para avaliação técnico-econômica das oportunidades de incremento da eficiência energética no contexto dos consumidores industriais, comerciais e residenciais.”

CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIAS ENERGÉTICA,
2009b)

CDAM – UFAM

“Realiza Ações de Eficiência Energética na Área Educacional. Conta com parceria com empresas como: Manaus Energia S.A.; Companhia Energética do Estado do Amazonas (Extinta); Boa Vista Energia, Eletrobras, SEFAZ, FUNCATE, FINEP, MCT e CNPq.”

CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIAS ENERGÉTICA,
2009c)

LEENER – UFJF

“O Laboratório de Eficiência Energética da Universidade Federal de Juiz de Fora (LEENER) tem atuado no sentido de apoiar ações de formação, transferência de tecnologia, pesquisa e desenvolvimento na área. Criado em 2001, visa apoiar as ações de formação, transferência de tecnologia e pesquisa e desenvolvimento, na área, bem como criar um ambiente capacitado para realização de palestras e interação com a comunidade, podendo assim disseminar a cultura do combate ao desperdício de energia elétrica.” CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIAS ENERGÉTICA, 2009d e 2009e)

SEARA DA CIÊNCIA – UFC

“A mobilização de professores da UFC em torno da idéia de criar um museu de ciências começou ainda em 1991, enquanto o Clube de Ciências dava os primeiros passos. Ao longo dos anos 90, a proposta foi ganhando corpo, sob a liderança do professor Marcus Vale, então diretor de atividades científicas e culturais da Associação dos Docentes da UFC, (Adufc). Reuniões, pesquisas, viagens para outros estados eram realizadas com o intuito de conhecer experiências que desejavam desenvolver no Ceará. A idéia inicial se ampliava, demarcavam-se as possibilidades e a interatividade ganhava espaço definido no projeto.”

2.5 Balanço dos Projetos

Nesta pesquisa foram identificados 338 projetos, em âmbito mundial, que estão relacionados a ações educacionais para o uso eficiente da energia. Por questões organizacionais, os projetos foram analisados a partir de uma divisão geográfica composta por 5 regiões: Estados Unidos da América, Europa, Ásia/Oceania e América Latina.

Buscando realizar uma síntese analítica sobre como o tema é abordado em cada região, foram tratados com maior ênfase os programas e projetos de maior porte, abrangência e impacto nas respectivas regiões. A análise dentro de cada região buscou abstrair as principais ações educacionais e direcionamentos metodológicos dos projetos nela desenvolvidos. A seguir, são dedicadas algumas considerações sobre as principais características das regiões analisadas.

Estados Unidos

Foi verificado que este país é um dos pioneiros na implementação de programas e projetos na área de Energia e Educação. Os programas mais antigos e estabelecidos têm alcance nacional, embora sejam realizados por agências com autonomia para adaptar as ações às suas características regionais. Podem ser destacados como grandes promotores da questão educacional da energia as seguintes instituições: DOE e NEED.

Outra característica deste país em relação ao assunto é o farto material de referência para professores e alunos, tanto em termos de publicação tradicional (papel) quanto em conteúdo disponibilizado na internet.

Nota-se também uma diversidade de abordagens do assunto no currículo escolar, incluindo-se desde as formas de energia mais tradicionais até a energia eólica e a solar.

Com relação aos materiais didáticos oferecidos, também há uma grande diversidade, podendo-se destacar os roteiros de experiências, vídeos, animações jogos na Internet e softwares.

Dois aspectos que chamaram a atenção e merecem ser ressaltados são: a) poucos projetos fazem menção aos valores investidos; b) grande incentivo às competições estudantis, abrangendo diversas áreas dentro do tema energia.

Um dado mais recente que talvez possa demonstrar o interesse do país pelo assunto foi o anúncio, no final de 2009, de um investimento de U\$ 50.000.000 no programa RE-Energyse.

Nota-se, em linhas gerais, que o país promove e incentiva programas e projetos educacionais sobre o tema energia; no entanto, não tem uma preocupação clara em verificar, ou pelo menos divulgar, os resultados mais amplos de suas ações.

Europa

A análise dos projetos desenvolvidos em países desse bloco permitiu verificar que, na Europa, os projetos educacionais de energia, excluindo-se algumas exceções, são relativamente recentes, pois em sua grande maioria foram iniciados na década de 1990 ou na atual.

Percebe-se também que os projetos são pragmáticos, delimitados no tempo e quase sempre informam os valores investidos. Os projetos geralmente oferecem um escopo claro com objetivos, ações e resultados esperados.

O “*Intelligent Energy-Europe Programme*” é o responsável pela organização e coordenação das atividades. Entre os focos de ações mais claras estão o treinamento de professores e a produção de materiais didáticos, dentre os quais se destacam cartilhas, vídeos, animações e jogos.

Os projetos europeus focalizam principalmente os alunos de faixa etária entre 6 e 12 anos, levando informações sobre as questões energéticas no intuito de promover a mudança de hábitos e comportamentos.

América Latina

A América Latina, excluindo-se o Brasil, é uma região com poucos e recentes projetos na área. Dentre os países analisados, o Chile é destaque. Uma característica desta região é que os programas identificados são, em sua maioria, mantidos pelos governos, através de seus ministérios. O que chama a atenção é a preocupação em se realizar atividades voltadas para a capacitação tanto de professores quanto de profissionais do setor.

Brasil

Com relação ao Brasil, foi constatado que o interesse sobre a temática educação para eficiência energética também é relativamente recente, sendo que a grande maioria das iniciativas surgiu na década atual.

Os dois maiores exemplos de projetos de educação para energia no Brasil são braços de programas maiores que tratam da eficiência energética como um todo, mas que atuam também na vertente educacional.

PROCEL na Escola é um projeto interdisciplinar da ELETROBRAS/PROCEL e das Concessionárias de Energia Elétrica do País que atuam na área de educação, dentro do tema transversal meio ambiente, envolvendo professores de todas as disciplinas aplicadas nas escolas.

CONPET na Escola consiste em projeto voltado para alunos do 6º ao 9º ano do ensino fundamental, ensino médio e das escolas técnicas das redes públicas e privadas. O projeto apresenta a importância do uso racional da energia. Foi desenvolvido com a perspectiva de criar uma geração futura consciente do uso racional dos combustíveis fósseis, da preservação dos recursos naturais e do meio ambiente.

São identificadas também algumas iniciativas de disseminação de informações sobre energia em universidades, centros de ciências e museus, que embora não tendo esta como sua principal área de atuação, abraçaram o tema por acreditarem na sua importância. Pode-se destacar:

- UNIFEI – EXCEN – Centro de Excelência em Eficiência Energética
- UFJF – LEENER – Laboratório de Eficiência Energética da Universidade Federal de Juiz de Fora (LEENER)
- UNESP Campus de Guaratinguetá - Lab. EMAS – Laboratório de Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade
- PUCRS – Museu de Ciência e Tecnologia
- UFPR – Laboratório Móvel de Educação Científica
- USP – Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia
- USP – Estação Ciências – Parque Temático
- Fundação Catavento – Parque Temático
- UEL – Museu de Ciência e Tecnologia de Londrina
- UEM – Museu Dinâmico Interdisciplinar
- UNICAMP – Museu Exploratório de Ciências
- USP São Carlos – CDCC – Parque Temático
- Seara da Ciência - UFC

3 ELEMENTOS ESSENCIAIS PARA UMA POLÍTICA DE EDUCAÇÃO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.

A educação dos consumidores aparece como um ponto estratégico para se implantar ações de sensibilização, capacitação e difusão de conhecimentos sobre o uso racional de energia. Devido ao alto potencial de inserção dos conhecimentos na população mais jovem e, principalmente, naqueles que estão em fase de aprendizagem, a probabilidade de se praticar atos economicamente eficientes e carregá-los para o resto da vida é bastante grande, uma vez que tais ensinamentos acabam fazendo parte da formação de cada um como cidadão. Por este motivo, determinados projetos em andamento, especialmente na União Europeia (INTELLIGENT ENERGY EUROPE, 2009), buscam desenvolver atividades educativas desde as séries iniciais do Ensino Básico, como pôde ser visto no capítulo anterior.

Por outro lado, educar e conscientizar a sociedade são ações necessárias tendo em vista as projeções sobre o aumento do consumo de energia nos mais variados segmentos. Somente no setor residencial, o consumo de energia elétrica deverá saltar do patamar de 83,2 TWh, registrado no ano de 2005, para mais de 280 TWh no ano de 2030, segundo dados do Plano Nacional de Energia 2030 (BRASIL, 2008). Qualquer tipo de intervenção que se queira realizar em escolas de quaisquer níveis, ou de outros setores, devem ser organizadas e desenvolvidas por órgãos competentes. Estas ações devem ser meticulosamente planejadas, uma vez que o rápido crescimento na população pode acarretar problemas sociais, tais como o apresentado pelo então presidente da United Nations Foundation, Timothy E. Wirth:

“Any real energy policy also has to account for the needs, demands, and expectations of a rapidly growing population. Contrary to the Administration’s assertions that population is no longer a problem, global population is projected to rise by 50 percent by 2050. This growth – from six to nine billion – is unprecedented in world history, both in the absolute numbers and in the percentage growth. Nineteen of twenty of our new companions on the planet will be born in the developing world, in nations impoverished in part by their growing consumption of imported oil. They will join the 1.3 billion people now living on less than a dollar a day; in such a world, it will not require Osama bin Laden’s to recruit criminals or terrorists. These numbers are the stew of growing instability.” (WIRTH, 2003, p.2.)

Neste sentido, desenvolver projetos no setor educacional requer o trabalho conjunto de Ministérios, empresas do setor energético e, principalmente, escolas de ensino fundamental, médio e universidades. Atuar na formação dos alunos é contribuir para que metas sobre redução e mudança de hábitos de consumo sejam efetivamente alcançadas (SCHAEFFER, et al, 2003). Esta interferência direta nos hábitos dos consumidores apresenta um alto potencial de difusão, visto que se trata de uma política nacional para o estabelecimento de diretrizes que têm como objetivo alcançar uma vasta parcela da população.

Os principais órgãos responsáveis pelo desenvolvimento de políticas energéticas no país são hoje o Ministério de Minas e Energia, a Empresa de Pesquisas Energéticas (EPE), que é uma empresa deste Ministério, empresas de prospecção e geração de energia, como a Petrobras e a Eletrobrás, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Agência Nacional do Petróleo (ANP), bem como concessionárias locais, entre outros. Devido às características peculiares de cada uma das entidades acima citadas, as ações e projetos destinados ao uso racional de energia ou eficiência energética são quase que, na sua maioria, dedicados aos setores industriais, comerciais e de serviços. Para que se possa atuar na educação dos consumidores, diferentes esferas devem atuar conjuntamente, conforme apresentado na Figura 15:

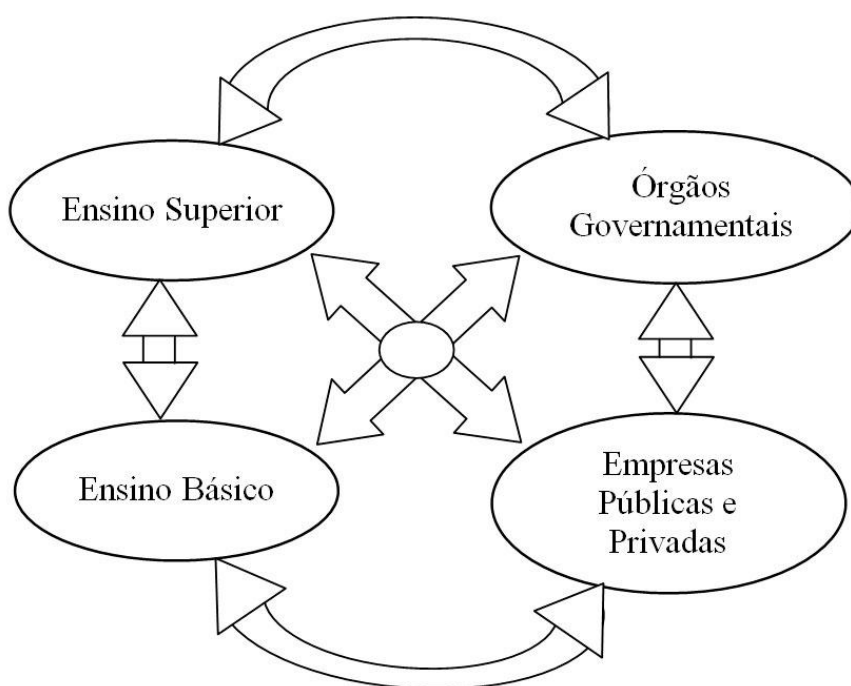


Figura 15 – Principais órgãos envolvidos numa política para Educação em Energia.

Para implementar políticas públicas, tanto no Ensino Básico quanto no Ensino Superior, é fundamental que os órgãos governamentais, bem como empresas públicas e privadas, dialoguem continuamente entre si afim de estabelecer objetivos comuns entre as partes. Faz-se necessário que metas sejam estabelecidas e programas e/ou projetos sejam trabalhados e apoiados por órgãos superiores, tais como ministérios e entidades superiores. Há a necessidade de se desenvolver programas e projetos que tenham um amplo alcance e que sejam exeqüíveis, com o objetivo de contribuir para a formação do indivíduo, e que promovam uma mudança de comportamento pró-eficiência energética.

No setor residencial, no qual se encontram presentes os atuais e futuros alunos do Ensino Básico, dois grandes projetos de alcance nacional são realizados pelas principais empresas energéticas do Brasil, como é o caso do PROCEL Educação e o CONPET na Escola, já comentados no Capítulo 2. Atuando há mais de duas décadas na área educacional, estes programas alcançaram resultados expressivos em suas existências, mas necessitam passar por constantes adaptações para serem mais bem absorvidos por professores e alunos, devido à velocidade com que a sociedade vem se transformando. Ensinar Ciências já é um grande desafio para os professores. Levar informações extracurriculares e até mesmo desenvolver projetos pedagógicos é uma estratégia amplamente defendida no meio educacional e que necessita de constantes atualizações (HAMBURGER, MATOS, 2000; CASTRO, 2009).

3.1 Fundamentos para o Desenvolvimento de uma Política Pública para Promoção da Educação em Eficiência Energética.

Toda e qualquer ação orientada para melhoria da área de ciências, e das outras também, deve ser pensada para o ganho da aprendizagem do aluno e, neste processo, o professor figura como o principal elo entre o conhecimento e o aluno. Utilizar técnicas de ensino e empregar diferentes recursos didáticos requer uma formação específica para os professores das disciplinas correlacionadas. Neste sentido, uma política que integre esta área do conhecimento deverá ter como **público-alvo** os professores e

alunos. Pensando em uma mudança de médio a longo prazo, inicialmente o Ensino Básico deverá ser focado e, paralelamente, outros níveis de ensino.

Sensibilizar o aluno implica envolver diferentes esferas de influência, envolvendo Ministérios da Educação e Cultura; Ministério de Ciência e Tecnologia; Ministério de Minas e Energia; Secretarias e Diretorias de Ensino, escolas públicas e privadas, inclusive. Se um programa nacional de eficiência energética visa mudar o comportamento do cidadão, aqui no caso o aluno, deve ele transitar por estes pilares dos órgãos do estado. A Figura 16 sintetiza este pensamento e o seu possível alcance na sociedade, uma vez que determinados projetos poderão ser inicialmente testados em universidade e posteriormente replicados em todas as regiões do Brasil.

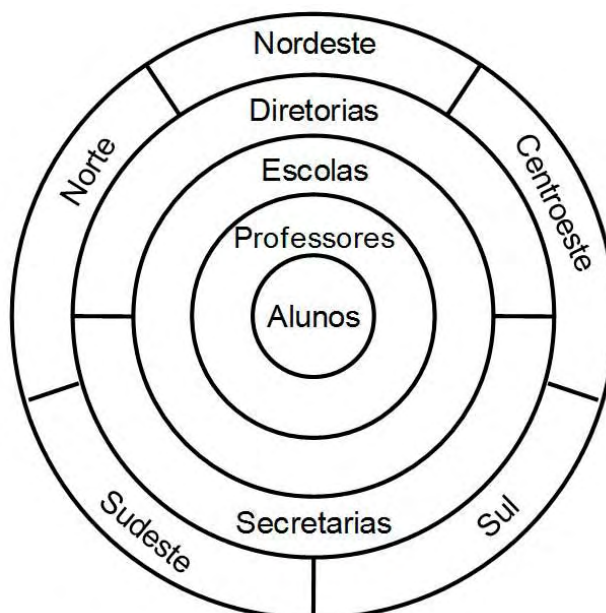


Figura 16: Alcance e instâncias envolvidas nos programas orientados no ensino.

Existem hoje dois grandes projetos nacionais que promovem o uso eficiente da energia, PROCEL e CONPET, atuando de formas distintas e com enfoques direcionados às áreas de interesses de ambos, um com clara preocupação sobre a preservação de energia elétrica, e o outro tratando do petróleo, do gás natural e seus derivados. Se o conceito de energia for estendido e ramificado em áreas, como foi o caso exposto, conclui-se que, no fundo, elas difundem a mesma ideia só que focadas em casos específicos. Ao se promover tais programas, consolida-se a eficiência energética e ainda contribui para que os conceitos físicos e químicos sejam tratados em

sala de aula, com possibilidades de se trazer novos recursos didáticos e novas ferramentas de aprendizagem. Tais apontamentos corroboram o que diz Sullivan (CALIFORNIA INSTITUTE FOR ENERGY AND ENVIRONMENT, 2008):

“To improve the effectiveness of energy efficiency programs by increasing the likelihood that consumers adopt energy-efficient technologies and practices, a formal research and development (R&D) effort designed to find effective strategies for improving energy efficiency program performance must be undertaken. This effort should focus on discovering effective behavioral science-based strategies for improving the performance of existing programs **and on developing new and more effective approaches to offering these programs.**” (CALIFORNIA INSTITUTE FOR ENERGY AND ENVIRONMENT, 2008, grifo nosso)

Uma política consistente deve ter por **finalidade** o fomento ao setor educacional, garantindo que professores, alunos, orientadores pedagógicos, supervisores de ensino e diretores de ensino estejam aptos a tratar a temática da Energia e do Meio Ambiente nos diferentes níveis hierárquicos competentes. Os **objetivos** devem ser focados na conscientização da humanidade em relação aos problemas atuais por ela enfrentados, procurando capacitar professores em exercício e atuar na formação de professores nos cursos de licenciaturas, além de criar estímulos para que os alunos sejam sensibilizados sobre o tema. Realçando esta tendência a seguir será introduzido a seguir um pensamento que integra estas diretrizes.

Como **diretrizes gerais de ação** de uma Política Energética para a promoção da Educação em Energia e Eficiência Elétrica algumas questões devem ser delimitadas a fim de balizar os princípios de atuação das entidades envolvidas. A análise da literatura permite sugerir alternativas para estudos relativos às ações desenvolvidas na política energética nacional em complemento aos apontamentos feitos por Branco, et al (2002) e Pires, Fernandes e Bueno (2006). Entre outras questões relativas ao tema, atividades complementares podem ser desenvolvidas, tais como capacitar professores atuantes nas escolas, inserir novos conhecimentos nos cursos de licenciaturas, pesquisa e desenvolvimento de recursos didáticos tais como equipamentos e experimentos para demonstrações, animações, jogos, e outras áreas que poderão surgir. É evidente que todos os materiais produzidos, todas as horas de trabalho conjunto com os professores e as intervenções diretas em relação aos alunos devem ser pensadas com o objetivo de promover uma mudança comportamental nos alunos e professores, sensibilizando-os

para o uso racional de energia. Estes apontamentos são questões aqui defendidas e merecem especial atenção se os preceitos aqui iniciados forem replicados em contextos educacionais variados.

Para a implantação dos objetivos estabelecidos, determinados **instrumentos** de aplicação e avaliação devem ser concebidos. A utilização de recursos didáticos acessíveis, o emprego de modernas ferramentas de comunicação, bem como a utilização do horário de trabalho coletivo do professor, constituem importantes instrumentos de atuação. Para avaliar se o processo utilizado está gerando resultados, determinados instrumentos de avaliação podem ser utilizados com a finalidade de constatar a perenidade do conteúdo difundido e avaliar o impacto cultural de curto a longo prazo. Um instrumento de fundamental importância que deve ser aferido é uma técnica para avaliação de economia de energia registrada ao longo do tempo. Tal acompanhamento é possível de se realizar monitorando e analisando determinados grupos de consumidores.

Falar em detalhes sobre uma política para a promoção da área de Ensino de Energia implica discutir, com membros de diferentes esferas, questões específicas sobre as *Bases e Fundamentos a Serem Considerados*; os *Mecanismos e Fontes de Financiamento*; e por fim as *Responsabilidades e Fontes de Financiamento*. Devido à extensão e profundidade que cada item apresentado requer, não é possível e nem é de interesse deste autor apresentar os alicerces desta política, porém iniciar uma discussão sobre o assunto com os interessados e defensores de melhorias para a escola e para a sociedade como um todo. Desta forma, nos sub tópicos a seguir serão apresentadas as considerações iniciais que o autor defende, representando única e exclusivamente suas reflexões sobre o tema mediante uma leitura atualizada da literatura básica em questão.

3.2 Bases e Fundamentos a Serem Considerados.

Tratar o Ensino de Energia e a Eficiência Energética requer ter como fundamentos: a) A Importância de se Tratar o Tema Energia nas Escolas de Ensino Fundamental; b) Os conhecimentos específicos que devem ser tratados no Ensino Básico; c) O professor como elemento fundamental na propagação de conhecimentos

e; d) Os recursos ou estímulos didáticos que devem ser trabalhados com os alunos. Os três primeiros apontamentos serão discutidos neste capítulo, ficando o quarto item para ser apresentado no **Capítulo 4 – Desenvolvimento do Projeto de Pesquisa**.

a) A Importância de se Tratar o Tema Energia nas Escolas de Ensino Fundamental.

A formação do indivíduo acontece, juntamente com a educação familiar, dentro das salas de aula. Por este motivo, visando a educar uma criança para que ela atue na sociedade de forma consciente e participante, faz-se necessário que ações sejam realizadas tanto pelos professores quanto pelos pais. Também é fato que o conhecimento adquirido, ou a falta dele, não se restringe somente a um determinado ambiente: os valores adquiridos pelos alunos se manifestam dentro e fora da sala de aula, o que contribui para a promoção de hábitos racionais de consumo.

O entendimento dos princípios da ciência, de um modo geral, constitui um elemento fundamental para a compreensão crítica do mundo em que se vive. O uso de atividades experimentais como estratégia de ensino nesta área vem sendo apontado como uma das maneiras mais adequadas de minimizar as dificuldades de aprendizagem e de ensino de modo significativo e consistente no que concerne aos estudantes. É muito importante para o processo educacional dispor de recursos didáticos que partam de elementos do cotidiano para despertar o interesse dos alunos, permitindo a aquisição de competências e habilidades de uma forma mais interativa, no entanto, ainda existe uma carência de materiais didáticos desenvolvidos com esse propósito.

Preparar o professor no que se refere a conteúdos específicos e auxiliá-lo na utilização de recursos didáticos requer a atuação em determinados momentos de um processo amplo, o qual foi previamente delimitado e será discutido na sessão 3.3 – Mecanismos para a Implantação de uma Política na Área Energética. De modo geral, as três frentes de atuação identificadas concentram-se em: Ensino Básico compreendendo o Ensino Fundamental e Médio; Ensino Superior e Pós-Graduação; e uma ampla rede de difusão de conhecimentos. Para a efetivação de ações no setor

educacional, estes são os principais focos de atuação na sociedade, os quais acredita-se serem formas eficientes de preparar os futuros profissionais para o mercado de trabalho, além de torná-los cidadãos conscientes e atuantes no mercado de trabalho.

Por estas razões, preparar o aluno para que ele exerça a cidadania e atue como elemento modificador da sociedade tem uma importância fundamental para a sobrevivência das próximas gerações, garantindo assim um desenvolvimento sustentável e a preservação de recursos naturais (GRIMONI, et al, 2004; EUROPEAN COMMISSION, 2006). Neste sentido, a ação multiplicadora da escola deve ser tratada em âmbito nacional, sendo que cada país deve exercer conscientemente a função de educar corretamente suas crianças. Dias, Mattos e Balestieri (2006) já fizeram referência à importância da participação do governo neste processo de educação em matéria de energia:

“No contexto educacional, levando-se em conta os aspectos positivos da informação interpessoal, o professor possui uma posição estratégica na implantação de um programa de conservação de energia, mas devido ao caráter multidisciplinar do tema, o docente necessita de uma estrutura que o auxilie no planejamento escolar. Neste ponto a participação do governo é necessária para garantir a definição de diretrizes e metas em termos nacionais e mobilizar (por exemplo, através de incentivos) as organizações interessadas no setor energético.” (DIAS, MATTOS, BALESTIERI, 2006).

Tomando como ponto central o aluno e direcionando a ele conhecimentos específicos, todo um delineamento cultural poderá ser implantado. Uma política nacional de educação deve concentrar esforços para a melhoria da qualidade do ensino, oferecendo recursos didáticos e infraestrutura adequados, desenvolvendo e atualizando constantemente a formação dos professores envolvidos neste processo, além da preocupação com os insumos necessários à manutenção das escolas.

b) Os conhecimentos específicos que devem ser tratados no Ensino Básico.

Uma capacitação orientada por fundamentos da metodologia de ABP deve promover subsídios para que os professores do Ensino Fundamental trabalhem o tema Energia em sala de aula. Neste sentido, é necessário que seja apresentada a situação atual sobre o uso da Energia, o seu relacionamento com conhecimentos significativos para a sociedade, a relação do uso da energia e o Meio Ambiente. Além de suas

implicações para a toda a humanidade (BOYLE, et al, 2004; FUSARO, VASEY, 2006; ANDREWS, JELLEY, 2007).

É certo que, para tratar o tema energia em profundidade, seria necessário um curso de especialização com mais de trezentas horas de duração e que pudesse conferir aos professores participantes um título de especialização, contando com disciplinas específicas da área. Como os recursos disponíveis e o tempo, que era relativamente curto para o desenvolvimento de todas as etapas que deveriam ser cumpridas para a realização de uma especialização, o curso desenvolvido com os professores contou com vinte aulas no total com duração de aproximadamente duas horas e meia cada aula. Nestas aulas foram trabalhados temas essenciais das seguintes áreas: i) *Tópicos iniciais em Energia, Meio Ambiente e Sociedade*; ii) *Tópicos sobre Mecânica*; iii) *Tópicos sobre Termodinâmica*; iv) *Tópicos sobre Eletricidade*; v) *Tópicos sobre Eletromagnetismo* e; vi) *Tópicos sobre Física Moderna*. Cabe ressaltar que o conteúdo abordado contou com o auxílio do emprego de dezenas de experimentos e demonstrações que foram utilizados como objetos de estudos propiciando contextualizações dos fenômenos estudados. A seguir, cada tópico estudado, a bibliografia básica utilizada para a escolha do conteúdo a ser transmitido, além de justificativas no que concerne à escolha dos tópicos serão detalhados.

i) *Tópicos em Energia, Meio Ambiente e Sociedade.*

Conceitos: Conceito de Energia; Matriz Energética; Sustentabilidade; Energia Mecânica; Energia Eólica; Energia Elétrica; Energia Térmica; Energia Solar; Energia Química; Energia dos Combustíveis Fósseis; Energia Nuclear; Energia da Biomassa; Poluição Térmica; Impactos Ambientais; Aquecimento Global / Efeito Estufa; Poluição do Ar e o Uso de Energia; Alternativas Futuras de Energia; Uso Racional de Energia; Eficiência Energética e Desenvolvimento.

Bibliografia Básica: Os principais livros utilizados nestes tópicos foram os de: Goldemberg e Villanueva (2003); Boyle (2004); Boyle, Everett e Ramage (2004); Hinrichs e Kleinbach (2005); Reis e Cunha (2006); Leite (2007); Andrews e Jelley (2007); Droeger (2008); Goldemberg e Lucon (2008).

Os alunos e professores precisam saber quais são os conceitos iniciais sobre o fenômeno da energia, como esta “entidade” permite gerar trabalho e como este trabalho se converte em movimento. Estes são princípios fundamentais nos processos de transformação da energia e saber identificar quais formas e fontes de energia estão envolvidas em processos industriais e até mesmo residenciais pode contribuir para uma melhor compreensão sobre efeitos benéficos e colaterais das opções que compõem a matriz energética de um processo ou até mesmo do país.

Conhecer os processos de transformação da energia nos principais centros transformadores e os seus efeitos para o Meio Ambiente permite discutir questões como as interações eletromagnéticas ocorridas no interior de um gerador, ilustrando a Lei da Indução Magnética de Faraday, onde a energia mecânica é transformada em energia elétrica. O conhecimento de tais processos permite ainda discutir sobre a regularização da vazão de um rio a fim de possibilitar a navegação e o aproveitamento elétrico de um rio. Tal conhecimento também permite compreender como as centrais termoelétricas transformam a energia química contida nos combustíveis em energia térmica e posteriormente em energia mecânica, que é finalmente transformada em eletricidade. Todo esse conhecimento permite ao aluno saber que a diferença principal de uma usina nuclear está no combustível que aciona o eixo da turbina, já que os demais componentes são semelhantes aos de outras usinas. Causadora de grandes controvérsias no passado, a energia nuclear ainda se apresenta como a principal forma de geração de energia elétrica na França e é largamente utilizada nos Estados Unidos e alguns outros países. Devido aos baixos índices de emissão de gases poluentes da atmosfera, a energia nuclear se oferece com uma alternativa viável do ponto de vista ambiental e energético, porém ainda existem muitas dúvidas sobre o que fazer com o resíduo radioativo nela produzido.

Enfim, saber como funciona os principais centros geradores de energia, ter uma noção sobre as dimensões das reservas energéticas e o quanto delas ainda estão disponíveis na natureza para o uso permitirá ao cidadão fazer um melhor uso da energia e ainda ter em mente os efeitos causadores das mudanças climáticas.

ii) Tópicos sobre Mecânica.

Conceitos: Unidades e Dimensões; Instrumentos de Medidas; Natureza Atômica da Matéria; Primeira Lei de Newton; Movimento Retilíneo; Segunda Lei de Newton; Terceira Lei de Newton; Conceito de energia; Trabalho; Conservação da energia; Rotação; Gravitação; Hidrostática; Estudo dos Gases; Pressão.

Bibliografia Básica: Os principais livros utilizados neste tópico foram os de: Hewitt (2002); Tipler (2006a); Halliday, Resnick e Walker (2009a) e Gaspar (2009).

A definição conceitual de trabalho e energia se interligam de tal forma que se pode criar um círculo vicioso já que trabalho é a grandeza que mede a energia de um corpo, e um corpo tem energia quando é capaz de realizar trabalho. Entender este princípio de equivalência permite esclarecer que, a cada transformação da energia, perdas inerentes à conversão são ocasionadas no processo.

Desse modo, para viabilizar a explicação do conceito de energia é necessário ter de forma muito clara também o conceito de trabalho. Na Física, o conceito de trabalho é diferente do conceito cotidiano. No dia-a-dia, trabalho está diretamente associado ao desenvolvimento de alguma tarefa, podendo ou não haver esforço ou deslocamento. Na física, se não houver força ou deslocamento, não há trabalho.

Conhecer as noções que regem a realização de movimento permite entender por que a resistência do ar dissipa energia de forma significativa em um automóvel numa estrada. Um carro se movendo em uma estrada a uma velocidade constante consome boa parte do combustível para vencer a resistência do ar. Por esse motivo, os carros de corrida têm formato aerodinâmico e são cada vez mais imitados nos modelos de carros

atuais. Um pneu careca, além de prejudicar a segurança do motorista e dos passageiros, acarreta aumento de consumo de combustível, uma vez que aumenta o atrito com o solo. Trocar o pneu já desgastado contribui, então, para o aumento da eficiência energética e ainda permite economizar dinheiro e salvar vidas.

Outro exemplo claro de conscientização sobre o uso racional de energia está no estudo dos princípios físicos de uma panela de pressão, utensílio culinário que ajuda a cozinhar alimentos e que utiliza basicamente o conceito de pressão e transferência de calor. Nela, o alimento é colocado com certa quantidade de água que é aquecida com o calor da chama até entrar em ebulição. Como a panela é totalmente fechada, o vapor d'água não pode dispersar-se e, assim, a pressão interna da panela aumenta significativamente. O aumento da pressão interna faz a água entrar em ebulição a uma temperatura de cerca de 130°C . Quando a água entra em ebulição, ela não aumenta mais a temperatura, todo o calor é utilizado diretamente para fazê-la mudar de fase, ou seja, passar do estado líquido para o estado de vapor. Então se deve abaixar a chama do fogão quando se percebe que a água dentro da panela de pressão entrou em ebulição. Esta é uma maneira simples de usar a energia racionalmente e, ainda, economizar gás natural ou liquefeito de petróleo.

iii) Tópicos sobre Termodinâmica.

Conceitos: Calor e temperatura; Transferência de calor; Mudança de fase; Gases Perfeitos; Primeira Lei da Termodinâmica; Segunda Lei da Termodinâmica; Máquinas Térmicas; Entropia; Consumo de combustível.

Bibliografia Básica: Os principais livros utilizados neste tópico foram os de: Hewitt (2002); Tipler (2006a); Halliday, Resnick e Walker (2009a) e; Gaspar (2009).

A Termodinâmica é o estudo dos mecanismos pelo qual o calor se propaga no ambiente. Todo corpo possui uma determinada quantidade de energia relativa ao estado de agitação das moléculas que o compõem. Sempre que um corpo se atrita com

outro, este contato gera calor; assim, analogamente, um elétron percorrendo um fio condutor acaba por esbarrar nas estruturas cristalinas dos átomos de cobre e também emite calor. Como geralmente no entorno destes fenômenos as temperaturas são inferiores à gerada, um fluxo de calor é dissipado para o meio ambiente. Pensando nestas interações em escalas macroscópicas pode-se entender como que a produção de energia está aquecendo o planeta Terra.

Para entender o que é condutibilidade térmica e como o calor se propaga no meio, faz-se necessário entender como a temperatura e o calor atuam nos corpos. Temperatura está diretamente relacionada ao movimento das moléculas de uma substância, ou seja, a temperatura é proporcional à energia cinética média “translacional” das moléculas. Quando se trata de energia cinética das moléculas deve-se lembrar que não existe apenas a translacional, mas também a rotacional e vibracional. No entanto, as energias rotacionais e vibracionais não contribuem efetivamente para a determinação da temperatura, pois o que contribui para o aumento de temperatura é a quantidade de choques entre as moléculas ao se colidirem devido ao translacional de cada uma em uma determinada região do espaço.

Calor é o fluxo de energia de um corpo quente para um corpo frio. Naturalmente, o fluxo de calor se dá na ordem do corpo mais quente para um mais frio. Para que exista um fluxo de energia (calor) entre corpos, é necessário que os mesmos possuam uma diferença de temperatura, ou seja, uma diferença de energia cinética média “translacional”.

A condutibilidade térmica caracteriza a maior ou menor facilidade que certo material possui para conduzir calor. Os materiais que apresentam maior condutibilidade são os materiais metálicos, em contrapartida, os materiais que apresentam baixa condutibilidade térmica são considerados isolantes térmicos.

O termômetro revela, de fato, a sua própria temperatura, já que quando ele é colocado em contato com outra substância, a energia fluirá entre os dois corpos até que atinjam o equilíbrio térmico. Assim se for conhecida a temperatura do termômetro, será conhecido também a temperatura do corpo em contato. O termômetro deve ser então um objeto pequeno o suficiente para não alterar a temperatura do corpo em contato. Essa energia transferida da substância para o termômetro graças à diferença de

temperatura existente é chamada de calor. Os corpos não contêm calor, mas sim energia interna.

iv) Tópicos sobre Eletricidade

Conceitos: Eletrostática; Lei de Coulomb; Campo elétrico; Potencial elétrico; Métodos de eletrização; Potência, corrente e voltagem; Resistência elétrica e condutividade; Condutores e isolantes; Resistores, capacitores e indutores; Consumo de Equipamentos Elétricos; Periculosidade no manuseio de equipamentos elétricos.

Bibliografia Básica: Os principais livros utilizados neste tópico foram os de: Hewitt (2002); Tipler (2006b); Halliday, Resnick e Walker (2009b) e; Gaspar (2009).

A eletricidade é a forma de energia que está mais presente no dia a dia das famílias que se encontram acima da zona de pobreza. Largamente utilizada por mais da metade da população mundial, sua utilização é relativamente recente na história da humanidade, não tendo mais de dois séculos o domínio sobre o fenômeno da eletrização. O entendimento de como ocorre a eletrização em seus processos de indução, atrito e contato, bem como o conhecimento de uma maneira eficaz de gerar, armazenar e distribuir energia podem contribuir significativamente para um melhor uso deste importante insumo da modernidade.

Corrente elétrica é o fluxo de carga elétrica, ou seja, em circuitos formados por fios de metal, os elétrons que ali circulam formam a corrente elétrica. Potencial elétrico, ou tensão, é o conceito de energia potencial por unidade de carga. A energia potencial de uma partícula é a energia referente à localização no interior de um campo elétrico. A corrente elétrica não existiria caso não houvesse tensão ou diferença de potencial. A diferença de potencial elétrico funciona como um impulsionador dos elétrons e, com isso, surge a corrente elétrica, portanto, não havendo diferença de potencial não há corrente e nenhum equipamento elétrico pode então funcionar.

Quando a carga se move através do fio condutor, ela requer energia. A taxa com a qual a energia elétrica é convertida em outra forma de energia, como mecânica, térmica ou luminosa, é o que se denomina potência elétrica. Saber que o que provoca lesões físicas em um choque elétrico é a combinação de corrente elétrica e potencial, contribui para o próprio bem estar do cidadão.

Saber que bancos de capacitores e baterias têm inúmeras aplicações nos dias atuais pode ajudar a aproveitar melhor a energia elétrica gerada em períodos de ociosidade nas usinas hidrelétricas. Para citar um exemplo comum no cotidiano sobre a presença de capacitores, basta recorrer às teclas dos computadores. Quando se aperta uma tecla, a distância entre as placas do capacitor diminui e, em contrapartida, aumenta sua capacitância produzindo um pulso elétrico que origina o comando dado.

As lâmpadas incandescentes são dispositivos elétricos que, quando acionadas por um interruptor, uma corrente elétrica suficientemente intensa passará através de um filamento condutor, normalmente feito de tungstênio e com diâmetro inferior a 0,1mm. As moléculas do filamento vibram, ele se aquece a uma temperatura de aproximadamente 3.000°C, quando começa a emitir luz. Neste processo de emissão de luz, o interior da lâmpada deve ter o máximo possível de moléculas de ar retiradas: por este motivo elas necessitam de um bulbo de vidro para isolar esta baixa pressão no seu interior. Havendo ar no interior o filamento se oxida e incendeia o que causa a interrupção do fluxo de carga elétrica.

As lâmpadas fluorescentes, também conhecidas como lâmpadas frias, possuem grande eficiência por emitir mais energia em forma de luz do que de calor. Internamente, elas são carregadas com gases inertes, sendo o argônio, que se encontra em baixa pressão, o mais comumente utilizando. Toda lâmpada fluorescente utiliza um reator para gerar picos de tensão no interior do tubo e ionizar os gases internos, permitindo a emissão da luz. O reator eletrônico é um pequeno transformador que converte a tensão de entrada na tensão necessária para dar o pico de tensão mínima para a lâmpada acender. Além de serem cerca de quatro vezes mais eficientes em relação às lâmpadas incandescentes, as fluorescentes chegam a ter vida útil acima de dez mil horas de uso, chegando normalmente à marca de vinte mil horas dependendo

do número de manobras, contra a durabilidade normal de mil horas daquelas inventadas por Thomas Edson.

Em síntese, saber que o campo elétrico é o “ente” que possibilita a ação de forças entre dois corpos sem que haja contato mútuo entre eles é um fenômeno que envolve abstração, mas que pode ser facilmente ilustrado com exemplos simples. No caso de um campo elétrico, o que possibilita a aparição do campo é a carga elétrica. Ela gera uma espécie de aura que ocupa o espaço ao seu redor. Quando outra carga se aproxima desse campo, ela pode sentir o efeito atrativo ou repulsivo a uma determinada distância devido ao campo elétrico existente naquele local. O campo elétrico é uma grandeza vetorial, ou seja, em qualquer ponto do campo elétrico existe um vetor a ele associado. Tal vetor possui intensidade, direção e sentido.

Se um aluno estiver em um local aberto e o seu cabelo começa a “arrepiar” da mesma forma que ele poderia arrepiar na presença de um gerador de Van der Graff, é urgente que se saia da área, pois existe uma grande probabilidade de cair um raio no local. Este fenômeno é caracterizado por ali existir uma grande diferença de potencial que possibilita ao ar transportar corrente elétrica, uma vez que se atingiu a ruptura de sua rigidez dielétrica, e o raio nada mais é do que esta descarga elétrica.

v) Tópicos sobre Eletromagnetismo

Conceitos: Força Magnética; Campo Magnético e Corrente Elétrica; Circuitos elétricos; Indução eletromagnética; Motores elétricos; Transformadores de alta e baixa tensão.

Bibliografia Básica: Os principais livros utilizados neste tópico foram os de: Hewitt (2002); Tipler (2006b); Halliday, Resnick e Walker (2009b) e Gaspar (2009).

Os princípios do eletromagnetismo estão presentes nos processos de geração de energia elétrica, uma vez que um campo magnético que se alterna na presença de um fio condutor impele a existência de uma corrente elétrica. Este princípio fundamental

permitiu grandes avanços no modo como o homem usa a energia e fez com que todo um setor industrial se desenvolvesse, tanto para gerar eletricidade, quanto para armazenar e distribuir para os consumidores finais.

Presentes em quase todos os equipamentos elétricos ou instalações elétricas, um transformador de energia elétrica é um item cujo entendimento se faz necessário para saber como aproveitar melhor este nobre tipo de energia. Basicamente é constituído de por duas bobinas: a primária, que está conectada a uma fonte de potência, e a secundária que libera a tensão, além de um núcleo de ferro. Quando uma corrente elétrica circula pela bobina primária, surge em seu interior um campo magnético. Devido à existência do núcleo de ferro, esse campo se estende até a bobina secundária, induzindo nela uma corrente no sentido contrário. Se o fluxo de corrente elétrica na primeira bobina cessar, então, a corrente da bobina secundária também cessa. Se um núcleo de ferro for colocado de tal forma que conecte a bobina primária à secundária, o campo magnético ficará confinado e será intensificado já que as linhas de campo magnético se concentram na presença do núcleo. Esse campo intensificado se estende até a bobina secundária, onde se pode registrar um aumento momentâneo na passagem de corrente elétrica.

A mudança de sentido e intensidade do campo magnético faz com que apareça uma corrente e uma tensão induzida na bobina secundária, o que caracteriza um fenômeno conhecido como Lei de Faraday. Para produzir uma variação no campo magnético basta utilizar uma fonte de corrente alternada para alimentar a bobina primária e assim ter energia em corrente alternada. Caso a bobina primária e a secundária possuam o mesmo número de espiras, então a tensão de entrada e de saída serão iguais. Se o número de espiras da bobina secundária for maior que o da bobina primária, a tensão alternada produzida na bobina secundária será maior do que a que existe na bobina primária. A tensão foi então elevada. Se a bobina secundária possuir menos voltas do que a primária, a tensão elétrica produzida na bobina secundária será menor do que a tensão da bobina primária, caracterizando um transformador abaixador de tensão.

É importante ter claro que a Lei da Conservação da Energia sempre regula os processos de conversão de energia. Quando a tensão é elevada num transformador, a

corrente na bobina secundária torna-se menor do que a corrente na bobina primária para que a energia total seja conservada.

De uma maneira sucinta pode-se dizer que os geradores produzem energia elétrica e fios são usados como linhas de transmissão. Para que se obtenha o menor desperdício possível de energia nas linhas de transmissão e, conseqüentemente, um menor gasto, a tensão elétrica num gerador deve ser elevada fazendo com que a corrente seja reduzida, mas mantendo a potência constante. Isso é feito para que se evite a transmissão de uma corrente muito intensa, o que causa aquecimento dos fios e um conseqüente desperdício de energia na forma de calor, o chamado Efeito Joule.

Os elétrons livres de um condutor quando submetidos a um campo elétrico são acelerados, adquirindo energia cinética. A energia cinética então é transformada em energia térmica devido à quantidade de choques entre os elétrons e os íons da estrutura do condutor. Em determinado experimento, quando o fio de cobre se torna rubro devido à passagem de corrente elétrica, pode-se evidenciar o Efeito Joule. Este efeito está presente em vários aparelhos eletrodomésticos tais como chuveiro elétrico, ferro de passar roupa, forno elétrico para citar alguns.

A Lei de Faraday deu uma contribuição inimaginável para a música em meados da década de 1950. A partir dessa data, as guitarras acústicas, que usavam sua caixa (parte oca do instrumento) para obter o som vindo da ressonância pelas oscilações das cordas, foram cedendo espaço para as guitarras elétricas. Neste instrumento existe um dispositivo que capta o som das cordas, denominado captador, e que funciona com um pequeno ímã envolto por um fio condutor que leva o sinal produzido pela corda até um dispositivo de amplificação do som. Quando a corda é tocada, o trecho magnetizado varia seu fluxo magnético através da bobina, assim induzindo no ímã uma corrente. A frequência de oscilação da corrente induzida no ímã é a mesma frequência de oscilação da corda, possibilitando a reprodução do som por um amplificador.

vi) *Tópicos em Física Moderna*

Conceitos: Luz; Ondas Eletromagnéticas; Núcleo Atômico e Radioatividade; Fissão e Fusão Nucleares; Relatividade.

Bibliografia Básica: Os principais livros utilizados neste tópico foram os de: Hewitt (2002); Tipler (2006c); Halliday, Resnick e Walker (2009c) e Gaspar (2009).

Um fenômeno que permitiu ao homem aproveitar melhor a divisão do dia foi o advento da iluminação, permitindo que muitas coisas fossem feitas no período da noite. A luz é um recurso de fundamental importância hoje em dia já que permite a iluminação de vias públicas e também dentro de ambientes fechados. Mover-se pela cidade à noite seria praticamente impossível sem o auxílio de uma fonte luminosa. Dominar as técnicas de emissão de luz implica melhorar a qualidade de vida da população e, hoje, com o advento dos lasers até operações médicas podem ser realizadas sem procedimentos invasivos.

Transmitir informações a distância e a grandes velocidades só foi possível após o homem compreender os fenômenos das ondas eletromagnéticas. Saber aproveitar a energia solar implica dominar técnicas de conversão da energia eletromagnética da radiação solar em energia elétrica pelas células fotovoltaicas.

Por fim, gerar energia limpa para o futuro pode estar mais relacionado com o entendimento do núcleo do átomo, e como ele se comporta, do que descobrir novas reservas de petróleo ou de gás natural. Todo o material do cosmo pode ser uma fonte incalculável de energia, necessitando para isto que o núcleo do átomo seja dominado e os riscos de se trabalhar com altas energias sejam controlados.

c) O Professor como Elemento Fundamental na Propagação de Conhecimentos.

O objetivo geral das escolas de Ensino Fundamental deve ser o de promover conhecimentos sobre o mundo físico, o meio social e a inter-relação entre ambos. Neste sentido, trabalhar o conhecimento científico durante a vida escolar dos alunos deve ser prioridade. A abordagem das diversas áreas das ciências ao longo do desenvolvimento intelectual dos alunos deve ser cuidadosamente trabalhada de modo a promover um aprendizado efetivo e atrativo para o aluno. Os professores devem estar aptos a articular tais conhecimentos em suas aulas, porém, uma determinada parcela dos educadores ou carecem de uma formação específica, ou são oriundos de áreas diferentes daquelas que estão lecionando, o que acaba dificultando a transmissão do

conhecimento e prejudicando o aprendizado. Cientes das necessidades de alunos e professores e, mediante a carência de estudos e/ou programas educacionais, a Comissão Europeia destaca que:

Contudo, qualquer programa educativo tem de estar associado a recursos atualizados, formação e apoio a professores, para que estes sintam confiança para transmitirem material de grande impacto de forma adequada. A experiência do CSE mostra que o impacto da mensagem não será atingido se as crianças forem tratadas como receptores passivos – se lhes for feito uma prédica, limitando-se a comunicação a uma conversa rápida de um adulto desconhecido numa reunião matinal ou num grupo à volta do professor. (Educação em Matéria de Energia, COMISSÃO EUROPEIA, 2006, p. 25, grifo nosso)

É bem verdade que a sociedade, de maneira geral, mudou radicalmente seu modo de vida e isto aconteceu em poucas décadas. A velocidade das informações, dos acontecimentos, das inovações aumentou em muito o desafio de se ensinar nos dias atuais. Os alunos muitas vezes já conhecem os assuntos abordados, já leram ou até viram vídeos e reportagens que tratam do tema trabalhado em sala de aula. Preparar uma aula que promova conhecimentos, desperte a atenção e o interesse, utilizando exemplos práticos e atuais é um desafio para qualquer educador.

Os conhecimentos científicos das grandes áreas, tais como a matemática, a química, a biologia e a física, entre outras, possuem incontáveis exemplos e experimentos que podem ser reproduzidos pelo professor e/ou em parceria com os alunos. Quando devidamente direcionados, tais experimentos causam fascínio e admiração nos mais jovens.

Através da lente do conhecimento científico da Física, e das ciências de um modo geral, podem-se delimitar quais as grandes áreas que estão mais presentes no dia a dia do mundo neste início de século, conforme apresentado anteriormente. Não se está aqui levando em conta quais destas áreas estão mais ou menos presentes em diferentes lugares, mas sim o que hoje esta ciência compreende sobre estes fenômenos e suas relações sociais e ambientais.

Preparar alunos e, principalmente, os professores para uma abordagem científica em sala de aula, mesmo que feita sob condições adversas, requer planejamento, infraestrutura, recursos e, especialmente, vontade e dedicação do professor. O aluno, por outro lado, se devidamente estimulado compreenderá mais facilmente tais conceitos. A

relação aluno-professor estabelece-se com mais facilidade e promove melhores condições de aprendizagem se recursos extras forem utilizados, tais como experimentos e demonstrações visto que ambos poderão ali experimentar uma verdadeira relação com o conhecimento e a sua construção.

A capacitação dos professores envolvidos na presente proposta foi concebida e realizada com o objetivo de desenvolver características interdisciplinares, visto que a construção de experimentos requer determinadas habilidades e conhecimentos de diferentes disciplinas, além disto, há a necessidade de contextualizá-los com áreas como Energia e Meio Ambiente. Estimular a experimentação em sala de aula e fornecer recursos materiais também foram aspectos inclusos na proposta, visto que a finalidade da construção dos experimentos foi permitir que professores dispusessem de um acervo mínimo para tratar conceitos físicos durante, pelo menos, um ano letivo do Ensino Fundamental.

Conforme dito na definição dos termos, a Educação em Energia implica necessariamente ganho da eficiência energética se o indivíduo é levado em consideração. Os esforços do setor educacional bem como os do empresariado brasileiro nunca estiveram tão alinhados quanto agora, fazendo-se aqui presente o seguinte pensamento:

A capacitação de pessoal em eficiência energética, envolvendo palestras, cursos de treinamento, oficinas de trabalho (níveis fundamental e médio) e o oferecimento de disciplinas sobre uso eficiente de energia em cursos técnicos e de nível superior no País, é um outro método de fomento muito importante para construir essa cultura. Os programas, especialmente via os programas PROCEL e CONPET nas Escolas, obtiveram grande progresso, conforme discutido no capítulo 4... Deve-se dar continuidade e intensificar os trabalhos que já vêm sendo feitos neste sentido para mobilizar permanentemente a sociedade no combate ao desperdício de energia. (BRASIL, 2008. p. 235, grifo nosso)

É necessário, então, apresentar um conhecimento contextualizado que aproxime a complexa realidade do mundo atual (MACHADO, 2000) a elementos familiares ao contexto escolar, sem perder suas características fundamentais ou restringindo suas dimensões às fórmulas matemáticas. A utilização de recursos didáticos pelos professores do ensino fundamental é então uma forma de promover conhecimentos atuais e contextualizados.

3.3 Mecanismos para a Implantação de uma Política na Área Energética.

Pode-se dizer que as soluções tecnológicas, ou seja, os produtos e tecnologias mais eficientes, constituem um dos pilares para reduzir os impactos ambientais e garantir o abastecimento energético no futuro. No entanto, é preciso trabalhar também os aspectos sociais do uso da energia. Neste sentido, algumas pesquisas têm focalizado a educação dos consumidores como uma vertente importante a ser considerada na implantação de uma política a favor do aumento da eficiência energética como um todo.

Dessa forma, é possível entender o conceito de eficiência energética de maneira mais ampla, não dependendo somente do avanço tecnológico, mas envolvendo os aspectos humanos e sociais do uso da energia. Nesta visão mais ampla, a eficiência energética também está associada à redução do consumo de energia através da sensibilização e de alterações do comportamento dos consumidores agregando, conseqüentemente, a colaboração das Ciências Humanas, como a Sociologia, a Educação e a Psicologia dentre outras.

A essência da proposta é tratar o processo de conscientização para o uso racional da energia a partir de múltiplas abordagens de aquisição dos conhecimentos, através de diferentes percursos e de diferentes perspectivas conceituais, com o que se acredita facilitar a compreensão da questão energética pelos estudantes e, conseqüentemente, a transferência do conhecimento para uma ação mais efetiva e concreta.

Os principais mecanismos, as principais linhas de ações e as atividades a serem desenvolvidas, com o intuito de alavancar comportamentos pró-eficiência Energética, passam necessariamente por **delineamentos culturais embasados em conceitos fundamentais sobre energia** que, por sua vez, estão fortemente enraizados em conhecimentos físicos, químicos, em sua relação com o meio ambiente e na intrínseca dependência da sustentabilidade da sociedade.

Desta forma, uma mudança cultural requer um macro processo que procure envolver todas as fases de desenvolvimento do aprendizado dos futuros cidadãos. Com esta finalidade, um grupo de pesquisa foi formado por pesquisadores das áreas de engenharia, educação, psicologia, ciências da computação e que hoje conta com o

apoio do PROCEL. Estes pesquisadores são oriundos dos Campi de Guaratinguetá, Bauru e Araraquara, todos pertencentes à UNESP, e estão trabalhando no sentido de procurar estabelecer um processo que venha a incentivar uma postura pró-eficiência energética e contribuir no estabelecimento de uma política pública para a educação em eficiência energética. As considerações iniciais deste grupo apontam que três instâncias devam ser trabalhadas: a) ensino básico, fundamental, médio e técnico; b) ensino superior e pós-graduação e c) Difusão de conhecimentos. Este macro processo está ilustrado na Figura 17. A presente pesquisa procurou contribuir com estudos iniciais em relação à região delimitada pela linha pontilhada, mais especificamente no Ensino Básico.

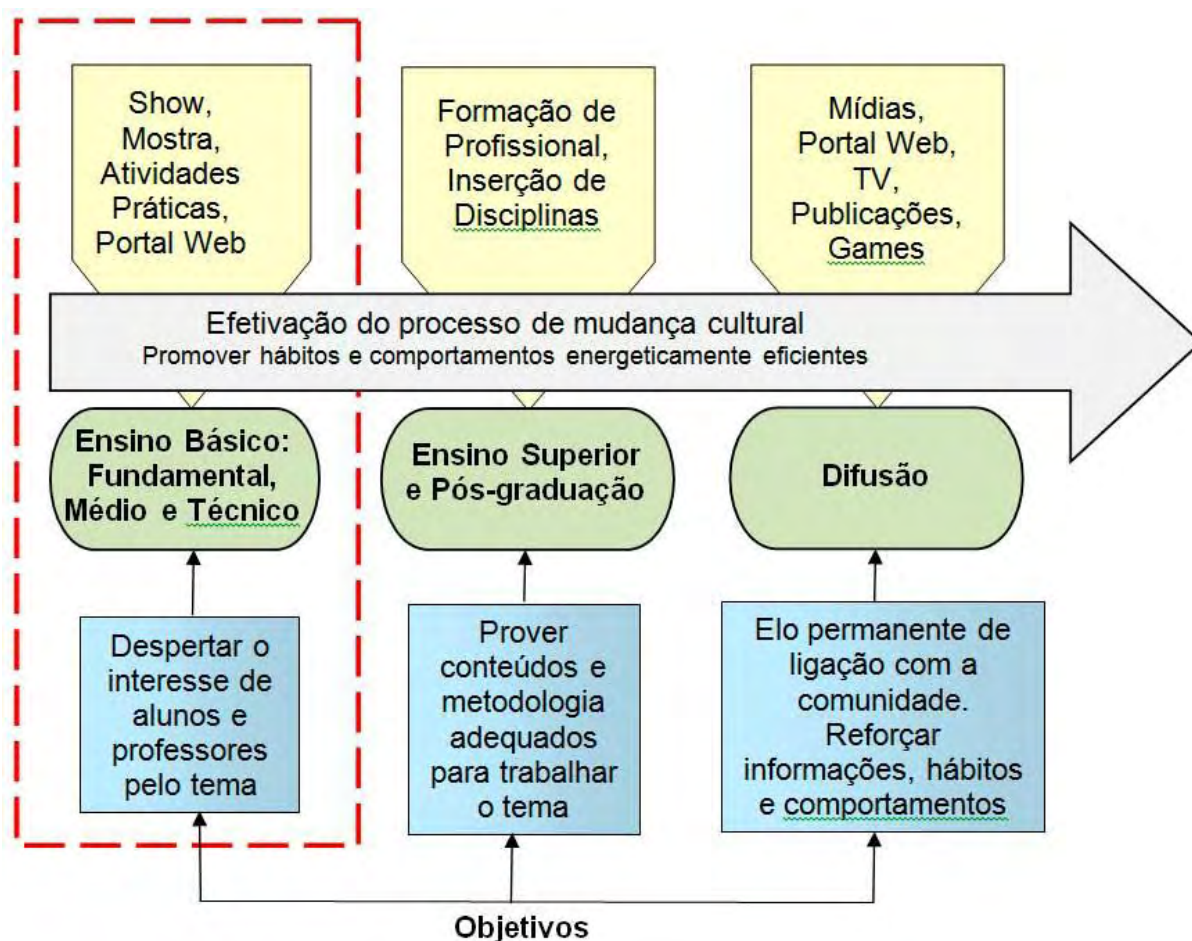


Figura 17 – Visão geral do macro processo de mudança comportamental

Ao se considerar as várias dimensões da educação e os processos de educação formal e informal, conclui que inserir a questão da Eficiência Energética nos vários

momentos de formação é uma estratégia que deve ser adotada e realizada concomitantemente. Acredita-se que esta abordagem múltipla e integrada de ações pode oferecer resultados efetivos, não só pelas atividades e ações propostas, mas também pela recorrência em vários momentos da formação dos cidadãos.

Com o objetivo de direcionar as ações em cada nível de ensino e também criar um vínculo permanente com o público alvo, algumas modalidades de ações devem ser estabelecidas e consideradas prioritárias dentre os mecanismos de uma política para a Educação em Energia e Eficiência Energética. Outros estudos devem complementar as ações no Ensino Superior e ainda contribuir para a difusão dos conhecimentos na sociedade.

No que se refere ao **Ensino Básico**, duas modalidades podem ser consideradas, sendo a primeira relacionada às ações de sensibilização que buscam despertar o interesse de alunos e professores para a temática do uso racional da energia a partir de atividades lúdicas, experimentação, sensações e interações. Encontram-se nesta categoria atividades orientadas para as escolas como apresentações, exposições temáticas, mostras, palestras, workshops voltados para alunos e professores do ensino fundamental, médio e técnico.

Como uma segunda vertente dentro da atuação no Ensino Básico, projetos interdisciplinares com objetivos de disseminar informações, conceitos e conhecimentos sobre uso racional e eficiente de energia devem ser largamente empregados. Os projetos devem ser desenvolvidos em escolas de ensino fundamental e médio envolvendo alunos, professores e funcionários. Os projetos devem contemplar a interdisciplinaridade do tema e, preferencialmente, utilizarem a metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos. A presente pesquisa abordou ações deste nível de ensino, visto que é neste momento que o estudante está iniciando seus estudos nas áreas científicas.

Com relação ao **Ensino Superior**, as ações de formação devem buscar capacitar os professores ou futuros professores para trabalharem, junto a seus alunos, todos os aspectos da eficiência energética e do uso racional de energia. O professor, em particular, é o agente catalisador de todo este processo na medida em que é o responsável pela forma e conteúdo da transmissão dos valores subjacentes aos

currículos e atividades propostas. Dentro desta categoria de atividades podem ser encontradas as seguintes modalidades de formação:

Modalidade 1) Formação básica: inserção de disciplinas ou projetos temáticos sobre Eficiência Energética e uso racional de energia nas Licenciaturas e nos cursos de graduação de Engenharia. Para tanto, serão estabelecidas parcerias com universidades e faculdades.

Modalidade 2) Formação técnica: inserção de projetos temáticos nas disciplinas ou trabalhos e incentivo à discussão sobre Eficiência Energética e uso racional de energia nos cursos afins.

Modalidade 3) Formação complementar: cursos de especialização presenciais ou semi-presenciais sobre a temática eficiência energética, com duração de 360 horas, nos quais os participantes recebem o título de especialistas na área em que o curso se insere.

Modalidade 4) Formação continuada: cursos na modalidade de formação em serviço, presencial ou a distância, com duração mínima de 30 horas voltado para professores do ensino fundamental e médio, com o objetivo de oferecer conteúdos e metodologia para o professor tratar a temática na sala de aula.

Atuar na formação também requer estabelecer estímulos permanentes na **difusão** de conhecimentos, podendo essa atualização ser feita basicamente de duas maneiras: a primeira é estabelecer parcerias com órgãos de comunicação e promover a publicidade na mídia impressa, revistas especializadas, televisão, entre outros. O segundo modo consiste no desenvolvimento de portais na Web que permitam a ampla divulgação de materiais de ensino e difusão, tais como vídeos, animações, jogos, simuladores, portais Web e livros que abordem didaticamente o uso racional e eficiente da energia.

Para a promoção de uma mudança comportamental da população, a proposta do grupo de pesquisa está concentrada neste processo embasado em conceitos sobre os

delineamentos culturais discutidos por Carrara (2008). A pesquisa aqui apresentada, no entanto, procurou contribuir especificamente na questão da formação do professor e na forma de como promover a eficiência energética na área educacional através da contribuição da definição de delineamentos culturais para este setor da sociedade.

3.4 Responsabilidades e Fontes de Financiamento.

Os Ministérios de Educação e Cultura, de Minas e Energia, de Ciência e Tecnologia têm condições financeiras de executar projetos nas diversas esferas do setor educacional, ainda mais se trabalharem em conjunto. Os resultados podem ser expressivos, embora talvez os primeiros frutos deste trabalho possam demorar ainda alguns anos para serem colhidos. São estes ministérios que têm condições de aprovar políticas e estabelecer diretrizes para os demais setores da sociedade.

Quanto às responsabilidades para a implantação de uma política que beneficie as escolas e, conseqüentemente, alunos e professores, num primeiro momento o Ministério de Educação e Cultura deve se identificar com a causa, cabendo a ele tomar ciência da necessidade e de reformular os métodos tradicionais de ensino, aproximando-os mais das novas tecnologias. Neste momento, a interação com o Ministério de Ciência e Tecnologia pode permitir que diferentes recursos sejam desenvolvidos, contribuindo para aumentar os aparatos científicos e tecnológicos presentes nas aulas de ciências e assim enriquecer o processo de aprendizagem com diversos elementos ou objetos de aprendizagem de simples manuseio e que contribuam para o enriquecimento da aprendizagem.

Como instituição máxima no gerenciamento dos recursos energéticos do país, o Ministério de Minas e Energia pode contribuir para a adoção de uma postura pró-eficiência energética, integrando os programas como o CONPET na Escola e o PROCEL na Escola. Tais programas atuam na educação brasileira há mais de duas décadas, porém com objetivos próprios e distintos. Concentrar esforços e mobilizar profissionais para dinamizar o processo de difusão de conceitos relativos ao uso racional de energia pode ser uma ação estratégica deste Ministério e que gere economia de energia, evitando assim que certa quantidade de investimentos em

expansão do sistema energético brasileiro seja realizada em obras. Direcionar investimentos para a educação caracteriza um duplo benefício tanto para o meio ambiente quanto para a sociedade, devendo assim ser almejado.

As Secretarias Municipais de Educação, bem como as Diretorias ou Núcleos Estaduais de Ensino, Institutos Federais de Ensino, Representantes de Escolas e Universidades Particulares também representam papéis importantes no processo de implantação de diretrizes curriculares e devem assumir a responsabilidade de colocar em prática os projetos pedagógicos que sejam compatíveis com a realidade de cada ambiente. Assim, tais segmentos devem apoiar e divulgar projetos estabelecidos com outras instâncias, disponibilizando horários de trabalho coletivo, escolas e centros de formação de professores para a realização de cursos de capacitação, entre outras necessidades inerentes ao processo.

Embora todos estes órgãos citados possuam recursos próprios para a manutenção de suas estruturas, tais como pagamento da folha de empregados e investimento na melhoria do processo educativo, nada impede que órgãos de fomento à pesquisa, empresas do setor energético ou órgãos internacionais também invistam recursos para a viabilização de um amplo programa de atuação nacional.

Às escolas das redes públicas e privadas cabe desenvolver projetos autônomos e/ou com a efetivação de parcerias com instituições superiores de ensino. Os diretores, coordenadores pedagógicos e professores devem trabalhar em conjunto, cada um com suas responsabilidades e tomando o cuidado de estarem sempre atentos às exigências que as novas tecnologias na educação requerem. O indivíduo, enfim, o aluno é quem irá absorver os conhecimentos em suas estruturas cognitivas e, se devidamente orientado, contribuirá para uma melhoria da sociedade de uma maneira geral.

4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE PESQUISA

Ensino Básico, Ensino Superior, Órgãos Governamentais (tais como ministérios, secretarias, Instituições de Fomento à Pesquisa) e Empresas Privadas devem agir conjuntamente no sentido de se difundir uma cultura sobre eficiência energética para os cidadãos de todo o país. Atuar diretamente no Ensino Básico e Superior implica desenvolver múltiplas ações que envolvam outras instâncias tais como o governo federal e empresas públicas e/ou privadas. Definir conteúdos específicos para serem abordados nos currículos dos diferentes níveis de ensino é um passo inicial em direção ao embasamento de professores e alunos sobre a temática em questão.

No entanto, montar um currículo abrangente requer que, além de transmitir conceitos físicos, seja utilizada uma metodologia que busque ultrapassar os limites da sala de aula. Pesquisadores e estudiosos de diferentes partes do mundo apontam que a utilização da Aprendizagem Baseada em Projetos propicia um aprendizado mais efetivo e contextualizado para os alunos, além de incentivar a utilização de técnicas diferenciadas, fomentar trabalhos em grupo, desenvolver projetos e pesquisas dentro e fora do horário escolar, visitas e participações em eventos, entre outras possíveis atividades (FISCARELLI; AKAMATSU, 2008).

Uma das características da educação brasileira, frequentemente criticada, é a ênfase do ensino centrado nos conteúdos, muitas vezes com a utilização de modelos abstratos, distantes da realidade do aluno, o que pode dificultar a assimilação dos conhecimentos. Grande parte dos professores não faz uso da experimentação em sala de aula e concentra suas atividades didáticas em aulas essencialmente expositivas e na adoção de livros didáticos cujos conteúdos, na maioria das vezes, restringem-se a apresentar as teorias sem contextualizar suas aplicações. Muitas vezes, tal cenário acontece não pela falta de iniciativa do professor, mas por todo um contexto de infraestrutura das organizações educacionais e pela falta de materiais didáticos adequados para uso na sala de aula.

Segundo Martins (1997), o uso dos recursos didáticos tem como objetivo específico trazer a realidade vivida pelos alunos para a sala de aula, mostrando a

possibilidade de interação entre o conhecimento e o cotidiano, tornando-os capazes de dialogarem com a realidade e com o mundo que os cercam (MATOS, 2003).

Neste sentido, um dos desafios atuais para a melhoria do ensino é o desenvolvimento de recursos didáticos que sejam capazes de despertar o interesse dos alunos por determinados conteúdos curriculares ou que atuem como meios facilitadores dos processos de ensino-aprendizagem (GASPAR, 2003; RAMOS, 1990). Visitas a locais que proporcionem uma estrutura voltada para aquisição de informações e promova o despertar para o conhecimento científico tem-se tornado uma alternativa viável para amenizar a escassez de recursos didáticos nas escolas (WERTHEIN, CUNHA; 2009).

Pensando nas questões apresentadas acima, uma intervenção nas escolas de Ensino Básico foi idealizada e transformada na pesquisa que culminou na elaboração desta tese. Neste sentido, este capítulo trata do detalhamento das ações realizadas nas escolas, bem como da explicitação em relação à preocupação com a formação do professor e a possibilidade de se empregar meios distintos para sensibilizar o grupo de estudo. Diferentes recursos como a produção de materiais didáticos de baixo custo, realização de mostras e exposições temáticas assim como espetáculos interativos foram testados e encontram-se comentados na sequência.

4.1 Concepção das Atividades do Projeto

Inicialmente, foram agendadas reuniões com a equipe de coordenação da área de Ciências da Secretaria Municipal de Educação de São José dos Campos com o intuito de organizar e sistematizar um processo de intervenção nas escolas, o que resultou na programação de ações de estruturação do curso para os professores e sensibilização para os alunos, como o Show de Energia, descrito adiante. Nestas reuniões foram discutidos metodologia do trabalho, programação das atividades com alunos e professores, materiais e recursos necessários, espaço físico e lista de materiais para a elaboração das atividades e também avaliações para coleta de dados. Ficou acertado que o curso seria desenvolvido no Horário de Trabalho Coletivo e que contaria com o auxílio da coordenadora da área de Ciências, que deu suporte na programação das

aulas e na compra da matéria prima necessária para a elaboração dos equipamentos do curso. Com relação à estruturação do curso para os professores, ele foi elaborado sobre as três principais bases que se seguem:

- 1) Conhecimento teórico: conhecimentos específicos necessários para a compreensão do conceito de energia.
- 2) Procedimentos e Métodos: relação de materiais didáticos e equipamentos necessários para contextualização e dos conhecimentos.
- 3) Atividades Teóricas e Práticas: Show e Mostra de Energia; desenvolvimento de projetos pelos professores e alunos; e avaliação de resultados.

Quando se trata da seleção dos conhecimentos teóricos a serem abordados em um curso sobre Energia, faz-se necessário que se busque todo um conhecimento enraizado em conceitos físicos e químicos cujos apontamentos tiveram como base os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000 e 1998b) e a Proposta Curricular para o Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1992). No trabalho aqui realizado foi dada especial atenção aos princípios físicos envolvidos nos processos de transformação da energia, seu uso no dia a dia e suas inter-relações com o meio ambiente.

As atividades experimentais e demonstrações foram momentos constantes dentro do trabalho desenvolvido, sendo que a realização de tais atividades envolveu aspectos delimitados pela ABP, que visam extrapolar as teorias e conceitos realizando mostras, elaborando pequenos projetos de pesquisa, participação em feiras, exposições e interação com o conhecimento e com a sociedade.

Panorama Geral das Escolas de São José dos Campos

A cidade de São José dos Campos conta com 33 escolas públicas de Ensino Fundamental, coordenadas pela Secretaria Municipal de Educação. Ao todo são mais de 36.500 alunos na rede de ensino e somente no Ciclo II – Anos Finais – estão hoje matriculados cerca de 16.200 alunos. Assim como nas demais escolas, tanto de Ensino Básico quanto Médio, os professores se reúnem semanalmente com os coordenadores

de áreas para as chamadas HTC onde lhes é dado espaço para estudos e atividades em grupo. Todo o trabalho com as equipes foi então realizado nestes horários de trabalho.

4.2 Planejamento Estratégico das Ações de Intervenção.

O plano de trabalho foi elaborado com o objetivo de proporcionar uma sistematização de conceitos e atividades práticas baseadas em alguns fundamentos da metodologia de ABP. A justificativa para a escolha desta metodologia pode ser encontrada observando algumas de suas características que foram trabalhadas no decorrer da pesquisa, tais como: a busca pela interdisciplinaridade; a preocupação em trazer à tona um conteúdo atual e de grande importância para a sociedade; o interesse em possibilitar a resolução de um problema e/ou projeto; a ênfase no trabalho em grupo, entre outros.

Com relação à sensibilização dos envolvidos no processo educacional, cinco etapas básicas foram trabalhadas para despertar o interesse, transmitir conceitos fundamentais sobre a temática e fazer uma avaliação do processo.

Neste tópico são descritas as atividades que foram desenvolvidas pelo pesquisador com o intuito de contribuir para o entendimento da dinâmica do processo educativo do Ensino Básico, mais especificamente nas séries finais, visto que atualmente é neste momento que são tratados conhecimentos ligados as áreas de física e química.

Desta forma, o desenvolvimento das ações foi executado com o intuito de contribuir para a efetivação de uma parte deste processo, mas não perdendo a visão geral das etapas apresentas:

- 1º Passo: como preparar o professor?
- 2º Passo: como atingir o aluno?
- 3º Passo: identificar recursos, materiais e infraestrutura necessária;
- 4º Passo: como avaliar o processo?
- 5º Passo: quais estímulos realizar para difusão?

Cabe destacar que a estratégia aqui adotada foi definida segundo recursos disponíveis e levando-se em consideração a realidade envolvida tanto nas escolas, quanto à disponibilidade, interesse e dedicação da Secretaria de Educação do município. Estas etapas adotadas são detalhadas a seguir, podendo ser replicadas mediante ajustes metodológicos ou adequação de recursos.

1º Passo: Como preparar o professor?

Em primeira instância, devem ser reforçados conteúdos específicos nos cursos de licenciaturas. Em paralelo, há que se trabalhar para a capacitação de professores que já atuem nas escolas, para promover o envolvimento da coordenação pedagógica da área, para conquistar apoio da direção da escola e pela utilização da hora de trabalho coletivo do professor.

2º Passo: Como atingir o aluno?

Show de Energia; Professor trabalha o conteúdo na aula aplicando experimentos e demonstrações; Mostra de Energia, visitas técnicas, criação de feira de ciências e/ou exposições temáticas. Utilização de instrumentos de difusão, Portal Web, games, animações, filmes, entre outros.

3º Passo: Identificar infraestrutura e recursos materiais necessários.

Identificar infraestrutura, ferramentas, matéria prima para a elaboração de recursos didáticos, previsão de orçamentário, disponibilidade de espaço físico para capacitação dos professores.

4º Passo: Como avaliar o processo?

Aplicação de questionários, entrevistas, observação *“in loco”*, acompanhamento de consumo, produção de material didático, realização de feiras de ciências, projetos individuais e publicações.

5º Passo: Quais estímulos mobilizar para difusão

Identificar quais estímulos a serem mobilizados num período de curto a longo prazo, campanhas publicitárias, informes, material de divulgação, TV, internet, games, animações.

4.2.1 Divisão das Etapas da Pesquisa.

Dentre as atividades realizadas, foram programadas ações como palestras de conscientização para alunos e professores, reuniões de trabalho com o grupo de professores, planejamento das ações a serem realizadas e avaliações durante o processo para avaliar o grau de conhecimento assimilado pelos professores. Para a coleta de dados e análise dos resultados da pesquisa foram utilizadas ferramentas específicas como questionários, entrevistas, observação direta e artefatos e produtos produzidos pelos alunos nas escolas. Em linhas gerais, as etapas do processo de interação com as escolas foram as seguintes:

Etapa 1 – Fase de Planejamento: inicialmente foram discutidas e programadas reuniões com representantes da Secretaria Municipal de Educação, a fim de identificar as necessidades que a implantação de determinadas atividades iriam requerer. Foi necessário escolher materiais, métodos de trabalho, bem como um planejamento de recursos financeiros para a elaboração da proposta.

Etapa 2 – Fase de Diagnóstico. Antes do início da realização da pesquisa, ferramentas de avaliação foram concebidas com o objetivo verificar o nível de conhecimentos dos professores em relação a determinados conceitos, tais como conceitos sobre energia, fontes de energia, consumo de energia elétrica e energia e meio ambiente. Foi então aplicado um questionário para todo o grupo.

Etapa 3 – Fase de Desenvolvimento das Atividades: início do desenvolvimento das ações programadas sendo elas divididas em: a) Capacitação dos Professores e b) Realização do Show de Energia nas escolas.

Quanto à capacitação dos professores, todos eles foram estimulados a realizar o curso mediante a presença no Horário de Trabalho Coletivo. O curso foi dividido em dois módulos, sendo o primeiro destinado à teoria dos conceitos envolvidos no qual houve experimentos para ilustrar fenômenos e despertar o interesse pela área em questão. O segundo módulo ficou destinado à confecção de experimentos cujos materiais resultantes ficaram em posse do professor para serem aplicados em sala de aula.

O Show de Energia exigiu um esforço conjunto da Secretaria, que se incumbiu de agendar a presença das escolas nesta atividade. Foi necessário estabelecer um cronograma que fosse de comum acordo com as escolas e a equipe responsável pela realização do Show. Os professores foram orientados a levar seus alunos e esclarecer eventuais dúvidas que surgiram após o evento.

Etapas 4 – Fase de Avaliação. Com a finalidade de quantificar os resultados alcançados ao longo do ano, visitas foram agendadas nas escolas quando houvesse atividades desenvolvidas pelos professores. Nestas visitas foi possível participar das feiras de ciências promovidas, assistir a apresentações teatrais, além de constatar a influência das campanhas de conscientização organizadas pelos alunos e professores. Antes do fim do ano letivo, um questionário de avaliação final foi aplicado novamente a todos os alunos e os resultados tabulados foram analisados. Nesta altura do projeto, a equipe já dispunha de dados sobre consumo de energia de uma parcela considerável da população estudada, sendo que estes dados também foram analisados e tabulados. O resultado geral do projeto será discutido na próxima seção.

Com relação aos itens acima citados, a presente pesquisa consistiu em detalhar estes passos de forma sistematizada, dando especial atenção à formação do professor, visto que serão eles os transmissores dos conhecimentos pré-determinados.

4.2.2 Qual Conteúdo abordar?

As principais finalidades do uso da energia no setor residencial são transporte, cocção de alimentos, aquecimento de água, iluminação, condicionamento ambiental, conservação de alimentos, lazer e serviços em geral. Desta forma, chega-se à conclusão de que as grandes áreas da Física, em especial a Mecânica, a Termodinâmica, o Eletromagnetismo, a Física Moderna e também a Química, são os pilares científicos para se trabalhar o conceito de Eficiência Energética. Desta forma, a Figura 18 sintetiza quais os alicerces para se integrar as grandes áreas relacionadas em prol da eficiência energética.

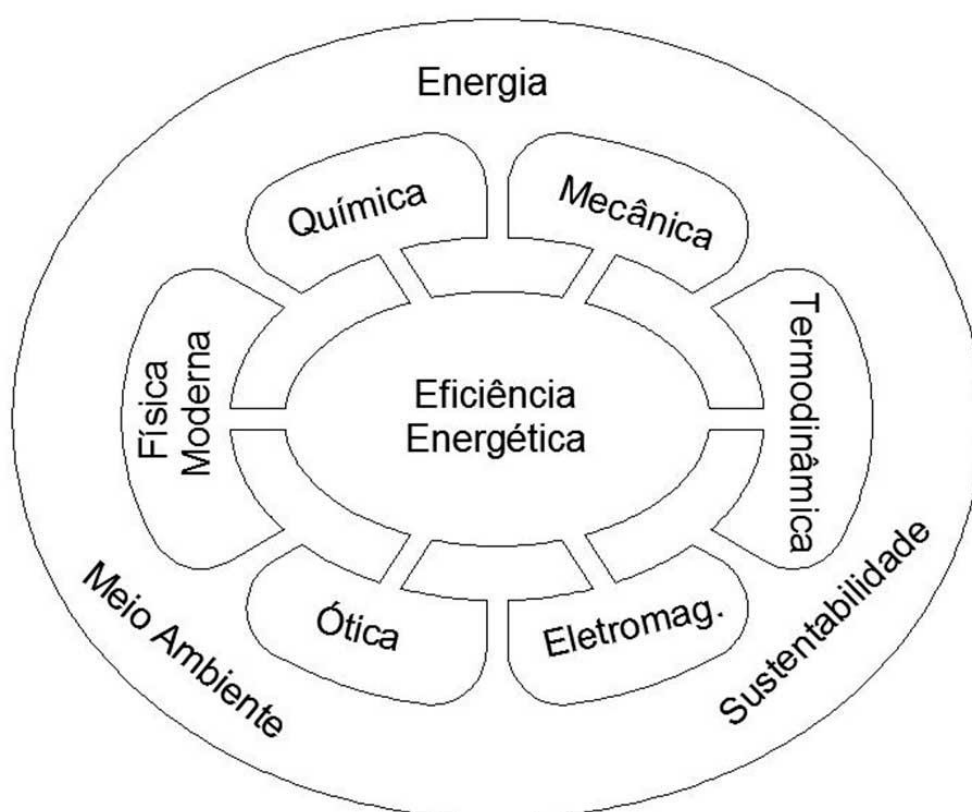


Figura 18 – Divisão de tópicos abordados no curso

Por que conhecer as diversas formas de energia? Conhecendo as diversas formas de interação da energia com o mundo e o ambiente, bem como suas relações com o desenvolvimento da sociedade, é que o ser humano estará mais bem preparado para abrir mão de certos caprichos e devaneios de consumo, já que terão em mente as implicações que suas escolhas impõem ao planeta e poderão contribuir para a sustentabilidade das futuras gerações.

4.2.3 Quais Recursos Experimentais ou Demonstrativos Utilizar e em que Momento?

Para a seleção do material didático a ser utilizado, foram pesquisados e escolhidos experimentos que pudessem abordar os conceitos já apresentados e que, como característica geral, pudessem ser executados pelo professor sem a necessidade de alto investimento financeiro, ou seja, procurou-se trabalhar com materiais de baixo custo e que podem ser encontrados facilmente tanto em casa quanto em lojas comerciais. Houve a preferência por escolher experiências que abrangessem as grandes áreas da mecânica, eletricidade, eletromagnetismo e termodinâmica, sendo que os mesmos conceitos haviam sido trabalhados no curso de capacitação do professor. Em resposta à questão norteadora “*Quais recursos didáticos podem ser utilizados nas aulas de Ciências?*”, nos Quadros 1, 2 e 3 estão enumerados os principais experimentos e demonstrações apresentados para o grupo de professores ao longo da pesquisa. Cabe lembrar que a descrição destes exemplos citados encontra-se nos **Anexos II** - Folheto Ilustrativo da Mostra de Energia.

Quadro 1 – Indicações de Experimentos na área de Mecânica

Mecânica		C.F. ¹	S.E. ²	M.E. ³
1	Movimento Uniforme	X		
2	Plano Inclinado	X		
3	Dinamômetros	X		
4	Disco flutuante	X		
5	Carrinho inercial	X		
6	João Teimoso	X		
7	Sifão / Vasos comunicantes	X		
8	Looping de PET	X		
9	Centrífuga	X	X	
10	Looping de bancada		X	X
11	Plataforma Giratória		X	X
12	Estrutura Humana		X	
13	Pêndulo de boliche		X	
14	Conversão de energia			X

Quadro 1 – Indicações de Experimentos na área de Mecânica (continuação)

15	Ventosas planas			X
16	Cadeira de pregos			X

***OBS:** ¹C.F. = Curso de Formação; ²S.E. = Show de Energia; ³M.E. = Mostra de Energia.

Quadro 2 – Indicações de Experimentos na Área de Eletricidade e Eletromagnetismo.

Eletricidade e Eletromagnetismo		C.F. ¹	S.E. ²	M.E. ³
1	Eletrização / Pêndulo	X		
2	Imãs / Campo Magnético	X		
3	Bússola	X		
4	Eletroimã	X		
5	Motor elétrico	X		
6	Pilha de Daniel	X		X
7	Mini gerador de Van der Graff	X		
8	Gerador de Van der Graff		X	X
9	Máq. Eletrostática de Winshurst		X	X
10	Garrafa de Leyden		X	X
11	Transformador de baixa tensão		X	X
12	Eficiência energética		X	X
13	Resistência / lâmpadas		X	X
14	Eletróforo			X
15	Gerador elétrico a manivela			X
16	O Efeito Joule		X	X
17	Modelo de motor de indução			X
18	Gaiola de Faraday			X
19	Forno de Indução			X
20	Bobina de Tesla		X	X

***OBS:** ¹C.F. = Curso de Formação; ²S.E. = Show de Energia; ³M.E. = Mostra de Energia.

Quadro 3 – Indicações de experimentos na área de Termodinâmica

Termodinâmica		C.F. ¹	S.E. ²	M.E. ³
1	Fervendo água no papel	X		X
2	A espiral girante	X		
3	Baixas temperaturas		X	X
4	Foguetes	X	X	X
5	Foguete de água		X	X
6	Cuba de vácuo		X	X
7	Hemisfério de Magdeburg		X	X
8	Panela de pressão	X	X	X
9	Fenômenos da pressão			X
10	Máquina a Vapor			X
11	Máquina Térmica de Stirling			X
12	Condutibilidade Térmica			X
13	Modelo de Turbina a Vapor			X
14	Máquina Térmica de Hieron			X
15	Cafeteira a vácuo			X
16	Amassando latinha			X
17	Ignição adiabática do ar			X
18	Espingarda de batata			X
19	Vortex de fogo			X
20	Caixa de convecção			X
21	“Tesômetro”			X
22	Passador Sedento			X
23	Chaminé mágica			X
24	Criófaro			X
25	Gotas Flamejantes			X

***OBS:** ¹ C.F. = Curso de Formação; ² S.E. = Show de Energia; ³ M.E. = Mostra de Energia.

4.3 Desenvolvimento das Atividades Programadas

Esta etapa da pesquisa consistiu em desenvolver e testar um conjunto de ações, embasados na metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos e que teve como objetivo identificar quais os estímulos necessários para a prática de uma mudança comportamental na sociedade a fim de se usar energia racionalmente. Para o amadurecimento da idéia, num primeiro momento foi importante saber qual conteúdo específico transmitir tanto para os professores quanto para os alunos. Mais especificamente, nos anos de 2008 e 2009 foi realizada uma série de atividades nas escolas de Ensino Fundamental, Ciclo II, das escolas da cidade de São José dos Campos, em parceria com a Secretaria Municipal de Educação, conforme projeto com o financiamento do CNPq, culminando em uma intervenção abrangente, na qual foi possível atuar tanto na sensibilização para a temática quanto na preparação dos professores oriundos das áreas de ciências.

4.3.1 O Desenvolvimento do Curso de Capacitação de Professores

Para atingir os objetivos propostos quanto à capacitação de professores, foram então idealizados dois cursos de vinte horas cada, divididas em oito encontros semanais que aconteceram em parceria e de acordo com interesses comuns entre o projeto de pesquisa e a Secretaria Municipal de Educação de São José dos Campos, destinados, especificamente aos professores de Ciências do Ensino Fundamental – Ciclo II. Tais cursos contam com materiais desenvolvidos no decorrer desta pesquisa e que tratam especificamente de questões relacionadas com a temática da energia.

Uma forma de potencializar os veículos de divulgação é através da participação ativa dos professores. Para tanto, é necessário que os mesmos tenham habilidade para a explicação do funcionamento e fenômenos envolvidos nos experimentos abordados, bem como tenham alguma orientação para a condução de temas inerentes ao uso racional de energia.

Com a finalidade de introduzir conceitos e apresentar os fenômenos físicos ao grupo de professores, os cursos foram divididos em duas etapas, sendo a primeira direcionada à parte teórica e demonstrativa, e a segunda focada na produção de materiais didáticos. As informações detalhadas sobre os cursos podem ser vistas no

APÊNDICE A – *Experimentos e Procedimentos Didáticos para o Uso Racional de Energia* e no APÊNDICE B – *Experimentos Didáticos para o Ensino de Física e Uso Racional de Energia*, respectivamente.

Entre os vários desafios para a produção de materiais didáticos estão as necessidades de dotá-los de características que permitam despertar a atenção dos alunos, contextualizar os conhecimentos teóricos, simplificar a transmissão do conhecimento, serem viáveis ao ambiente educacional e adequados para manipulação pelos alunos.

Uma capacitação devidamente orientada por uma metodologia apropriada, tal como a ABP, deve prover subsídios para os professores do Ensino Fundamental trabalharem o tema Energia em sala de aula. Neste sentido, é necessário que sejam apresentados a situação atual sobre o uso da Energia, o seu relacionamento com conhecimentos significativos para a sociedade, sua relação com o Meio Ambiente e as suas implicações para a toda a humanidade.

Conteúdo do Roteiro de Atividades

Para cada experimento foi elaborado um roteiro que se julga adequado para que o professor siga o tópico baseado na matéria que está sendo abordada em sala de aula. Cumpre ressaltar que o tópico colocado no material como abordagem conceitual é apenas uma sugestão para abordagem do conteúdo, de modo a possibilitar o uso do experimento da maneira desejada pelo professor. O material contém os seguintes tópicos:

Objetivo: o que se pretende com o experimento.

Introdução: um breve resumo do experimento.

Conceitos envolvidos: resumo teórico a ser abordado no experimento.

Material Utilizado: descrição detalhada do material necessário para a construção do experimento.

Montagem do experimento: forma de montar o experimento, contendo ilustrações.

Procedimentos: sugestão de como o professor deve executar o experimento para obter o resultado esperado.

Resultados: apresenta a melhor forma de usar os dados obtidos com o experimento.

Contextualização: são apresentadas algumas sugestões do modo de aplicação dos conceitos físicos trabalhados no experimento no cotidiano do aluno.

Nem todos os experimentos são dedicados à execução por parte do professor e do aluno. Alguns são voltados para a prática da demonstração, ficando a cargo do professor a execução deles.

Ambiente para desenvolvimento

Em geral, as aulas foram ministradas em uma sala de aula comum, sem recursos típicos de uma oficina, com bancadas e equipamentos comuns tais como esmeril, furadeira de coluna e morsa, dentre outros. Observou-se ser possível a montagem de vários dos experimentos sem um espaço adequado com equipamentos e bancadas, mas, outros necessitam desse espaço, pois requerem o uso de ferramentas específicas. A ausência desses espaços torna o trabalho mais difícil e, conseqüentemente, acaba por desanimar e desestimular a construção desses experimentos em determinados momentos.

Materiais utilizados

Na construção dos experimentos, foi dada preferência para materiais de baixo custo e facilmente encontráveis, como canos de PVC, CDs, mangueiras e isopor, e materiais recicláveis, como garrafas PET e latas de alumínio. Solicitou-se que cada professor levasse parte dos materiais necessários para os experimentos.

Ferramentas necessárias

Para a construção dos experimentos, algumas ferramentas como martelos, tesouras, cola quente, chaves de fenda e alicates foram necessárias. Estes materiais, assim como os envolvidos nos próprios experimentos, foram fornecidos pela SME para serem utilizados no curso, mas os professores podem encontrá-los facilmente. Alguns, como furadeiras e serras, podem ser mais difíceis de se encontrar, mas pode-se encontrar essas ferramentas usadas em oficinas, com um custo muito baixo.

4.3.2 O Show de Energia

Em meados da década de 1980, um professor chamado Clint Sprott, da University of Wisconsin – USA, desenvolveu uma série de experimentos para serem mostrados a um público leigo em ciências que retratavam diversos conceitos e aspectos tecnológicos, outrora confinados somente aos laboratórios avançados dos cientistas nas Universidades e algumas empresas.

No mesmo sentido de divulgar a Ciência, mais especificamente a Física, o Prof. Fuad Daher Saad, do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, criou o Show de Física na década de 1990, além de manter um laboratório auxiliar para o desenvolvimento de experimentos e que hoje conta com centenas de exemplares expostos em suas dependências.

Esta vontade aliada à necessidade de se desenvolver e divulgar Ciências também foi vivenciada na UNESP, mais especificamente em dois de seus Campi, sendo que no ano de 2003 foi implantado pelo Prof. Jorge Roberto Pimentel, no Departamento de Física do Campus de Rio Claro o Show de Física. No próximo ano, o Campus de Guaratinguetá, sob a coordenação do Prof. Janio Itiro Akamatsu, deu início também às primeiras apresentações do Show de Física em sua unidade.

Nos anos seguintes uma equipe de professores, alunos de graduação e pós-graduação, bolsistas e estagiários tiveram a oportunidade de adaptar o então conhecido Show de Física para uma versão específica para tratar de Energia, recebendo então o nome de Show de Energia. Esta evolução foi efetivada em parceria com órgãos, instituições e empresas e resulta hoje no acúmulo de mais de oito centenas de apresentações realizadas ao longo de mais de três centenas de dias espalhados por

vários estados do Brasil, sendo levada inclusive para Manacapuru, uma cidade no interior da Amazônia.

Trata-se de uma apresentação interativa que, por meio de demonstrações fundamentadas em leis e conceitos de Ciências, procura aguçar a curiosidade e despertar o interesse pelos conhecimentos científicos e tecnológicos de um modo geral. Como parte integrante da apresentação, além da interatividade, experimentos didáticos que abrangem grandes áreas da Física, tais como Mecânica, Eletricidade, Eletromagnetismo e Termodinâmica aparecem como elementos centrais das demonstrações.

Dezenas de demonstrações podem ser apresentadas numa apresentação do Show, porém foi definida uma versão específica destinada ao público estudantil de São José dos Campos. Ao todo são quatorze equipamentos apresentados nesta versão formatada do Show, todos eles desenvolvidos nas Universidades USP e UNESP. Os principais tópicos abordados no Show são listados a seguir:

Mecânica – Conceito de energia, conservação da energia, trabalho, transformação de energia (potencial e cinética), dissipação de energia (atrito, resistência do ar e calor), isostática, deslocamento do centro de massa, conservação do momento angular. Na Figura 19 são mostrados dois exemplos de experimentos realizados.

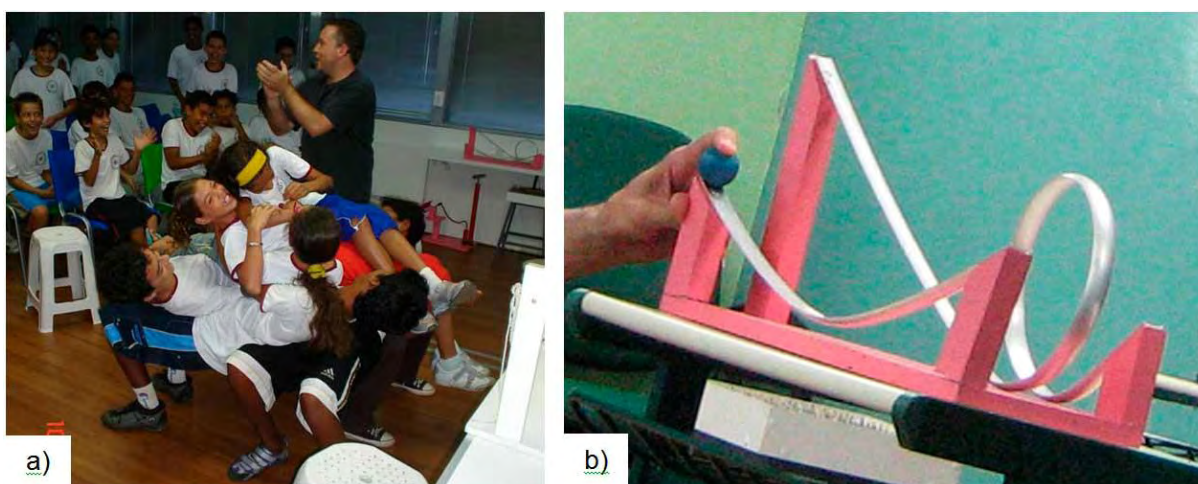


Figura 19 – Momentos da Apresentação do Show: a) a Estrutura Humana e b) o “Looping” de mesa.

Eletricidade – Eletricidade estática, transformações energéticas campo elétrico, potencial elétrico, potência, corrente e tensão, resistores, capacitores e indutores, resistência elétrica e condutividade, métodos de eletrização, condutores e isolantes, periculosidade no manuseio de equipamentos elétricos, (Morma NR10). Na Figura 20 são mostrados dois exemplos de experimentos realizados.



Figura 20 – Momentos da Apresentação do Show: a) Eletrização da Bexiga; b) a Garrafa de Leyden.

Eletromagnetismo – Campo magnético e corrente elétrica, circuitos elétricos, indução eletromagnética, teoria dos transformadores de alta e baixa tensão, dissipação de energia por calor: o efeito Joule, motores elétricos, transmissão de energia sem fio. Na Figura 21 são mostrados dois exemplos de experimentos realizados.

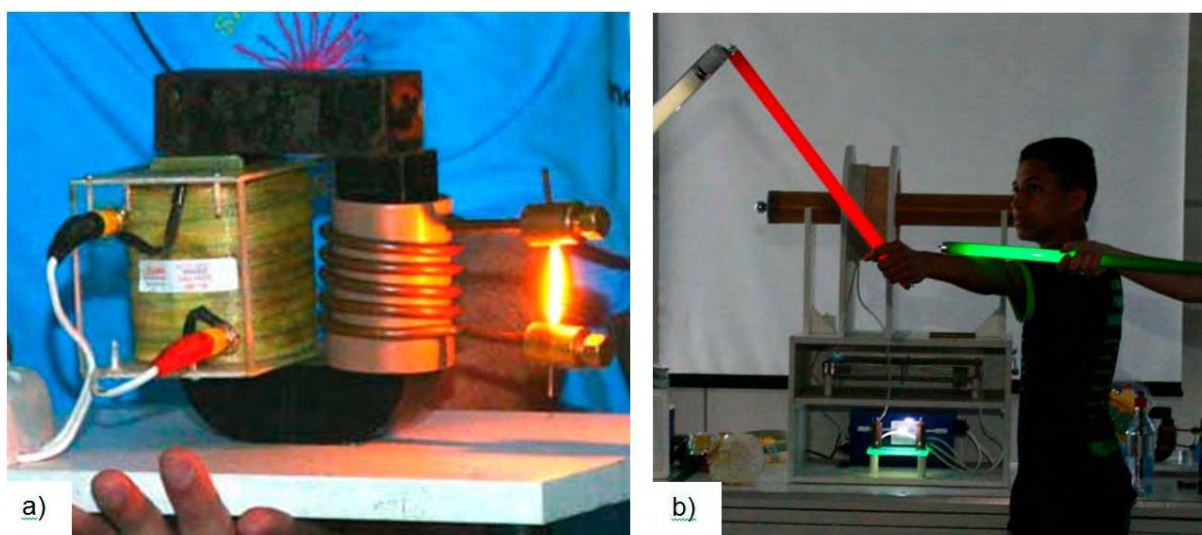


Figura 21 – Momentos da Apresentação do Show: a) Transformador de Baixa Tensão; b) a Bobina de Tesla.

Pressão – Conceito de pressão atmosférica, ondas materiais, transformação de energia (mecânica e sonora). Na Figura 22 é mostrado um exemplo de experimento realizado.

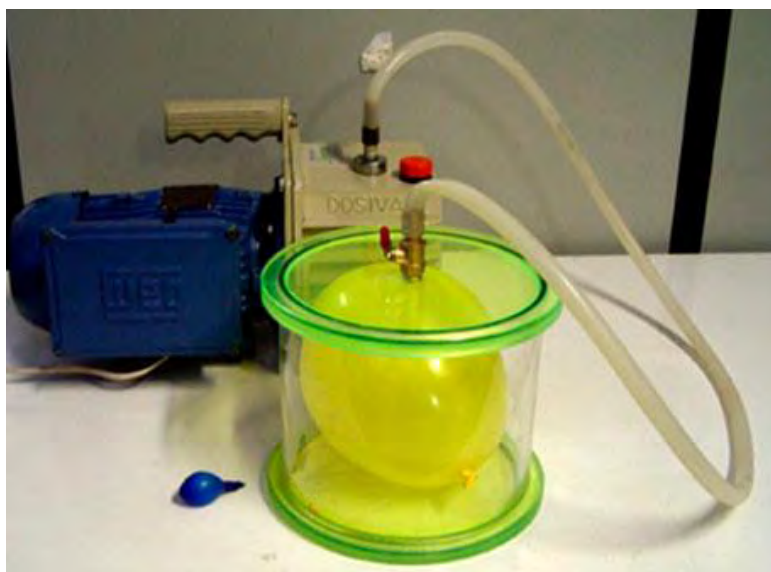


Figura 22 – Momentos da apresentação do Show: fenômenos de baixa pressão

Termodinâmica – Calor e temperatura, primeira e segunda leis da Termodinâmica, transferência de calor, mudança de fase, expansão de gases, dilatação térmica, emissão de gases (aquecimento global), consumo de combustível. Na Figura 23 são mostrados dois exemplos de experimentos realizados.



Figura 23 – Momentos da apresentação do Show: a) nitrogênio líquido; b) balão de ar congelado.

Um bom exemplo do envolvimento do público nas apresentações do Show de Energia são os alunos flagrados em uma apresentação, registrada na Figura 24, no meio da floresta amazônica, em uma tarde ensolarada, quente e abafada, o que não foi motivo para que o público não se envolvesse com uma apresentação empolgante e, até certo ponto, fascinante para alguns ali presentes.



Figura 24 – Flagrante de uma apresentação do Show de Energia em Manacapuru – AM, no dia 27-Ago-08.

Para se ter uma ideia geral sobre o formato de exposição dos equipamentos, a Figura 25 mostra uma possível configuração do palco, organizado de modo a permitir a interação e exposição de todos os equipamentos usados durante o Show.



Figura 25 – Montagem do palco em uma das apresentações.

4.3.3 Mostra de Energia

Consiste em uma exposição ministrada por monitores sobre equipamentos e protótipos desenvolvidos com fins educacionais sobre a temática da Energia. Tem por objetivo dar aos alunos a oportunidade de conhecer e adquirir informações sobre equipamentos, produtos e processos de produção de energia. Os materiais utilizados são estrategicamente organizados, permitindo a circulação e interação direta entre alunos e professores.

Esta mostra foi organizada dentro do curso teórico realizado e apresentada em três etapas subdivididas de acordo com as grandes áreas de Física, sendo a primeira destinada à Mecânica. Posteriormente, foi realizada a apresentação de conceitos de Eletricidade e Eletromagnetismo e, por fim, foi realizada uma Mostra destinada à Termodinâmica. Maiores detalhes sobre a Mostra podem ser encontrados no **Anexo II** – Folheto Ilustrativo da Mostra de Energia. Exemplos de equipamentos são apresentados na Figura 26.

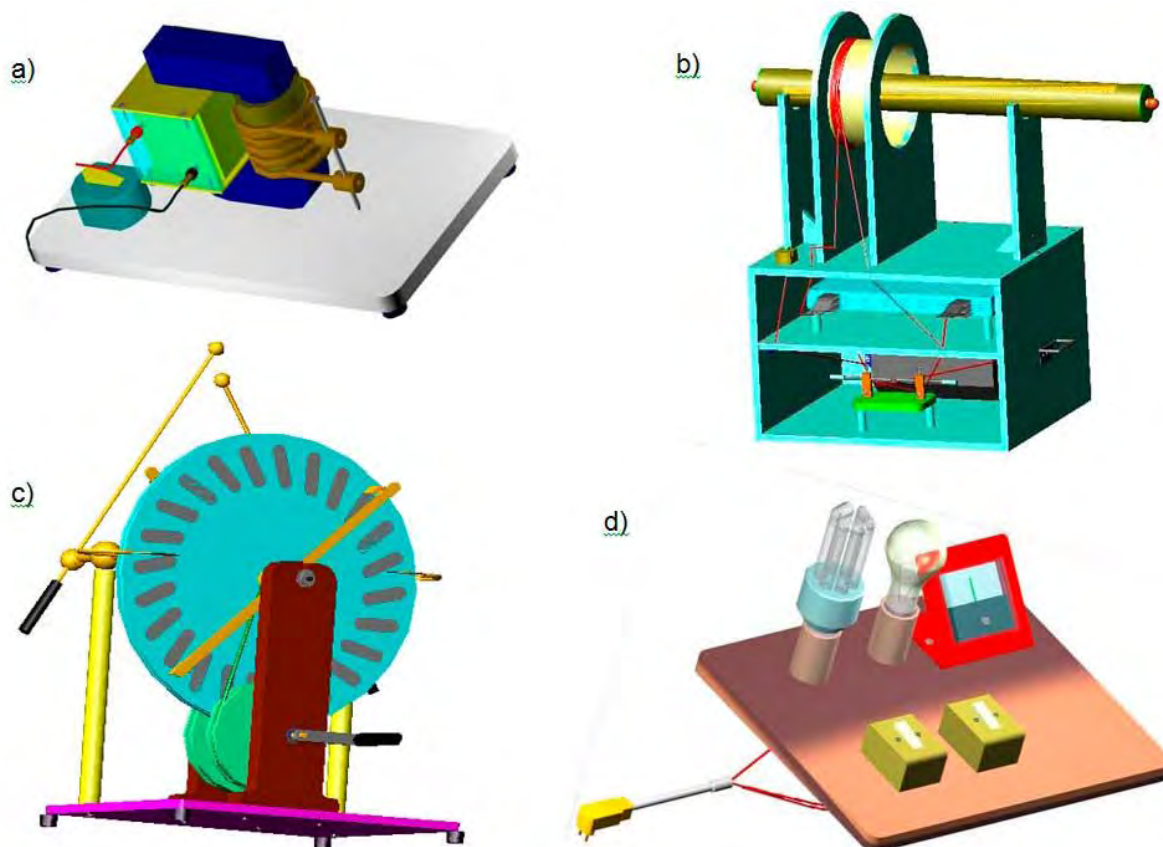


Figura 26 – Exemplos de alguns equipamentos usados na mostra de energia: a) transformador de baixa tensão; b) Bobina de Tesla; c) Máquina de Winshurst; d) eficiência das lâmpadas (reconstrução digital dos elementos).

5 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

A sistematização de um “*framework*” para o trabalho com Educação em Eficiência Energética só foi possível graças ao projeto realizado em São José dos Campos e ao apoio dado pelo Laboratório E.M.A.S., cuja experiência em atividades deste ramo tem se consolidado nos últimos anos. A avaliação dos resultados foi realizada com o emprego de técnicas específicas para tal finalidade e que tomou como base fatores tais como avaliação prévia das escolas / professores; avaliação sobre a capacitação de professores; avaliação do Show de Energia; avaliação dos experimentos utilizados; avaliação da aprendizagem e depoimentos de alunos / professores (CRESWELL, 2007). A seguir serão discutidos esse processo de avaliação e as ferramentas utilizadas.

O processo de avaliação empregado baseou-se numa técnica mista, o que gerou resultados quantitativos relacionados ao ganho de aprendizado pelo grupo estudado, e também avaliações qualitativas que permitiram interpretar questões relacionadas aos materiais e métodos empregados, além de procurar retratar o que de fato chegou até os alunos sentados às mesas escolares, ouvindo-os em determinados momentos da pesquisa.

Para uma análise apropriada dos dados obtidos, optou-se por tratá-los na sequência abaixo relacionada. Desta, forma podem-se destacar as principais características e habilidades que foram desenvolvidas, tais como: aquisição de conhecimento pelo grupo; atualização de conteúdos mediante a capacitação de professores; contribuição na formação de futuros professores; emprego de métodos específicos para a produção de recursos didáticos. Todos esses resultados estão detalhados a seguir.

5.1 Processo de Avaliação das Ações Desenvolvidas com o Grupo de Professores.

As atividades propostas pelo pesquisador passaram por um processo de avaliação realizado em diversos momentos nos quais se fez uso de instrumentos de avaliação tais como questionários, entrevistas e avaliação “*in-loco*”. Os questionários foram

elaborados visando acompanhar o grau de evolução e domínio sobre o tema, bem como identificar falhas para uma posterior correção. Cabe destacar que a própria Secretaria de Educação, por intermédio das coordenadoras pedagógicas da área de ciências, também realizou uma avaliação externa, que será descrita adiante.

❖ **Instrumentos Utilizados para Coleta de dados.**

- ✓ **Questionários** – Dada a quantidade de alunos envolvidos, foram aplicados questionários uma vez que estes instrumentos constituem um instrumento no qual as respostas podem ser analisadas quantitativamente e de forma agregada. A partir das respostas obtidas aplicou-se um índice denominado “Índice de Desenvolvimento nos Fatores – IDF”, o qual se baseia no cálculo da média ponderada do número de respostas obtidas sobre um determinado fator (FISCARELLI, 1997). Antes, no decorrer e depois das ações realizadas no período da pesquisa foram aplicados questionários que tiveram como objetivo avaliar o grau de conhecimento e sensibilidade dos professores sobre o tema energia. Os questionários também tiveram como objetivo caracterizar os professores e fazer a identificação de alguns dados sobre práticas para o combate ao desperdício deste recurso. O critério de escolha das questões do estudo baseou-se na premissa de que elas deveriam representar aspectos de interesse do projeto (científico) e, ao mesmo tempo, pertencer ao cotidiano social, agrupados no item “uso racional de energia elétrica”.
- ✓ **Entrevistas** – Foram utilizadas entrevistas roteirizadas para aplicação antes, durante e após o desenvolvimento do Projeto Piloto na Secretaria de Educação. Estas entrevistas foram aplicadas por amostragem, no caso dos alunos, e a todos os professores participantes, e tiveram os mesmos objetivos dos questionários, mas reforçando e complementando certos aspectos que são inerentes à técnica de entrevista.

- ✓ **Acompanhamento das Atividades** – Foi realizado o acompanhamento do desenvolvimento da pesquisa através das reuniões semanais com o grupo de professores envolvidos, e reuniões extras com a equipe de coordenação da área de Ciências. Também foram utilizadas para esta finalidade, visitas às escolas que tiveram por objetivo acompanhar mais de perto as atividades feitas pelos professores e também os alunos.

❖ **Etapas de Coleta de Dados para Avaliação**

Quanto às etapas realizadas para a coleta de dados, elas ocorreram conjuntamente com o desenvolvimento da capacitação do professor, porém, em momentos específicos. Algumas aulas foram especialmente reservadas para essa finalidade, sendo que o diagnóstico inicial aconteceu antes da realização da capacitação dos professores. Durante o desenvolvimento das atividades, em diferentes momentos, foi possível constatar pontos fracos e fortes, mediante observação “in loco” com o grupo estudado.

Etapa 1) Diagnóstico Inicial – a primeira atividade realizada junto ao grupo de professores diz respeito à aplicação de um questionário avaliativo (**Anexo III – Avaliação Conceitual**), tendo como intuito verificar o grau de entendimento de certos conceitos pertinentes à área de “Energia, Meio Ambiente e Sociedade”, detalhados mais adiante. Também foi aplicado outro questionário (**Anexo IV – Questionário sobre a Escola**) visando identificar alguns fatores tanto relacionados à própria escola como também ao trabalho dos professores.

Etapa 2) Acompanhamento contínuo das Atividades – Ao longo do período de realização da pesquisa foram organizadas reuniões com o grupo de professores, as quais tiveram por objetivo discutir metas e acompanhar o desenvolvimento das ações. Ao todo foram realizados vinte e cinco encontros com o grupo para a realização das atividades práticas, reuniões de planejamento e momentos para avaliação do processo.

Etapa 3) Avaliação dos Resultados – ao término do período da pesquisa foram aplicados novamente o questionário de avaliação para compor o resultado final sobre os conceitos do uso racional de energia, bem como uma avaliação relacionada ao grau de aproveitamento dos materiais didáticos produzidos ao longo do curso. Também foi aplicado um questionário final sobre o desempenho do curso (**Anexo V** – Avaliação sobre o Curso de Capacitação) o qual procurou verificar o grau de aceitação dos experimentos desenvolvidos no curso. A avaliação final do projeto foi constituída de elementos comparativos, tais como o conhecimento adquirido, o grau de aplicação das atividades propostas, bem como a quantidade de Shows de Energia destinados ao público estudantil.

5.2 Resultado da Avaliação

A análise dos dados foi realizada por meio da compilação dos resultados obtidos com a aplicação dos instrumentos – questionários, entrevistas e observação “*in loco*” – e relacionados aos seguintes temas: *i)* avaliação sobre as escolas e a prática no uso de experimentos em sala; *ii)* avaliação sobre a capacitação de professores; *iii)* avaliação sobre os experimentos utilizados; *iv)* avaliação da aprendizagem dos professores; *v)* avaliação do Show de Energia; e *vi)* Formação de estudantes. A seguir são apresentados e discutidos os resultados obtidos.

***i)* Avaliação sobre as escolas e a prática no uso de experimentos em sala.**

Esta parte da avaliação foi elaborada com o objetivo de verificar informações relativas à infraestrutura da escola, bem como à pré-disposição dos professores em realizar atividades práticas em sala de aula. Dentre os principais pontos avaliados, destacam-se a presença de laboratórios didáticos para o ensino de ciências, bem como de materiais didáticos necessários para as aulas, participação em atividades e/ou eventos educativos como projetos pedagógicos ou visitas a museus ou centros de ciências. Para a aquisição dos dados foram utilizados dois questionários, cujos formulários encontram-se no **Anexo IV** – Questionário sobre Escola e **Anexo V** –

Avaliação sobre o Curso de Capacitação. A seguir será feito um resumo dos resultados obtidos para os apontamentos selecionados.

Quanto aos resultados obtidos a partir da aplicação dos questionados sobre a presença de laboratórios didáticos nas escolas, ficou constatado que, em cerca de 61% delas, existe um espaço destinado a Ciências de um modo geral, porém, restritos a alguns áreas específicas como, por exemplo, química, biologia ou física, sendo que, em 45% dos casos, os laboratórios contemplam as três áreas mencionadas. Quando questionados sobre a utilização destes espaços, 46% dos professores disseram que os utilizam com frequência semanal e, 12%, com frequência mensal. Já os demais 42% não fazem uso dos espaços. Quando perguntados sobre a presença de “kits” didáticos, constatou-se que apenas 38% das escolas possuem materiais para o auxílio das aulas, sendo que as temáticas variam em cada caso.

Com relação à participação em eventos e/ou projetos pedagógicos, destaca-se a maciça recorrência às visitas educacionais, com declaração de que cerca de 80% dos professores já havia realizado passeios e/ou visitas a Museus e Centros de Ciências, sendo que os locais mais visitados são os seguintes: Estação Ciências em São Paulo que 73% dos professores disseram já ter visitado; Museu de História Natural em Taubaté, onde cerca de 23% dos professores já levaram seus alunos; Show de Física da USP, Museu de Antropologia, Museu de Zoologia e Projeto Eureka no Guarujá. Quando questionados sobre a participação em projetos pedagógicos sobre economia de energia, somente 23% das escolas sinalizam realizar projetos e apenas 15% dos professores já trabalharam atividades relacionadas ao tema com os alunos.

Com a compilação destes dados, foi possível identificar necessidades tanto dos professores, quanto das escolas do município, e o que ficou constatado é que boa parte delas possui certa infraestrutura, porém, existe uma carência de materiais didáticos para o professor trabalhar com os alunos, principalmente relacionados à área de Ciências em Geral e, mais especificamente, à Física. Outro ponto a se destacar é a necessidade de se trabalhar na formação do professor, conforme relata uma das professoras envolvidas na pesquisa:

“Como a maioria das escolas da rede municipal não possui laboratório devidamente equipado e também pela falta de espaço físico, as aulas ficam comprometidas. Já que não dispomos desse espaço, achamos que seria mais viável

no horário do HTC termos uma formação voltada para atividades práticas (menos teóricas) que possam ser desenvolvidas dentro de sala de aula” (Profª. Participante).

Ao término da avaliação, ficou constatado que cerca de 80% dos professores consideraram que o curso os levou a aumentar a frequência de utilização de experimentos em sala de aula. A maioria deles se pronunciou a favor da metodologia utilizada realçando, inclusive, que após o início do curso, eles se sentiram mais confiantes e amparados tendo um suporte pedagógico para auxiliá-los na conclusão das tarefas.

ii) Avaliação sobre a Capacitação de Professores.

A capacitação dos professores foi elaborada com o intuito de lhes apresentar conceitos sobre energia de um modo geral e sua estrita ligação com os conceitos da física. A relação entre o uso da energia e o meio ambiente também foi explorado ao longo das atividades. Como a parte teórica (segundo a visão aqui trabalhada) é melhor compreendida quando atividades práticas e/ou experimentos e demonstrações são utilizados em sala de aula, após a transmissão de conceitos teóricos, num segundo momento da capacitação, foi dada especial atenção à elaboração de recursos didáticos, o que culminou na inserção de 19 experimentos de baixo custo, conforme a lista de equipamentos que se encontra no **Apêndice B** – Roteiro de Experimentos Didáticos para o Ensino de Física & Uso racional de Energia.

Dentre as principais contribuições relatadas pelos professores em relação ao curso, ficou evidenciado que eles passaram a conhecer experimentos mais práticos e simples, cujos materiais são relativamente baratos e de fácil aquisição. Quanto à realização da capacitação de maneira geral, os materiais e metodologia utilizados, e assimilação de conhecimento, a equipe da Secretaria de Educação realizou uma avaliação externa à pesquisa e constatou fatos interessantes e que são resumidos através na Tabela 3. A avaliação completa realizada pela S.M.E. encontra-se no **Anexo VI** – Avaliação da Oficina.

Tabela 3 – Avaliação da Palestra / Evento

Nº	Tópico	Percentual (%)		
		Regular	Bom	Ótimo
1	O tema apresentado suscita novas reflexões sobre a temática proposta.	2	52	46
2	Contribuição efetiva para o seu dia a dia em sala de aula.	2	45	53
3	Técnicas utilizadas são adequadas aos objetivos propostos.	0	52	48
4	Ideias principais foram resumidas e esclarecidas em caso de dúvidas.	0	45	55
5	Material didático entregue/utilizado pelo palestrante.	0	30	70

Na opinião dos professores, o curso contribuiu para a aquisição de conhecimentos e técnicas de produção de recursos didáticos simples, abrindo uma variedade de opções para novos experimentos. Além disto, a capacitação contribuiu como um facilitador para o trabalho nas áreas de ciências, tendo em vista o apoio pedagógico da Secretária de Educação. Outro resultado que ficou constatado foi o aumento da autoconfiança do professor, pois alguns deles não tinham experiência na realização de aulas práticas e o curso os motivou e os orientou na inserção desta prática em sala de aula.

Segundo o relato dos professores, a visualização da teoria mediante o uso de equipamentos contribuiu para estimular o aprendizado e, após usar experimentos nas suas aulas, aumentou o interesse dos alunos na disciplina de Ciências. Ainda com relação à capacitação, a Tabela 4, reproduz mais uma parte da avaliação feita pela própria equipe da secretaria.

Tabela 4 – Avaliação da Oficina

Nº	Tópico	Percentual (%)		
		Regular	Bom	Ótimo
1	Dinâmica utilizada: adequada e coerente aos objetivos propostos.	4	57	39
2	Oportunidades para debater e trocar experiências.	11	33	56
3	Contribuição efetiva para o seu dia a dia em sala de aula.	4	41	55
4	Grau de profundidade desenvolvido na atividade.	9	54	37
5	Duração da atividade.	22	56	22

Vale ressaltar que o grupo foi constituído por professores de diferentes formações e, muitos deles, com vários anos de experiência. Esta oportunidade contribuiu para atualizá-los sobre um tema de grande interesse e de importância para a sociedade. Nas aulas da capacitação, os professores foram estimulados a trabalharem em grupo, dinamizando a montagem dos experimentos e favorecendo o diálogo entre eles. Na Figura 27 dois momentos do curso foram retratados e evidenciam o trabalho em conjuntos dos participantes.



Figura 27 – Grupo de professores montando experimentos.

Ao longo do curso percebeu-se que turmas relativamente grandes como as que foram trabalhadas (com cerca 35 a 40 professores) não são ideais, pois para montar os experimentos em aula é preciso dar assistência aos grupos formados e tirar as dúvidas conforme elas iam surgindo ao longo da montagem. Logo, turmas menores, com até vinte professores e divididas em pequenos grupos com quatro ou cinco integrantes, teriam um melhor aproveitamento do conteúdo passado, pois seria possível dedicar mais atenção aos participantes individualmente, inclusive.

Observou-se também que um espaço adequado, tendo bancadas e ferramentas à disposição, torna mais fácil e mais eficiente a montagem, visto que alguns dos experimentos necessitam de operações mecânicas, como os que envolvem bases de madeira ou que têm mais detalhes na montagem e preparação.

iii) Avaliação sobre os Experimentos Utilizados.

Para avaliar o grau de aceitação e utilização dos experimentos desenvolvidos no curso de experimentação foi aplicado um questionário, **Anexo VII** – Avaliação dos Experimentos, que foi complementado mediante a utilização de um segundo questionário, aplicado após a conclusão do curso (**Anexo V** – Avaliação sobre o Curso de Capacitação).

Pode-se perceber que quase a metade dos experimentos passados (8 dos 19) foram aplicados por mais de 50% dos professores, sendo que, para alguns, a aplicação chegou até a 70%. Os experimentos de montagem mais simples foram os preferidos pelos professores na hora de passar para a sala; já os que envolviam eletricidade ou fogo, foram, em geral, os menos aplicados.

Também foi possível identificar algumas questões relevantes e que merecem ser destacadas quanto à utilização dos experimentos. Dentre os apontamentos feitos por eles, merecem destaque algumas dificuldades encontradas com relação a: a) montagem: devido à necessidade de se realizar várias operações manuais, alguns professores necessitaram de auxílio dos colegas para finalizar o experimento no curso; b) execução dos experimentos: devido ao número de alunos por sala e o tempo disponível para a aula, alguns deles acabaram não replicando os experimentos; c) materiais: embora todos os materiais tivessem sido fornecidos pela Secretaria, alguns deles necessitam ser repostos, dada sua fragilidade e; d) espaço: foi constatado que nem todas as escolas dispõem de laboratórios de Ciências ou, em alguns casos, há carência de um lugar para guardar os equipamentos. Em linhas gerais, a Figura 28, resume as principais dificuldades encontradas em cada experimento, apontando o número de ocorrências entre os professores.

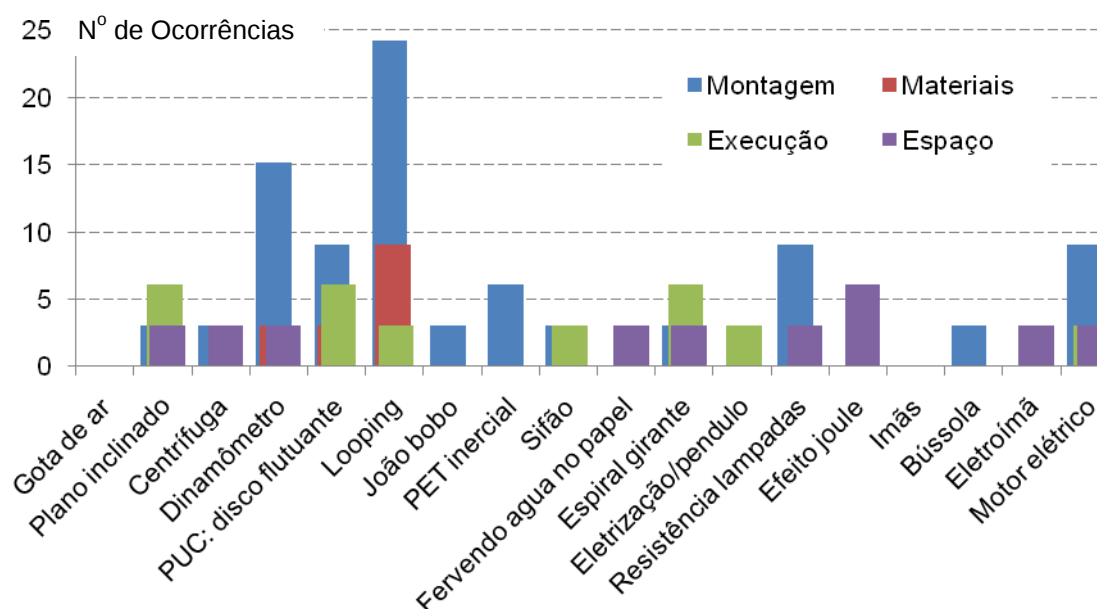


Figura 28 – Principais dificuldades encontradas com relação a materiais e métodos.

Com exceção dos experimento do “Looping” e do Dinamômetro, que apresentaram certo grau de dificuldade, todos os demais foram classificados como de fácil montagem e execução, sendo que experimentos como bolha de ar, pratos giratórios, disco flutuante, imãs/campo magnético e a bússula, por serem de montagens bastante simples, figuraram como os mais acessíveis.

Como resultado geral, as aulas ministradas com o uso de experimentos proporcionam mais interatividade, dinâmica e prendem a atenção do aluno. Também contribuem para o aprendizado dos professores, já que eles têm contato com a experimentação baseada em conceitos físicos. A maior parte dos professores envolvidos tiveram formação nas áreas biológicas, o que muitas vezes os distanciaram do contato com conhecimentos desses ramos específicos.

Vale destacar que vivenciar as dificuldades na montagem de experimentos também contribuiu para os estimular no que tange ao uso destes, pois muitas vezes os professores não aplicam novos recursos em sala simplesmente por saber que os mesmos podem não dar certo. Vencer este mito permitiu que alguns deles se sensibilizassem para a importância da experimentação, passando a fazer uso destes recursos nas suas escolas e contribuindo para que os alunos também tivessem interesse de, eles próprios, montarem experimentos nas suas casas. A composição da Figura 29

mostra alguns dos dezenove experimentos que compuseram o acervo dos experimentos de cada um dos sessenta professores que os adquiriram ao término do curso.

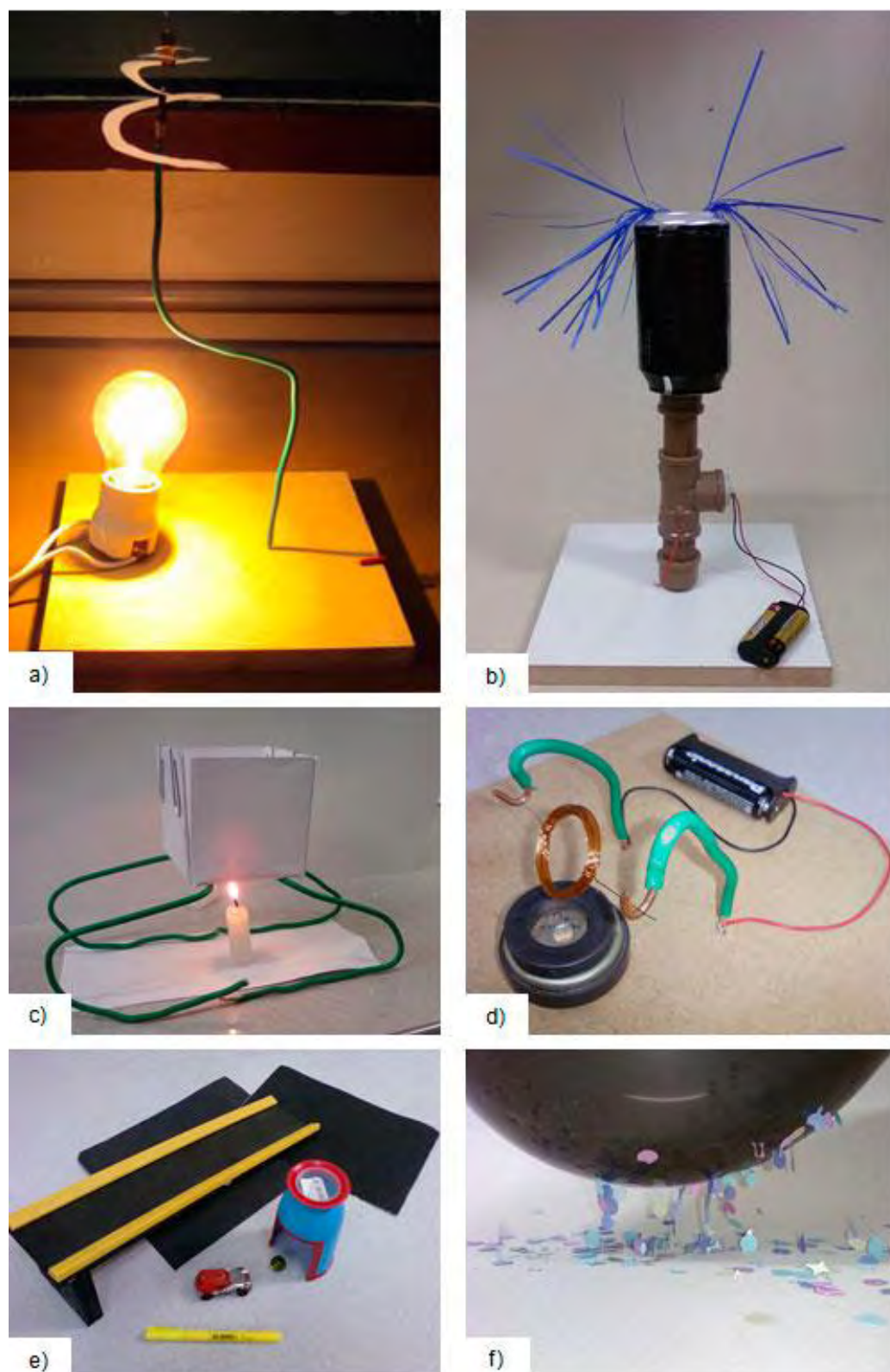


Figura 29 – Exemplos de experimentos desenvolvidos no curso: a) espiral girante; b) mini gerador de Van der Graff; c) fervendo água numa caixa de papel; d) motor elétrico; e) plano inclinado e f) eletrização do balão.

iv) Avaliação da Aprendizagem.

Para a elaboração da avaliação de conhecimentos específicos adquiridos foram compilados os dados levantados com a aplicação do questionário incluído no **Anexo III – Questionário Conceitual**. Tais procedimentos foram realizados em dois momentos: a primeira aplicação ocorreu antes do início das atividades da pesquisa e, a segunda, após o término do desenvolvimento do projeto piloto.

Para análise e representação das questões referentes aos questionários aplicados foi utilizado o Índice de Desempenho no Fator (IDF), que permite assim o processamento de dados para caracterização de amostras e o estabelecimento de índices de avaliação do desempenho dos fatores considerados (FISCARELLI, 1997).

Aos professores foi solicitado que respondessem cada questão da avaliação obedecendo a critérios relacionados a uma escala baseada em diferencial semântico, os quais foram elaborados com o intuito de coletar respostas objetivas. Dentre as opções fornecidas aos professores, elas obedeceram às escalas que podem ser observadas no Quadro 4 e que podem expressar os seguintes critérios:

Quadro 4 – Itens das escalas de diferencial semântico utilizados nos questionários.

Tipo de resposta	a	b	c	d	e
R	Eu tenho certeza que está certo	Eu acho que está certo	Eu não sei se está certo	Eu acho que está errado	Eu tenho certeza que está errado

O Índice agrega valores e informações coletadas por meio de questionários em único número, reduzindo assim os resultados encontrados em um valor numérico que, em linhas gerais, permite traçar um panorama macroscópico da questão. O índice é obtido através da Equação (1):

$$IDF = \frac{1 \cdot Ra + 2 \cdot Rb + 3 \cdot Rc + 4 \cdot Rd + 5 \cdot Re}{5 \cdot (Ra + Rb + Rc + Rd + Re)} \quad (1)$$

Sendo: Ra, Rb, Rc, Rd e Re as frequências observadas de respostas para as respectivas categorias de escala que podem ser interpretadas de acordo com a seguinte escala: 0,20-0,35=Péssimo; 0,36-0,51=Ruim; 0,52-0,67=Regular; 0,68-0,83=Bom e 0,84-1,00=Ótimo. Isto facilitou a pesquisa e a avaliação dos níveis de aprendizado.

As respostas dos questionários foram compiladas e tabuladas, e, com os resultados obtidos, foram confeccionados gráficos para uma melhor visualização da evolução dos conhecimentos adquiridos. A seguir, será feita a análise de cada subtema dos tópicos avaliados, segundo a escala do Quadro 12.

Questões Conceituais

Foram criadas dez questões de múltipla escolha relativas aos conceitos principais sobre o tema energia, descritas no Quadro 5, cujas respostas foram estabelecidas de acordo com a escala de diferencial semântico anteriormente apresentada. Para efeito de análise comparativa, o questionário foi aplicado antes e depois das ações realizadas. O cálculo do índice para cada questão foi realizado sendo que a Figura 30 apresenta os resultados do IDF para cada questão analisada.

Quadro 5 – Relação das questões referentes ao tópico “Conceitos”

Nº	Questão
Q01	Os átomos são responsáveis pelo fenômeno da eletricidade.
Q02	É possível eletrizar objetos metálicos a distância.
Q03	Energia não pode ser nem criada, nem destruída.
Q04	Energia é a propriedade de um sistema que lhe permite realizar trabalho.
Q05	A natureza da energia de um relâmpago é de origem magnética.
Q06	O ampere é uma unidade de tensão elétrica.
Q07	Os metais são maus condutores de corrente elétrica.
Q08	Duas cargas, uma positiva e outra negativa, colocadas próximas uma da outra, se repelem.
Q10	O ventilador transforma energia elétrica em energia potencial.
Q23	A corrente elétrica está relacionada com o movimento de cargas positivas.

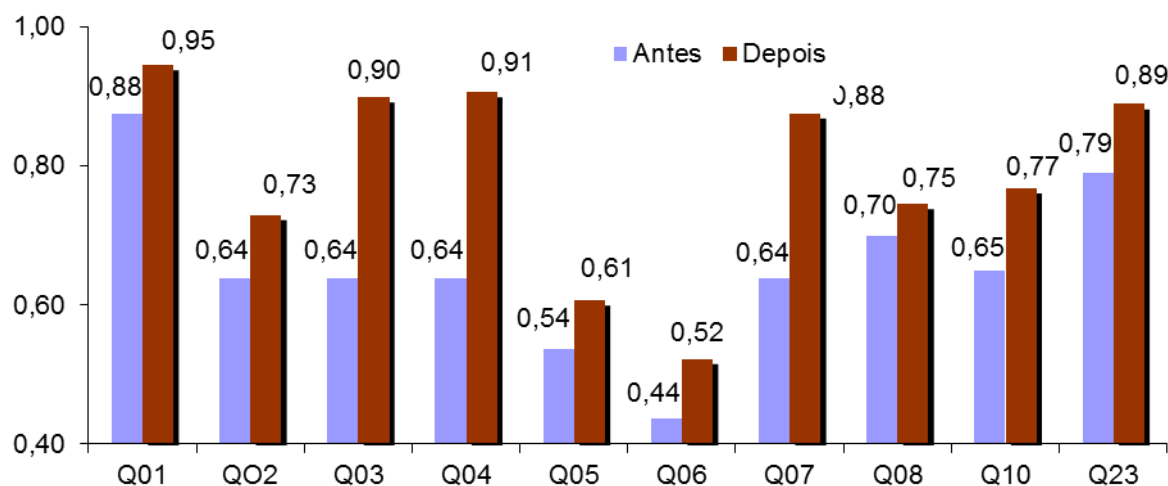


Figura 30 – Resultado do IDF sobre a avaliação do tópico "Questões Conceituais".

Como se pode observar, algumas questões apresentaram um ganho de aprendizado expressivo (Q03 e Q04) que ressaltam uma melhor compreensão sobre a definição do conceito de energia, sendo que a Q07 demonstra uma melhor compreensão sobre equipamentos elétricos residenciais. Em geral, em todos os itens analisados houve um ganho de aprendizagem em todos os critérios avaliados.

Questões relativas ao tópico “Fontes de Energia”

Foram criadas quatro questões de múltipla escolha relativas ao tópico “Fontes de Energia”, obedecendo à escala de diferencial semântico. Com relação às questões sobre o tema, descritas no Quadro 6, o resultado está sintetizado na Figura 31.

Quadro 6 – Relação das questões referentes ao tópico “Fontes de Energia”

Nº	Questão
Q11	O sol e o vento são as únicas fontes de energia renováveis.
Q12	Energia elétrica é, no Brasil, 70% de origem hidrelétrica.
Q13	O biogás é derivado do petróleo.
Q14	O petróleo é uma fonte de energia inesgotável.

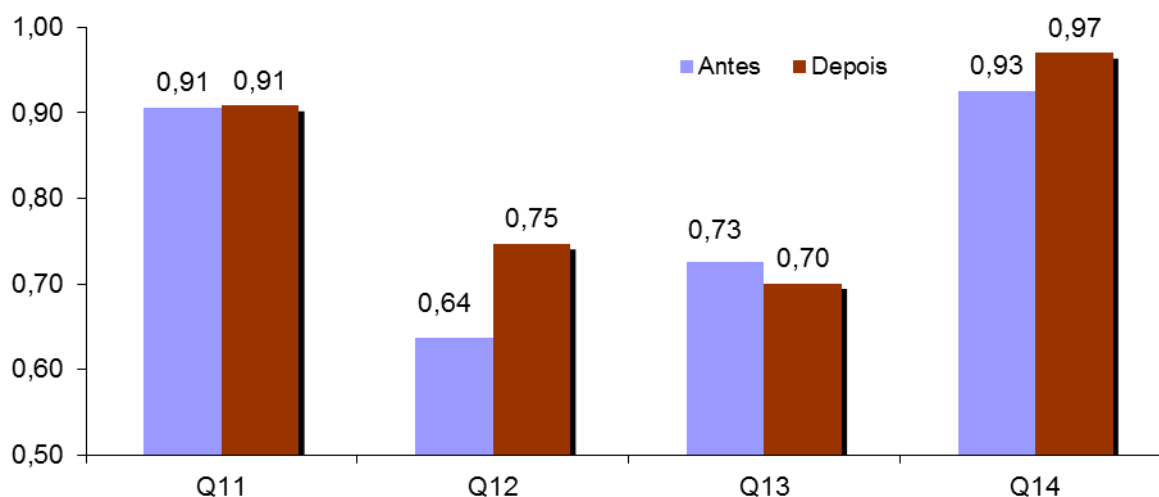


Figura 31 – Resultado do IDF para conhecimentos sobre "Fontes de Energia".

Com relação a este conceito, foi possível observar um aumento em três das quatro questões abordadas, sendo que a única questão que não houve progresso apresentou uma redução de 0,02 pontos na escala do IDF. De uma maneira geral, a média global das questões evoluiu do patamar de 0,80 para 0,83 pontos na escala, o que representa um ganho de aprendizado da ordem de 4,0% dentre todos os envolvidos.

Por ser um tema de bastante discussão na atualidade, a avaliação mostrou que os professores possuem bons conhecimentos sobre o assunto, mas que desconheciam certos aspectos da matriz energética brasileira, evidência ressaltada pela evolução do IDF na Q12.

Questões relativas ao tópico “Consumo de Energia Elétrica”

Para avaliar este tópico foram criadas seis questões obedecendo à escala de diferencial semântico. A evolução das questões baseadas nesta escala de diferencial semântico está representada no Quadro 7 e as respostas estão sintetizadas na Figura 32.

Quadro 7 – Relação das questões referentes ao tópico “Consumo de Energia Elétrica”

Nº	Questão
Q17	As lâmpadas incandescentes possuem um rendimento maior que as fluorescentes.
Q18	O chuveiro é um dos aparelhos mais potentes e, por isso, consome mais energia elétrica.
Q19	Na geladeira, a energia elétrica é transformada em energia térmica.
Q20	O condicionador de ar tem um baixo consumo de energia elétrica.
Q21	Um aparelho de 500W de potência, ligado por uma hora, consome a mesma quantidade de energia elétrica de um aparelho de 50W de potência ligado por 10 horas.
Q22	Os geradores são responsáveis pela transmissão de energia elétrica.

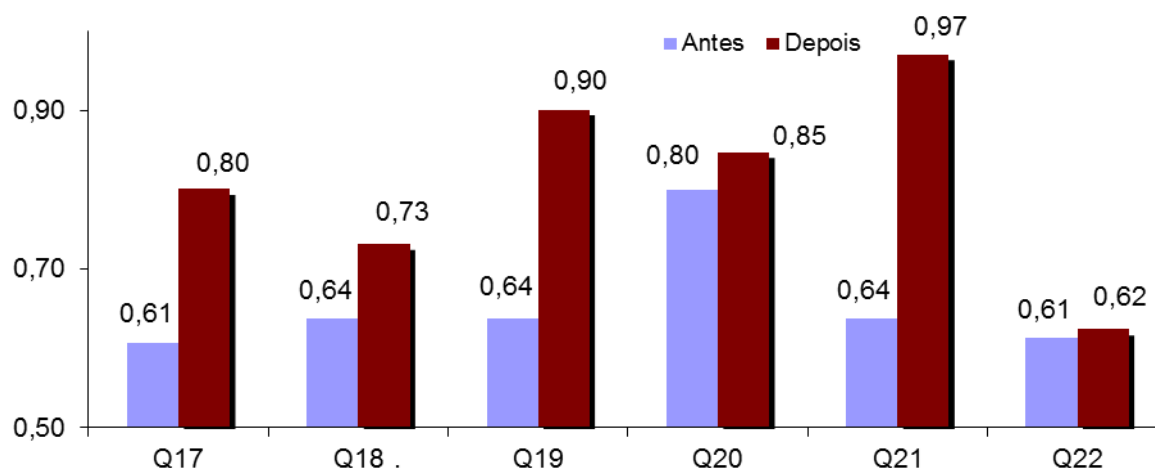


Figura 32 – Resultado do IDF sobre a avaliação do tópico "Consumo de Energia Elétrica".

Neste conceito, de acordo com a análise da figura acima, foi registrado um aumento no grau de conhecimento em todas as questões abordadas. De uma maneira geral, o ganho de aprendizado sobre o tópico resultou no ganho de aprendizagem de 23,9% de todos os professores, saindo do patamar de 0,66 para 0,81 pontos na escala.

As questões nas quais houve um melhor desempenho são aquelas ligadas ao conhecimento sobre o uso e consumo de equipamentos comumente utilizados nas residências, tais como lâmpadas incandescentes, geladeira e aparelhos de alta potência, como um ferro de passar roupa, ou até mesmo o chuveiro. O que é interessante destacar é que, tendo os alunos ou professores, conhecimentos sobre os conceitos envolvidos, poder-se-á alcançar um melhor aproveitamento da energia, mediante um trabalho conjunto. Repassar estes ensinamentos aos alunos é uma informação que contribui de fato para o melhor aproveitamento dos recursos energéticos.

Questões relativas ao tópico “Energia e Meio-Ambiente”

Para a avaliação deste tópico foram elaboradas seis questões que englobaram, de maneira geral, as inter-relações entre a produção, conversão e poluição do meio ambiente. Todas as respostas às questões foram elaboradas com critérios da escala de diferencial semântico, e estão divididas de acordo com o Quadro 8. Já a avaliação do progresso do aprendizado, segundo o índice IDF, é apresentada na Figura 33.

Quadro 8 – Relação das questões referentes ao tópico “Energia e Meio Ambiente”

Nº	Questão
Q25	Ao realizarmos reciclagem de materiais, estamos conservando energia elétrica.
Q26	A geração de energia elétrica não contribui para o efeito estufa.
Q27	O protocolo de Kyoto trata do aumento da emissão de carbonados na atmosfera.
Q28	Economizar água e energia não possui relação com o meio ambiente.
Q29	Gás natural polui menos que o diesel.
Q30	A geração de energia elétrica por usinas termoeletricas libera resíduos.

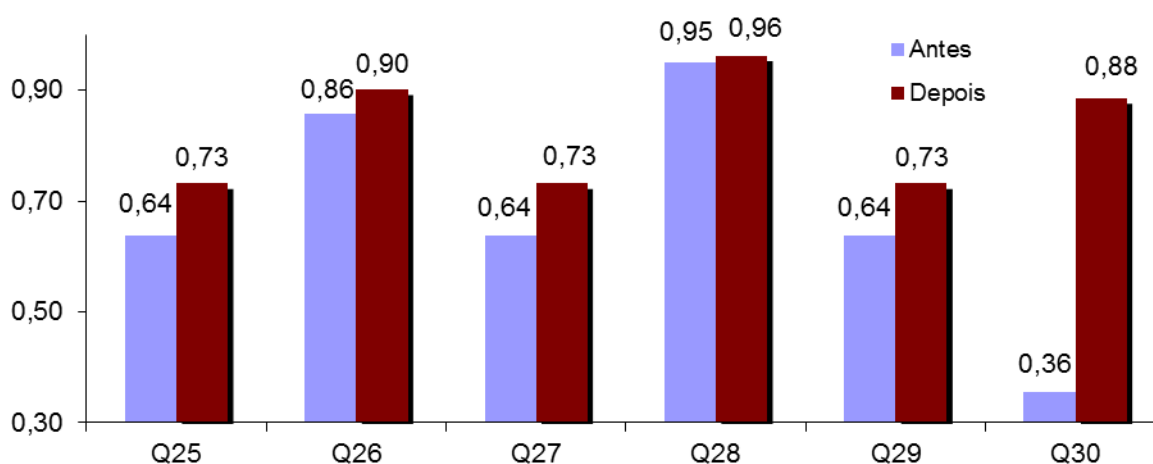


Figura 33 – Resultado do IDF sobre avaliação do tópico "Energia e Meio Ambiente".

Este tópico foi o que apresentou uma menor evolução em relação aos anteriores, saindo do patamar de 0,68 e passando para 0,83, o que resulta num ganho de aprendizado de 21,2% dentre todos os participantes. Cabe destacar que houve um expressivo ganho de aprendizagem quanto aos possíveis efeitos para o meio ambiente causados pela produção de energia (Q30).

Síntese dos resultados sobre a avaliação dos conhecimentos adquiridos

De acordo com as análises realizadas nesta seção, pode-se concluir que em todos os tópicos abordados houve uma evolução positiva após a conclusão da pesquisa no que tange aos conhecimentos adquiridos pelos professores. Embora na questão Q10 o resultado do índice IDF tenha registrado um valor inferior ao anterior, isto não necessariamente implica uma redução na aprendizagem, pois acredita-se que este valor foi registrado devido a erros estatísticos envolvidos no cálculo do índice destas questões.

De uma maneira geral, a evolução na aprendizagem com o grupo estudado foi constatada calculando-se as médias relativas a cada tópico avaliado. Este resultado foi alcançado tendo em vista a participação e dedicação de todos os professores envolvidos, empenhados na realização de ações e contribuindo para a aprendizagem dos conceitos trabalhados nas atividades da pesquisa. Os resultados da avaliação estão sintetizados na Tabela 5.

Tabela 5 – Resumo dos resultados alcançados em relação ao nível de conhecimento adquirido.

Tópicos abordados	Evolução do IDF (%)
Conceitos	18
Fontes de energia	4
Consumo de energia elétrica	24
Energia e Meio Ambiente	21

v) Avaliação do Show de Energia

As apresentações do Show de Energia foram programadas em conjunto com a coordenação pedagógica da secretaria e contemplaram cerca de 90% das escolas da cidade de São José dos Campos. Para tanto, foram realizados 85 Shows e, pela estimativa de 90 pessoas por Show, as apresentações atingiram um total de 7650

alunos do ciclo II, predominantemente os dos 8º e 9º anos. O Quadro 9 apresenta as datas e as escolas que assistiram à realização do Show.

Quadro 9 – Relação dos Shows de Energia realizados em São José dos Campos

Data	Início	Alunos	EMEF	Local
24/06/2008	4 Shows por dia	360	Diversas Escolas	Feira Jovem Empreendedor Joseense
25/06/2008	4 Shows por dia	360	Diversas Escolas	Feira Jovem Empreendedor Joseense
26/06/2008	4 Shows por dia	360	Diversas Escolas	Feira Jovem Empreendedor Joseense
27/06/2008	4 Shows por dia	360	Diversas Escolas	Feira Jovem Empreendedor Joseense
18/08/2008	13h30min	90	Geraldo de Almeida	Parque Tecnológico
18/08/2008	15h30min	90	Waldemar Ramos	Parque Tecnológico
19/08/2008	08h00min	90	Maria Amélia	Parque Tecnológico
19/08/2008	10h30min	90	Maria Amélia	Parque Tecnológico
19/08/2008	13h30min	90	Sonia Maria	Parque Tecnológico
19/08/2008	15h30min	90	Elizabete de Paula	Parque Tecnológico
20/08/2008	08h00min	90	Sonia Maria	Parque Tecnológico
20/08/2008	10h30min	90	Antonio Palma	Parque Tecnológico
20/08/2008	13h30min	90	Maria Amélia	Parque Tecnológico
20/08/2008	15h30min	90	Silvana Maria	Parque Tecnológico
22/08/2008	08h00min	90	Silvana Maria	Parque Tecnológico
22/08/2008	10h30min	90	Hélio Augusto	Parque Tecnológico
29/09/2008	3 Shows por dia	270	Diversas Escolas	Cedemp
29/09/2008	3 Shows por dia	270	Diversas Escolas	Cedemp
31/09/2008	3 Shows por dia	270	Diversas Escolas	Cedemp
01/09/2009	08h00min	90	Otacília Madureira	Parque Tecnológico
01/09/2009	10h30min	90	Áurea Cantinho	Parque Tecnológico
01/09/2009	14h00min	90	Therezinha Nascimento	Parque Tecnológico
02/09/2009	08h00min	90	Therezinha Nascimento	Parque Tecnológico
02/09/2009	10h30min	90	Possidônio J. Freitas	Parque Tecnológico
02/09/2009	14h00min	90	D. Pedro de Alcântara	Parque Tecnológico
03/09/2009	08h00min	90	D. Pedro de Alcântara	Parque Tecnológico
03/09/2009	10h30min	90	Elza Regina	Parque Tecnológico
04/09/2009	08h00min	90	Hélio Augusto	Parque Tecnológico
04/09/2009	10h30min	90	Silvana Maria	Parque Tecnológico
04/09/2009	14h00min	90	Otacília Madureira	Parque Tecnológico
15/09/2009	08h00min	90	Elizabete de Paula	Parque Tecnológico
15/09/2009	10h30min	90	Sonia Maria	Parque Tecnológico
15/09/2009	14h00min	90	Elizabete de Paula	Parque Tecnológico
16/09/2009	08h00min	90	Geraldo de Almeida	Parque Tecnológico
16/09/2009	10h30min	90	Mariana T. Cornélio	Parque Tecnológico
16/09/2009	14h00min	90	Geraldo de Almeida	Parque Tecnológico
17/09/2009	08h00min	90	Norma de Conti	Parque Tecnológico
17/09/2009	10h30min	90	Maria Nazareth Veronese	Parque Tecnológico
18/09/2009	08h00min	90	Álvaro Gonçalves	Parque Tecnológico
18/09/2009	10h30min	90	Lúcia Pereira Rodrigues	Parque Tecnológico
18/09/2009	14h00min	90	Norma de Conti	Parque Tecnológico
29/09/2009	08h00min	90	Homera da Silva Braga	Parque Tecnológico
29/09/2009	10h30min	90	Aurea Cantinho	Parque Tecnológico
29/09/2009	14h00min	90	Homera da Silva Braga	Parque Tecnológico
30/09/2009	08h00min	90	Leonor Pereira Galvão	Parque Tecnológico
30/09/2009	10h30min	90	Sonia Maria P. da Silva	Parque Tecnológico
30/09/2009	14h00min	90	Leonor Pereira Galvão	Parque Tecnológico

Quadro 9 – Relação dos Shows de Energia realizados em São José dos Campos (continuação)

Data	Início	Alunos	EMEF	Local
01/10/2009	08h00min	90	Luiz Leite	Parque Tecnológico
01/10/2009	10h30min	90	Maria Nazareth Veronese	Parque Tecnológico
02/10/2009	08h00min	90	Luzia Levina A. Borges	Parque Tecnológico
02/10/2009	10h30min	90	Maria de Melo	Parque Tecnológico
02/10/2009	14h00min	90	Luzia Levina A. Borges	Parque Tecnológico
21/10/2009	16h00min	90	Público da Feira	UNIVAP - Feira Vale Tecnologia
22/10/2009	08h00min	90	Sonia Maria	UNIVAP - Feira Vale Tecnologia
22/10/2009	10h00min	90	Moacyr Benedicto de Souza	UNIVAP - Feira Vale Tecnologia
22/10/2009	14h00min	90	Sonia Maria	UNIVAP - Feira Vale Tecnologia
22/10/2009	16h00min	90	Público da Feira	UNIVAP - Feira Vale Tecnologia
23/10/2009	08h00min	90	Vera Babo de Oliveira	UNIVAP - Feira Vale Tecnologia
23/10/2009	10h00min	90	Ruth Nunes Trindade	UNIVAP - Feira Vale Tecnologia
23/10/2009	14h00min	90	Luzia Levina	UNIVAP - Feira Vale Tecnologia
23/10/2009	16h00min	90	Público da Feira	UNIVAP - Feira Vale Tecnologia
27/10/2009	08h00min	90	Norma de Conti	Parque Tecnológico
27/10/2009	10h30min	90	Álvaro Gonçalves	Parque Tecnológico
28/10/2009	08h00min	90	Maria Amélia Wakamatsu	Parque Tecnológico
28/10/2009	10h30min	90	Jacyra V. Baracho	Parque Tecnológico
29/10/2009	08h00min	90	Álvaro Gonçalves	Parque Tecnológico
29/10/2009	10h30min	90	Maria de Melo	Parque Tecnológico
Total de Alunos espectadores		7.650		

Uma análise mais detalhada sobre o grau de interferência e aproveitamento do Show por parte dos alunos está sendo realizada em outra pesquisa, que deverá culminar numa dissertação de mestrado, sendo que aqui coube destacar apenas informações quantitativas com relação ao número de “Shows” realizados.

Cabe registrar que, devido ao alcance do projeto, a mídia televisiva cobriu uma parte das ações de intervenção, mostrando aos expectadores uma reportagem sobre as apresentações do Show de Energia. A Figura 34 mostra um dos apresentadores do Show dando entrevista para uma rede local de televisão. A reportagem foi transmitida no dia 18/09/09 pela TV local.



Figura 34 – apresentador do Show de Energia dando entrevista para a reportagem local.

vi) Formação de estudantes

Devido ao grande número de apresentações do Show de Energia, bem como das diversas atividades que a realização desta pesquisa exigiu, um grupo de alunos dos cursos de graduação da UNESP – Campus de Guaratinguetá auxiliou na execução das ações aqui relatadas. Nos últimos quatro anos, cerca de vinte e cinco bolsistas fizeram estágios, muitos deles permanecendo até dois anos vinculados ao Laboratório, o que contribuiu significativamente para sua formação profissional. A seguir, serão apresentados alguns relatos das experiências passadas por eles, bem como suas impressões e principais contribuições que o período de estágio trouxe a eles. Tais informações foram enviadas por e-mail.

*“Não tenho um adjetivo mais ameno para descrever a oportunidade de ter trabalhado no Laboratório EMAS com as apresentações do Show de Energia, foi simplesmente maravilhoso! Uma experiência ímpar, sem igual! **Desenvolver um trabalho educacional da forma como fazíamos, “brincando” com os alunos e ao mesmo tempo mostrando-lhes como pode ser “descontraído” estudar e se informar, indiscutivelmente, forjaram em mim valores que não se aprende nos cursos de licenciatura.** Junto à equipe do laboratório, uma lição dentre todas aquelas aprendidas, posso dizer: **“Se o intuito é ensinar, nada melhor do que se divertir também!”**”* Victor Alves Amorim ¹ – graduado em Física (grifo nosso).

*“Tive a oportunidade de entrar para a equipe do Laboratório EMAS quando estava no segundo ano de faculdade de física da UNESP - Campus Guaratinguetá. E foi no laboratório que, dentre suas atividades, pude trabalhar com o Show de Energia. Foram aproximadamente três anos de Show de Energia/EMAS que **me fizeram aprender diversas partes do conhecimento que não se aprende em sala de aula, tanto de física quando de educação.** O fato de ter público diferente a cada apresentação, fez com que minha capacidade de lidar com situações variadas pudessem ser aproveitadas em sala de aula, **tendo subterfúgios para conseguir expressar melhor uma ideia quando uma pessoa não entende uma explicação.** Tal habilidade foi conquistada pelos estudos de cada experimento e convivência com amigos monitores que dividiam suas experiências. É impossível resumir apenas em palavras minha passagem pelo Laboratório EMAS visto que nosso trabalho foi em grande parte experimental, mas posso dizer que foi de grande crescimento profissional e pessoal. Pude conhecer pessoas que me ajudaram a crescer junto com elas e nos tornamos grandes amigos. Foi uma experiência recomendável a todas as pessoas que estão envolvidas direta ou indiretamente com física e educação.”*

Danilo Cotrim – estudante de Física (grifo nosso)

*“O Show de Energia foi o espetáculo de ciências mais legal, dinâmico e elaborado que já vi. Desde que vi o Show desejei participar e fora uma experiência maravilhosa. O contato com experimentos, pessoas e minha capacitação como monitor foi um trabalho fabuloso; cresci muito com esse, que foi meu primeiro emprego. Viajei para várias cidades, **conheci culturas diferentes e levei um pouco sobre o que é ciência para muita gente.** Ficava muito feliz em saber que o show contribuía não só para mim, mas para muitas outras pessoas. Espero que o projeto continue sólido e que eu possa ainda participar e ajuda-lo a crescer.”* João Paulo Rezende Leite – estudante de engenharia (grifo nosso)

*“Posso dizer que a melhor época da minha vida foi no laboratório EMAS, juntamente com a equipe do Show de Energia, onde aprendi muitas coisas, tanto científicas quanto pessoais para mim, as quais carrego comigo até hoje. **Sonho com o EMAS, com os equipamentos, com as apresentações, com os ensinamentos diários, e futuramente se Deus permitir, meu trabalho de pesquisa será nesta área.**”*

Alessandro P. Augusto – técnico em eletrônica (grifo nosso)

¹ Informações via e-mail, enviadas por: Alessandro (06/10/10); Victor (09/10/10); Danilo (12/10/10); João Paulo (12/10/10); Liana (27/10/10)

“Trabalhar junto aos projetos do Laboratório EMAS foi certamente uma experiência única. Com as atividades desenvolvidas, em destaque o Show de Energia, **construímos uma maneira de ensinar e educar de forma descontraída e divertida, sendo capaz de despertar o interesse, em alunos de diferentes faixas etárias, do conhecimento pela física e pela ciência no geral.** Porém, durante as atividades, nós integrantes do Laboratório EMAS éramos quem mais nos divertíamos e aprendíamos, pois pudemos desenvolver nossa capacidade de disseminar o conhecimento daquilo que mais gostamos. Certamente o período trabalhado no Laboratório EMAS contribuiu para que hoje eu possa tentar ser uma professora diferenciada, conseguindo atingir o objetivo de educar. Além disso, e não menos importante, o projeto me deixou grandes amigos, que mesmo não estando mais trabalhando juntos, eu tenho certeza de que posso contar com eles, e de que eles estarão por perto por mais bastante tempo.” Liana Dias Gonçalves – estudante de Física (grifo nosso).

Principais dificuldades em trabalhar com experimentos em sala de aula.

Embora o curso, em geral, tenha tido uma boa aceitação, fazendo com que professores que não tinham prática no desenvolvimento de atividades experimentais passassem a usar recursos didáticos, uma parcela dos professores indicou que a elaboração de experimentos demanda tempo em sala de aula e requer uma preparação prévia do ambiente e até mesmo dos experimentos, o que é verdade.

Problemas como alunos em excesso nas salas, carência de materiais e equipamentos nas escolas, a indisponibilidade de espaço físico apropriado, entraves operacionais e logísticos, além da falta de interesse de certos alunos, acabam prejudicando o bom andamento na utilização de experimentos nas aulas. Estes, porém, não devem ser barreiras para a inclusão de novas práticas nas aulas de Ciências. Faz-se necessário que outros cursos complementares sejam realizados nas Secretarias e Diretorias de Ensino. Cumpre enfatizar que mesmo os cursos que contam com cerca de 30 a 50 horas de capacitação ainda são insuficientes para preparar técnicas sobre o uso racional de energia, bem como motivar tais professores a aderirem à experimentação de forma plena.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Projeta-se que o consumo de energia nos países industrializados irá aumentar cerca de 1% a cada ano nas próximas décadas, enquanto nos países em desenvolvimento essa taxa de crescimento será de aproximadamente 4% ao ano. Se tais projeções se tornarem realidade, por volta de 2020, os países em desenvolvimento estarão consumindo mais energia que os países industrializados. Buscar alternativas que procurem diminuir o consumo de energia é de grande importância para toda a sociedade, e foi essa justamente a contribuição desta pesquisa.

A racionalização do uso da energia e a melhoria da eficiência energética são possíveis soluções para a redução dos impactos negativos ao meio ambiente, além de contribuírem para a conservação da energia e dos recursos naturais. Podem contribuir para um modelo de desenvolvimento que harmonize a viabilidade econômica com justiça social e preservação ambiental, constituindo a base da sustentabilidade.

Com o desenvolvimento das atividades programadas, foi possível contribuir para a geração de conhecimentos teóricos e práticos sobre o desenvolvimento de recursos didáticos em relação ao tema “Energia” no Ensino Básico e, principalmente, para o preparo do professor em relação ao tema em questão. Para se falar do tema é necessário ter conhecimentos mínimos de Física, o que justificou a atenção dada a este componente curricular na preparação dos cursos para os professores.

A proposta e as atividades do projeto ora iniciadas e testadas, podem e devem ser pesquisadas mais profundamente e em âmbitos diferenciados. Com isso é possível replicar os conhecimentos aqui gerados e, assim, disseminá-los à sociedade. Desta forma, os recursos didáticos desenvolvidos poderão ser produzidos em escala comercial para ampliar o número de beneficiados, gerando empregos e promovendo uma cultura sobre o uso racional da energia que atinja toda a sociedade brasileira.

Quanto ao problema da pesquisa que aborda “a melhor forma de se trabalhar o tema Energia e Eficiência Energética nas aulas de Ciências no Ensino Básico”, com o término da pesquisa concluiu-se que:

i) A formação do professor é assunto de fundamental importância para a efetivação de qualquer abordagem transversal ao currículo. Dada a grande variedade

de experimentos e demonstrações na área pesquisada, qualquer formação complementar dedicada ao professor pode ser facilmente enriquecida com recursos didáticos simples e, dependendo da disponibilidade de investimentos, equipamentos mais sofisticados. É interessante destacar que a prática pedagógica, além de utilizar bases conceituais, deve utilizar recursos didáticos adicionais sempre que oportuno, uma vez que foi constatado que a utilização dos mesmos desperta o interesse dos alunos.

ii) Livros, revistas, “sites” na internet são fontes de informações que podem ajudar a incrementar as aulas estritamente expositivas. Basta que para isso o professor sinta-se motivado e conte como auxílio de uma equipe pedagógica que o assessorie com recursos e estimule a formação complementar, seja por meio das horas de trabalho coletivo do professor, ou promovendo debates com os outros professores envolvidos.

iii) No que concerne às novas tecnologias, a internet aparece como um recurso poderoso, mas também perigoso, para a educação da população. Poderoso por permitir que sejam desenvolvidos jogos, animações, filmes com tecnologia em 3D e diversos aplicativos que hoje se multiplicam rapidamente nos celulares e em outros aparelhos portáteis. Perigoso por permitir que as crianças e adolescentes passem mais horas do seu tempo em computadores jogando e acessando materiais que pouco contribuem para formação pessoal e profissional desses cidadãos. Unir recursos didáticos interativos de forma a dar uma recompensa imediata e ainda aguçar a curiosidade desta parcela da população pode ser uma importante forma de promoção e concretização de estratégias de difusão em massa de uma cultura pró-eficiência energética.

iv) A pesquisa realizada na área de Educação em Energia e Eficiência Energética, procurando referências em universidades, centros de pesquisa, empresas do setor energético, órgãos públicos, ministérios e analisando projetos pilotos realizados em escolas, permitiu constatar que, utilizando recursos específicos, metas sobre economia de energia podem ser atingidas e monitoradas nas casas dos consumidores. Apresentar resultados sobre consumo e economia residencial de energia pode ser passível de mensuração, cabendo para isso realizar um trabalho estatístico com a parcela estudada, bem como contar com o apoio das empresas geradoras e distribuidoras de energia.

v) A preparação de todos os recursos didáticos para o desenvolvimento da pesquisa contou com o apoio de cerca de vinte estudantes de graduação em física e engenharia, além de cinco técnicos em mecânica ou eletrônica, que passaram por períodos de estágio no Laboratório. Estes alunos, além de desempenharem suas funções no estágio, tiveram a oportunidade de enriquecer seus conhecimentos nas áreas de Física, Energia e Meio Ambiente. Tiveram contato com dezenas de experimentos empregados nas apresentações do Show de Energia, Mostra de Energia e na capacitação dos professores, tendo a oportunidade de vivenciar situações reais de aprendizagem tanto entre alunos, quanto com grupos de professores. Para estes alunos que trabalharam juntos, o aprendizado e a oportunidade de vivenciar um trabalho com o tema energia também foi um resultado positivo da pesquisa, tendo em vista depoimentos já citados anteriormente.

Resultados práticos de economia de energia poderão aparecer de médio a longo prazo, desde que outros projetos e pesquisas na área educacional sejam realizados em escala nacional. Como resultado imediato, pode-se destacar a experiência disseminada entre alunos do Ensino Básico, professores de ciências e alunos da graduação que foram atingidos pelas ações aqui desenvolvidas. Tais ações contribuíram para a inserção e debate do assunto energia nas escolas e também no meio acadêmico.

Mais do que apresentar e relacionar conhecimentos sobre o tema, a pesquisa também contribuiu para a difusão da ciência e da tecnologia mediante a utilização de recursos já discutidos. Em especial, a área da Física foi muito valorizada, visto que todos os tópicos relacionados à energia necessitam de domínios específicos desta área, que, se devidamente trabalhada no Ensino Básico, constituem, definitivamente, um dos melhores meios de se fazer o cidadão usar a energia com consciência. O Show e a Mostra de Energia, cujo objetivo é sensibilizar e estimular os alunos, em associação com a capacitação de professores, é uma forma adequada para promover uma mudança de comportamento nos consumidores finais de energia.

Outro fator de destaque remete à contribuição para o avanço na questão dos Parâmetros Curriculares Nacionais, especificamente no desenvolvimento de competências e habilidades, articulando conhecimento científico e tecnológico numa

perspectiva interdisciplinar, visto que esta questão foi amplamente trabalhada na pesquisa.

Mediante a avaliação das atividades, foi possível constatar que boa parte dos professores e alunos envolvidos na realização desta pesquisa apresentaram um ganho de aprendizagem, conforme discutido anteriormente. Se tais ações de intervenção forem futuramente replicadas, poderão atingir uma vasta parcela da população jovem, contribuindo para a formação de futuros profissionais e influenciando direta e indiretamente na melhoria e na manutenção da eficiência energética nacional.

Espera-se, portanto, que por meio de uma exposição didática de conteúdos relativos às questões energéticas, os alunos tenham uma visão mais completa e crítica dos problemas relativos ao consumo de energia e seu impacto para o meio ambiente. Estes alunos, num futuro próximo, serão os elementos catalisadores para uma possível mudança cultural e poderão se tornar cidadãos mais conscientes de seus direitos e deveres para com a sociedade.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREWS, J.; JELLEY, N. **Energy Science: Principles, Technologies, and Impacts**. 1.ed. New York: Oxford University Press, 2007. 328p.

ALLIANCE TO SAVE ENERGY. **Students Leading the Way 2008-2009 – Energy Saving Success Stories From Southern California**. Washington. California Energy Commission. 2009. 133p.

AKAMATSU, J. I. **“Projetos Interdisciplinares e as Novas Tecnologias: Experiência Piloto no Ensino Médio” Relatório do “Projeto Rio Paraíba do Sul: Preservando o Futuro**. FAPESP, 2005. v.2

ARAÚJO, M.S.T.; ABIB, M.L.V.S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.25, p. 176-194, 2003.

ARMSTRONG, F.; BLUNDELL, K. **Energy... Beyond Oil**. 1.ed. New York: Oxford University Press, 2007. 229p.

AXAOPOULOS, P.; PITSILIS, G. Energy Software Programs for Educational Use. **Renewable Energy**, Greece, v.32, p.1045-1058, aug. 2007.

BÉLGICA. European Commission. **Energy Futures: The Role of Research and Technological Development**. Itália, Office for Official Publications of the European Communities, 2006. 68p.

BERMANN, C. **Energia no Brasil: para que? Para quem? Crise e Alternativas para um País Sustentável**. 1.ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004, 139p.

BHATTACHARYA, S.C. Renewable Energy Education at the University Level. **Renewable Energy**, Pathumthani, v. 22, p.91-97, 2001.

BOJIC, M. Education and Training in Renewable Energy Sources in Serbia and Montenegro. **Renewable Energy**, Yugoslavia, v. 29, p.1631-1642, feb. 2004.

BOYLE, G. **Renewable Energy: Power for Sustainable Future**. 2^a ed. New York: Oxford University Press, 2004. 452p.

BOYLE, G.; EVERETT, B.; RAMAGE, J. **Energy Systems and Sustainability: Power for Sustainable Future**. 1.ed. New York: Oxford University Press, 2004. 619p.

BRANCO, A.M.; et al. **Política Energética e Crise de Desenvolvimento**. 1^a ed. São Paulo: Editora Paz e Terra S/A. 2002. 285p.

BRASIL. MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**: Bases Legais, Brasília: MEC.2000.

BRASIL. MEC. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. MME. **Plano Nacional de Energia 2030**. 2008. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pne/forms/empreendimento.aspx>>. Acesso em: 20 Ago. 2010.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030 – Eficiência Energética**. Rio de Janeiro, Gráfica da Eletrobrás, 2007. 244p.

BRASIL, PROCEL EDUCAÇÃO. **PROCEL Educação: Programa de Educação para Eficiência Energética “Ensino Básico”**. São Paulo, MME, 2005, 48p.

CASTRO, C.M. **O Futuro de um País sem Ciência**. 1ª ed. São Paulo: ed. Brasília: UNECO Instituto Sangari, 2009. 16p.

CARRARA, K. . Entre a Utopia e o Cotidiano: uma Análise de Estratégias Viáveis nos Delineamentos Culturais. **Revista Psicolog**, v. 1, p. 42-54, 2008.

CALIFORNIA INSTITUTE FOR ENERGY AND ENVIRONMENT. Using Experiments to Foster Innovation and Improve the Effectiveness of Energy Efficiency Programs. 1.ed. California, 2008. 2. Disponível em: <http://uc-ciee.org/downloads/exp_design_wpsumm.pdf>. Acessado em: 28/10/10.

CLOSE, J. The Hong Kong Schools Solar Education Program. **Solar Energy Materials & Solar Cells**, Hong Kong, v. 75, p.739-749, 2003.

COLORADO RENEWABLE ENERGY SOCIETY. Realistic Strategies for Our Future. 1.ed. Colorado, 2004. 7p. Disponível em: <http://www.globalproblems-globalsolutions-files.org/unf_website/PDF/testimony/Energy_Strategy_TEW.pdf>. Acessado em 01/11/10.

COMISSÃO EUROPEIA. **Educação em Matéria de Energia**. 1.ed. Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais da Comunidade Européia, 2006. 40p.

CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIAS ENERGÉTICA, 9898., 2009, Belém. **A Contribuição do PROCEL Educação para a Conservação de Energia**. 2009a.

CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIAS ENERGÉTICA, 9898., 2009, Belém. **Cursos Realizados no Projeto de Disseminação de Informações em Eficiência Energética**, 2009b.

CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIAS ENERGÉTICA, 9898., 2009, Belém. **Ações de Eficiência Energética Realizadas pelo Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico**, 2009c.

CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIAS ENERGÉTICA, 9898., 2009, Belém. **Mobilidade Acadêmica: Estratégias para Formação de Multiplicadores em Eficiência Energética**. 2009d.

CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIAS ENERGÉTICA, 9898., 2009, Belém. **Atuação do LEENER no Combate ao Desperdício de Energia Elétrica**. 2009e.

CRESWELL, J.W. **Projeto de Pesquisa: Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed Editora S.A., 2007. 248p.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. 1.ed. São Paulo: Editora Cortez, 1992. 207p.

DIAS, R.A. **Desenvolvimento de um modelo educacional para a conservação de energia**. 2003. 130f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá.

DIAS, R.A.; MATTOS, C.R.; BALESTIERI, J.A.P. **Uso Racional de Energia: Ensino e Cidadania**. 1ª ed. São Paulo: Editora UNESP, 2006. 189p.

DORIAN, J. P.; FRANSSEN, H. T.; SIMBECK, D. R. Global Challenges in Energy. **Energy Policy**, Bethesda, v.34, p.1984-1991, maio. 2005

DROEGER, Peter. **Urban Energy Transition: From Fossil Fuels to Renewable Power**. 1st ed. Netherlands: Elsevier. 2008. 655p.

ECO, Humberto. **Como se Faz Uma Tese**. 22^a ed. São Paulo: Editora Perspectiva S.A. 2009. 174p.

ELETROBRAS **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL**. Rio de Janeiro: 2006. Disponível em <http://www.eletrobras.com.br/EM_Programas_Procel/default.asp> Acesso em: 15 jun 2006.

EREC EUROPEAN RENEWABLE ENERGY COUNCIL. **[R]evolução Energética: Perspectivas para uma Energia Global Sustentável**. 1.ed. Brussels: Renewable Energy House, 2008. 8p.

EUROPEAN COMMISSION – COMMUNITY RESEARCH. **Energy Futures: The Role of Research and Technological Development**. 1.ed. Italy: Publications Office, 2006. 68p. Disponível em <ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/energy/docs/energy_futures_en.pdf>. Acesso em 25/10/10.

EXECUTIVE AGENCY FOR COMPETITIVENESS AND INNOVATION OF THE EUROPEAN COMMISSION. **Energy Education: Changing Their Habits in Our Lifetime**. 1.ed. Europa: AECI, 2009. 24p.

FALCONI, Vicente. **TQC: Teoria da Qualidade Total**. 2005

FILHO, João Alves. **Matriz Energética Brasileira: da Crise à Grande Esperança**. 1^a ed. Rio de Janeiro: Mauad Editora Ltda. 2003. 187p.

FISCARELLI, S.H. **I.D.F. – Índice de Desempenho no Fator: Sistema de Apoio à Pesquisa e Avaliação de Indicadores de Qualidade**. Faculdade de Ciências e Letras, UNESP. Araraquara, 1997.

FISCARELLI, S.H.; AKAMATSU, J.I. **Metodologia de Projetos na Educação Ambiental**. 1.ed. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica Ltda, 2008.154p.

FISCARELLI, P.E. **Biodiesel na Escola: uma Ferramenta Educacional para o Planejamento Energético**. 2010. 146f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá.

FLORIDA STATE UNIVERSITY. **Implementing Energy Education in Florida's High Schools: A Two Week Credit Institute for Teachers in North Florida**. Final Report – Volume II. Florida: ERIC, 1976. 102p.

FRIEDMAN, T.L. **Hot, Flat, and Crowded: Why the World Needs a Green Revolution – And How We Can Renew Our Global Future**. 1st ed. New York: Pinguin Books Ltd, 2006. 438p.

FURUKAWA, C.H. **A Energia Como um Tema de Estudos no Ensino de Física de Nível Médio: Uma Abordagem Interdisciplinar e Contextualizada – Um Estudo de Caso**. 1999. 197f. Dissertação (Mestrado em Energia), Universidade de São Paulo.

FUSARO, P.C.; VASEY, G.M. **Energy and Environmental Hedge Funds: The New Investment Paradigm**. 1st ed. Singarope: Johm Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd, 2006. 215p.

GASPAR, A. **Experiências em Ciências**. 1.ed. São Paulo: Editora Ática, 2003. 328p.

GASPAR, Alberto. **Física V. 1. Mecânica - V. 2. Ondas, Óptica e Termodinâmica - V. 3. Eletromagnetismo e Física Moderna**. 2^a ed. São Paulo: Editora Ática, 2009. 326p.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 3.ed. São Paulo, EDUSP – Editora da Universidade de São Paulo, 2008. 399p.

GOLDEMBERG, J.; VILLANUEVA, L.D. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento** 2ª ed. São Paulo: Edusp – Editora da Universidade de São Paulo, 2003. 226p.

GRIMONI, J.A.B.; GALVAO, L.C.R.; UDAETA, M.E.M. **Iniciação a Conceitos de Sistemas Energéticos para o Desenvolvimento Limpo**. 1.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004. 312p.

HAMBURGUER, E.W.; MATOS, C. **O Desafio de Ensinar Ciências no Século XXI**. 1ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. 349p.

HALLIDAY, R.; RESNICK, D.; WALKER, J. **Fundamentos de Física – Vol. I - Mecânica**, 8.ed. São Paulo: Livros Técnicos E Científicos Editora S.A. 2009a. 368p.

HALLIDAY, R.; RESNICK, D.; WALKER, J. **Fundamentos de Física – Vols. II – Gravitação e Ondas**. 8.ed. Livros Técnicos E Científicos Editora S.A. 2009b. 310p.

HALLIDAY, R.; RESNICK, D.; WALKER, J. **Fundamentos de Física – Vols. III – Eletromagnetismo**. 8. ed. Livros Técnicos E Científicos Editora S.A. 2009c. 396p.

HERNANDEZ, F.; VENTURA, M. **A Organização do Currículo por Projetos de Trabalho**. 5.ed. Porto Alegre: Artes Médicas., 1998. 195 p.

HEWITT, P.G. **Física Conceitual**. 9.ed. Porto Alegre: ARTMED Editoras S.A., 2002, 685p.

HINRICHS, R.; KLEINBACH, H. **Energia e Meio Ambiente**. 2.ed. São Paulo: Thomson Pioneira, 2005. 496p.

HOBSBAWM, E. **Era dos Extremos: O Breve Século XX: 1914-1991**. 2ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2005. 598p.

INTELLIGENT ENERGY EUROPE. **EYEManager Guide**. [s.l.: s.n.] [2009?] disponível em <http://www.eyemanager.eu/toolkit/EYEManagerGuide_VF.pdf>. Acesso em 24/10/10.

INTELLIGENT ENERGY EUROPE. **Energy Education: Changing their Habits in our Lifetime**. [s.l.] Publications Office. 2009. Disponível em <http://ec.europa.eu/energy/intelligent/library/doc/ka_reports/education09_en.pdf>. Acesso em 03/10/10.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Promoting Energy Efficiency Best Practice in Cities - A Pilot Study**. 1st ed. California: ICLEI, 2008. 33p.

IRELAND. Department of Education and Science. **Using Minimum Energy in Ireland Schools**. Tullamore: PEB, 2007. 6p.

JENNINGS, P.; LUND, C. Renewable Energy Education for Sustainable Development. **Renewable Energy**. Murdoch, v. 22, p.113-118, 2001.

JENNINGS, P.; New Directions in Renewable Energy Education. **Renewable Energy**, Murdoch, v. 34, p.435-439, jul. 2008.

KANDPAL, T.C.; GARG, H.P. Renewable Energy Education for Technicians / Mechanics. **Renewable Energy**, New Delhi, v. 16, p. 1220-1224, 1999.

LEIDLER, Keith J. **Energy and The Unexpected**. 1st ed. New York: Oxford University Press, 2002. 146p.

LEITE, A.D. **A Energia do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2007. 658p.

LUND, C.P.; JENNINGS, P. The Potencial, Practice and Challenges of Tertiary Renewable Education on the World Wide Web. **Renewable Energy**. Murdoch, v. 22, p.119-125, 2001.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 6.ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2005. 316p.

MACHADO, N.J. **Educação: Projetos e Valores**. São Paulo: Editora Escrituras, 2000. 155p.

MARKHAM, T.; LARMER, J.; RAVITZ, J. **Aprendizagem Baseada em Projetos: Guia para Professores de Ensino Fundamental e Médio** 2.ed. Porto Alegre: Artmed Editora S.A., 2008. 200p.

MARKHAM, T.; LARMER, J.; RAVITZ, J. **Project Based Learning Handbook**. 2.ed. California: Quinn Essentials Books and Printing, 2003. 179p.

MARTINS, A. R. Sobre os Recursos de Ensino. **Revista Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, v. 25, p.7-11, 1997.

MATOS, C; et al. **Ciência e Arte: Imaginário e Descoberta**. 1.ed. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 2003. 322p.

MONTEIRO, E.; GONZÁLEZ, M.J. Student Engagement in a Structured Problem-Based Approach to Learning: A First-Year Electronic Engineering Study Module on Heat Tranfer. **IEEE Transactions on Education**. New Mexico, v.53, n.2, p.214-221, may. 2009

NATIONAL ENERGY EDUCATION DEVELOPMENT: **National Energy Education Development Project: Putting Energy into Education**. 1st ed. Virginia: NEED, 2008. 28p.

NATIONAL ENVIRONMENT EDUCATION END TRAINING FOUNDATION:
Americans' Low "Energy IQ:" A Risk to Our Energy Future – Why America Needs a Refresher Course on Energy. 1st ed. Roper, 2002. 60p.

NEWMAN, Sheila. **The Final Energy Crisis.** 2nd ed. London: Pluto Press, 2008. 324p.

NIELE, F. **Energy: Engine of Evolution.** 3rd ed. Amsterdam: Elsevier, 2007. 190p.

NOGUEIRA, N.R. **Pedagogia de Projetos: uma Jornada Interdisciplinar Rumo ao Desenvolvimento de Múltiplas Inteligências.** 3.ed. São Paulo: Editora Érica, 2001. 220p.

PASSOS, C. O; MELO, D. P. D'Avila. Os Recursos Audiovisuais e a Teoria Prática. **Revista Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, v.21, p.8-17, 1992.

PAUL, Bill. **Future Energy: How de New Oil Industry Will Change People, Politics and Portfolios.** 1st ed. John Wiley & Sons: New Jersey, 2007. 226p.

PETROBRAS **Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural – CONPET.** Rio de Janeiro: 2006. Disponível em <<http://www.conpet.gov.br>> Acesso em: 12 jun. 2010.

PIRES, A.; FERNANDEZ, E.F.; BUENO, J. **Política Energética para o Brasil: Proposta para o Crescimento Sustentável.** 1^a ed. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira S.A., 2006. 335p.

PORTO, Mauro F.P. **O Crepúsculo do Petróleo – Acabou-se a Gasolina, Salve-se quem Puder!.** 1. ed. Rio de Janeiro: BRASPORT Livros e Multimídia Ltda, 2006. 142p.

RAMOS, E.M.F. **Brinquedos e Jogos no Ensino de Física**. 1990. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Universidade de São Paulo.

REIS, L.B.; CUNHA, E.C.N. **Energia Elétrica e Sustentabilidade: Aspectos Tecnológicos, Socioambientais e Legais**. 1.ed. Barueri: Editora Manole Ltda, 2006. 243p.

RIFKIN, Jeremy. **A Economia do Hidrogênio**. 1ª ed. São Paulo: M. Books do Brasil Editora Ltda, 2003. 301p.

RISTINEN, R.A.; KRAUSHAAR. **Energy and The Environment**. 2nd ed. Hoboken: John Wiley & Sons Inc., 2006. 365p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado da Educação, **Proposta Curricular para o ensino do Estado de São Paulo**, 1992.

SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, XIV, 1997, Belém. **Estimativa do Potencial de Conservação de Energia Elétrica no Setor Residencial Brasileiro**. Belém: Anais... 1997.

SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, XV, 1999, Foz do Iguaçu. **Atitudes do Consumidor Brasileiro Quanto à Conservação de Energia Elétrica**. Foz do Iguaçu: Anais... 1999.

SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. XVI, 2001, Campinas. **Discussão de critérios para o desenvolvimento de um modelo educacional voltado à conservação de energia**. Campinas: SNPTEE, 2001.

SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. XVII, 2003, Uberlândia. **Uma Pesquisa de Mudança de Hábitos e**

Comportamentos de Consumidores Residenciais Durante o Racionamento de Energia. Uberlândia: SNPTEE, 2003.

SHAH, S. **A História do Petróleo.** 1ª ed. Porto Alegre: L&PM Editores, 2007. 240p.

SILVA, F.E. **Uso Racional de Energia na Classe Residencial: Estudo de Caso com Alunos do Ensino Médio.** 2006. 224 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia. Guaratinguetá.

TEIXEIRA, R.C. **Desenvolvimento de Tecnologia Educacional para Uso Racional de Energia.** 2008. 142f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá.

TERTZAKIAN, P.; HOLLIHAN, K. **The End of Energy Obesity: Breaking Today's Energy Addiction for a Prosperous and Security Tomorrow.** 1st ed. New Jersey: John Wiley & Sons Inc, 2009. 296p.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação.** 14ª ed. aum. São Paulo: Cortez Editora, 2005. 132p.

TIMON, Wehnert et al. **European Energy Futures 2030: Technology and Social Visions From The European Energy Delphi Survey.** 1st ed. Berlin: Springer, 2007. 231p.

TIPLER, Paul A. **Física para Cientistas e Engenheiros - Vol. 1.** 5ª ed. São Paulo: Editora LTC, 2006a. 793p.

TIPLER, Paul A. **Física para Cientistas e Engenheiros - Vol. 2.** 5ª ed. São Paulo: Editora LTC, 2006b. 596p.

TIPLER, Paul A. **Física para Cientistas e Engenheiros - Vol. 2.** 5ª ed. São Paulo: Editora LTC, 2006c. 324p.

TOYOHARA, D. K. Q.; SENA, G. J. de; ARAÚJO, A. M. A.; AKAMATSU, J. I. **Aprendizagem Baseada em Projetos – uma nova Estratégia de Ensino para o Desenvolvimento de Projetos.** Anais do PBL 2010 Congresso Internacional. São Paulo, Brasil.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, **Global Environment Outlook 4 – Environment for Development.** 1st ed. Nairobi: Progress Press LTD, 2007. 212p.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, **CCCC Kick the Habit: a UN Guide to Climate Neutrality.** 1st ed. Nairobi: Progress Press LTD, 2010. 212p.

UNITED NATIONS, **World Populatio to 2300.** 1st ed. New York: [s.n.], 2004. 254p.
Disponível em
<<http://www.un.org/esa/population/publications/longrange2/WorldPop2300final.pdf>>

UNITED STATE OF AMERICA. Department of Energy. **Bright Ideas for Teaching About Energy: Start an Energy Services & Technology Program at Your College.** Washington, DC: ATEEC, 2002. 148p.

UNITED STATE OF AMERICA. Department of Energy. **Energy Education Resources: Kindergarten through 12TH Grade.** Washington, DC: NEIC, 2006. 131p.

UNITED STATE OF AMERICA. Department of Energy. **School Operations and Maintenance: Best Practices for Controlling Energy Costs.** Washington, DC: OEERE, 2004. 132p.

UNITED STATE OF AMERICA. Environmental Protection Agency. **Energy Stars – and Other Climate Protection Partnerships – 2007 Annual Report.** Washington, DC: EPA, 2007a. 8p.

UNITED STATE OF AMERICA. Environmental Protection Agency. **Energy Stars – Overview of 2008 Achievements**. Washington, DC: EPA, 2009. 5p.

UNITED STATE OF AMERICA. Environmental Protection Agency. **Energy Stars – The Power to Protect the Environment through Energy Efficiency**. Washington, DC: EPA, 2007b. 8p.

UNITED STATE OF AMERICA. The National Environmental Education & Training Foundation. **Americans' Low "Energy IQ:" A Risk to Our Energy Future. Why America Needs a Refresher Course on Energy**. Washington, DC: EPA, 2002. 60p.

UNITED STATE OF AMERICA. United Nations. **World Population to 2300**. New York, United Nations Publication, 2004. 254p.

ZAIN, A.N.M.; SULAIMAN, F. Physics Students' Conceptions of Energy and Technological Development in Energy. **Renewable Energy**, Penang, v.14, p. 415-419, 1998.

ZOGRAFAKIS, N.; MENEGAKI, A.N.; TSAGARAKIS, K.P. Effective Education for Energy Efficiency. **Energy Policy**, Greece, v. 36, p.3226-3232, jun. 2008.

WERTHEIN, J.; CUNHA, C. **Ensino de Ciências e Desenvolvimento: o que Pensam os Cientistas**. 2^a ed. Brasília: UNECO Instituto Sangari, 2009. 276p.

WIRTH, T.E. **The Future of Energy Policy: Oil Dependence, Foreign Policy, and the Need for a New Energy Strategy**. New Haven: Yale School of Forestry and Environmental Studies, 2003. 9p.

WOLFSON, R. **Energy, Environment and Climate**. 1st ed. London: W.W. Norton & Company Ltd, 2008. 532p.

APÊNDICE A

EXPERIMENTOS E PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS PARA USO RACIONAL DE ENERGIA

Objetivo: Adequar um curso de capacitação sobre o tema “Energia” para professores do Ensino Básico – Ciclo II.

Proponentes:

Fábio Esteves da Silva – Doutorando em Energia – Depto de Eng. Elétrica

Prof. Dr. Janio Itiro Akamatsu

UNESP – Campus de Guaratinguetá – Depto de Eng. Elétrica

Publico Alvo: Professores de Ciências do Ciclo II da Secretaria Municipal de Educação de S.J. Campos

Duração: O curso terá duração total de 20 horas divididas em 8 encontros. Para a efetivação da capacitação, os professores participantes farão uso do HTPC

Meta: Capacitar 30 professores da área de Ciências num período de 21 horas. Será realizado um curso piloto com 30 professores no segundo semestre de 2.008.

Certificação: Via Secretaria Municipal de Educação de São José dos Campos

➤ IDÉIAS INICIAIS PARA A ELABORAÇÃO DO CURSO

O problema:

“ Estamos esgotando os recursos naturais da Terra.

Como garantir a sobrevivência das espécies atuais e futuras? ”

Questões norteadoras:

Como contribuir para o uso racional de energia na sociedade?

Quais recursos didáticos devem ser usados.

Qual a melhor maneira para tratar a experimentos de ciências em sala de aula?

Desenvolvimento de Competências:

Desenvolvimento de características multidisciplinares

Estimular a experimentação em sala de aula

Treinamento experimental

Roteiro Básico:

Proposta de uma questão de pesquisa (problema / projeto)

Professor aborda de maneira geral e temática e discute com os alunos seus conhecimentos prévios

Estudantes vão trabalhar em grupo ou independentemente, na busca de informações e na pesquisa sobre o tema

Informações trazidas por todos serão discutidas e integradas no contexto do problema

Informações do grupo, ou grupos, é compartilhada entre todos

Metodologia:

ABP (aprendizagem baseado em projetos), do inglês PBL (Project Based Learning). A justificativa pela escola desta metodologia pode ser encontrada observando suas principais características:

Busca a interdisciplinaridade

Aborda conteúdos considerados úteis para o esclarecimento e a resolução de um problema / projeto

- Enfatiza o trabalho em grupo (equipe de um projeto)
- Promove o trabalho cooperativo
- O aprendizado centrado no aluno ou o aprendizado auto-dirigido
- Os professores que atuam como tutores / orientadores

➤ TÓPICOS ABORDADOS NO CURSO

Conteúdo:

Parte Teórica

- Conceitos de Energia
- Profundidade da Energia na Sociedade Moderna
- Recursos Energéticos
- Projeções energéticas
- Energia, Meio Ambiente e Sociedade
- Políticas energéticas
- O lado social da energia
- Divulgações em meios de comunicação

Parte Prática

- Explorando a Energia
- Experimentação em sala de aula

➤ EXPERIMENTOS ABORDADOS

Mecânica

1. Looping de Bancada
2. Usina Hidroelétrica

3. Plataforma giratória
4. Centro de Gravidade
5. Carro movido a ar
6. Hemisférios de Magdeburg
7. Ondas Sonoras
8. Cuba de Vácuo
9. Pressão X Profundidade
10. Bebedouro, Pipeta
11. Tampando a água com papel
12. Amassando lata de refrigerante

Elettricidade e Eletromagnetismo

1. Átomo PET
2. Pêndulo Elétrico
3. Bexiga no cabelo
4. Garrafa de Leyden
5. Simulador de Resistência Elétrica Variável
6. Campo Magnético
7. Transformador de Baixa Tensão
8. Eletroímã
9. Eficiência Energética
10. Bobina de Tesla
11. Gerador de Van der Graff
12. Máquina de Winshurst
13. Motor Elétrico

Termodinâmica

1. Experiências com calor
2. Experiências com baixas temperaturas
3. Propagação do Calor

4. Explosão
5. Motor a explosão
6. Turbinas
7. Foguetes
8. Máquina Térmica
9. Termoelétrica

Outras Atividades

Sentindo a Energia:

Show de Energia

Mostra de Energia

Experimentação em sala de aula

Mais exemplos de atividades previstas com alunos

Levantamento de carga

Histórico de consumo

Análise de hábitos de consumo

Análise de consumo de equipamentos elétricos

Calculo do Foot-print

Produção científica ou artística (projeto, artigo, matéria, folder, vídeo, peças teatrais, músicas, outros)

APÊNDICE B

ROTEIROS DE EXPERIMENTOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE FÍSICA & USO RACIONAL DE ENERGIA

ÍNDICE

Exp. 1	Bolha de Ar	156
Exp. 2	Plano Inclinado	159
Exp. 3	Centrífuga	162
Exp. 4	Dinamômetro	164
Exp. 5	Disco Flutuante	167
Exp. 6	“ <i>Looping</i> ” de Mesa.	169
Exp. 7	João Bobo	172
Exp. 8	PET Inercial	174
Exp. 9	Vasos Comunicantes	176
Exp. 10	Fervendo Água no Papel / Plástico	178
Exp. 11	A Espiral Girante	181
Exp. 12	Eletrização Canudo / Bexiga / Pêndulo Eletrostático.	183
Exp. 13	O Efeito Joule	186
Exp. 14	Imãs / Campo Magnético	188
Exp. 15	Bússola	190
Exp. 16	Eletroímã	192
Exp. 17	Motor Elétrico	194
Exp. 18	Gerador de Van de Graaff	196

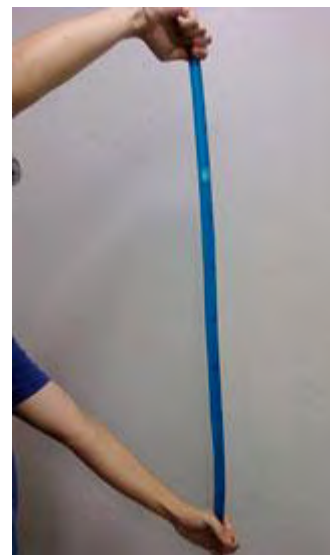
01 BOLHA DE AR

Problema:

“Por quê a bolha de ar sobe? ”

Objetivo:

Pretende-se com o experimento demonstrar os conceitos que se referem ao Movimento Retilíneo Uniforme (MRU).



Introdução:

Por meio de um experimento simples de construir, e que pode ser desenvolvido pelos alunos, serão abordados os conceitos de movimento retilíneo uniforme. Nesse experimento usaremos materiais tais como mangueira, água e rolha. Após algumas demonstrações e anotações de alguns resultados, pode-se chegar à constatação do MRU.

Conceitos envolvidos:

Todo corpo, quando está se deslocando no espaço, realiza um movimento, retilíneo ou curvilíneo, e apresenta o que chamamos de velocidade.

O conceito de velocidade está relacionado com o espaço percorrido por um corpo em um determinado tempo. Pode haver movimentos acelerados (nos quais a velocidade varia com o tempo) e movimento uniforme em que a velocidade é constante e a aceleração é nula. As equações básicas para o MRU são:

$$v = \Delta s / \Delta t$$

Onde:

v = velocidade [m/s]

$\Delta s = S - S_0$ = variação da posição [m]

$\Delta t = t - t_i$ = intervalo de tempo [s]

S = posição final [m]

S_0 = posição inicial [m]

$$S = S_0 + v \cdot t \text{ ou}$$

Material utilizado:

1 m de mangueira transparente 3/4"

2 rolhas

Corante alimentício

Água

1 cronômetro ou relógio que tenha em mãos

1 caneta permanente para CD

Montagem do equipamento:

1. Com a caneta, marque a mangueira fazendo traços espaçados a cada 10 cm.
2. Vede uma das extremidades da mangueira com uma rolha.
3. Encha a mangueira com água misturada com um pouco do corante.
4. Após enchê-la, deverá sobrar um espaço vazio de cinco centímetros em sua extremidade aberta. Nesse espaço será colocada a outra rolha para vedar e sobrar um espaço entre a rolha e a água, que será a bolha de ar.

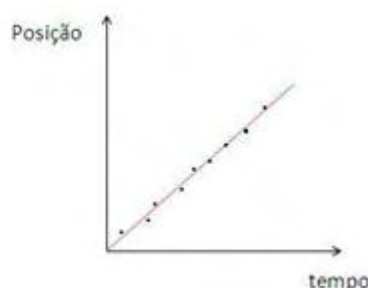
Procedimentos:

- 1) Inicie o experimento invertendo a mangueira para que a bolha suba.
- 2) Espere que ela percorra 10 cm para garantir que já esteja em movimento uniforme.
- 3) Peça aos alunos que cronometrem o tempo que a bolha leva para passar a cada marcação de dez centímetros. Após esse procedimento, faça uma tabela relacionando os valores de tempo com os respectivos espaços percorridos. Repita o procedimento e anote algumas sequências de dados.
- 4) Plote cada par de valores obtidos nessa tabela em um gráfico cartesiano de “Posição” x “Tempo”.
- 5) Calcule a velocidade referente a cada par (velocidade instantânea) e, no final, faça uma média com esses valores para obter a denominada “velocidade média”.

Ex. de tabela de dados

S(cm)	t(s)
S1	t1
S2	t2

Ex. de gráfico



Resultados:

No MRU, o valor da velocidade média é o mesmo que o valor da velocidade instantânea. Após dizer isso aos alunos, e observando os valores das velocidades obtidas, pode-se discutir o motivo das velocidades instantâneas serem sutilmente diferentes. Tal fenômeno se dá pela imprecisão de nossas medidas e também pela existência de atrito entre as paredes do cano com a bolha e a água.

Quando os alunos colocarem esses pontos no gráfico, verão que os mesmos formarão algo próximo de uma reta, que é o resultado esperado. Para unir todos esses pontos em uma reta, deverá ser traçada a reta média. Esta reta nos mostra que a distância e o tempo variaram com a mesma proporção, logo temos uma velocidade constante.

Contextualização:

Exemplos de movimentos uniformes podem ser encontrados em situações tais como o movimento de uma escada rolante logo após o seu acionamento. Todos os degraus passam a ter a mesma velocidade enquanto ela estiver ligada. Quando um paraquedista salta de um avião, inicialmente, sua massa é acelerada pela força da gravidade e, logo após alguns segundos, quando a força peso igualar-se à força de resistência do ar, ele desce com velocidade constante. Esse efeito é o mesmo da bolha de ar na água, o que diferencia as situações é o fluido no qual cada corpo está imerso.

Uma das constantes fundamentais da natureza diz respeito à velocidade da luz, sendo que um feixe de ondas eletromagnéticas, ao percorrer qualquer meio, apresenta uma determinada velocidade. Se for considerado o movimento de um feixe de luz no vácuo, sua velocidade é constante e da ordem de 300.000 km/s.

02 PLANO INCLINADO

Problema:

“Por que os objetos em movimento tendem a parar?”

Objetivo:

Com esse experimento, é possível demonstrar a lei da inércia, a conservação do momento linear e a força de atrito.



Introdução:

Esse experimento permite demonstrar a lei da inércia, como ocorre a conservação do momento linear e a dissipação de energia causada pelo atrito. Seus resultados podem ser contextualizados em vários exemplos do cotidiano, pois a conservação do momento linear está presente em ações do dia-a-dia, como mostrado abaixo no item contextualização. Para a verificação do proposto, serão executados dois experimentos bastante simples, cujo resultado pode ser observado e compreendido com facilidade.

Conceitos envolvidos:

A Primeira Lei de Newton, também chamada de **Lei da Inércia**, estabelece que todo objeto permanece em seu estado de repouso ou de movimento, a menos que seja obrigado a mudar seu estado por ação de uma força externa aplicada sobre ele.

Momento é um termo que possui vários significados na linguagem do dia a dia, mas apenas um na Física. Momento linear é definido por meio da equação $\mathbf{P} = \mathbf{m.v}$, onde m é a massa (em kg) e v é a velocidade (m/s). Tal termo pode ser mais facilmente entendido se dissermos que o momento linear é a medida do esforço necessário para levar uma partícula, em movimento, ao repouso. O momento linear sempre se conserva e, no caso de uma colisão, pode transferir movimento de um corpo para o outro.

A **força de atrito** é proporcional à **força normal** (força esta que se origina como resposta de uma superfície ao ser pressionada por uma força qualquer) que o carrinho aplica na lixa e ao coeficiente de atrito proporcionado pela superfície (a lixa, no nosso caso). A força de atrito pode ser calculada da seguinte maneira:

$$F_{at} = \mu \cdot F_N$$

$$F_{at} = \text{Força de atrito [N]}$$

$$\mu = \text{coeficiente de atrito [adimensional]}$$

$$F_N = \text{Força Normal [N]}$$

Material Utilizado:

Suporte de Madeira

- 1 carrinho pequeno (sugestão Hot Wheels)
- 1 lixa grossa no 36
- 1 lixa fina no 600
- 1 massa Epóxi
- 1 bola de gude pequena

1 bola de gude grande

- 1 lápis redondo ou qualquer caneta
- 1 rolo de durex
- 2 chumbadas pingo no 4
- 1 copinho de plástico transparente
- 1 tesoura
- 85 cm de canaleta para banner

Montagem do equipamento 1:

1. Coloque no capô do carrinho um pouco de massa epóxi.
2. Pressione a bolinha de gude sobre a massa epóxi, para moldar o formato da cola.
3. Retire a bolinha de gude e espere a massa epóxi secar com o formato dela.
4. Posicione a base de madeira em uma superfície plana.
5. Fixe, com a fita adesiva, o lápis perpendicularmente, a 4 cm da base de madeira.
6. Coloque a bolinha de gude sobre o carrinho.



Procedimento 1:

Posicione o conjunto carrinho e bolinha a uma determinada altura da rampa. O experimento consiste em deixar o carrinho descer a rampa e chocar-se com o lápis. Observe o que acontece com a bolinha logo após a colisão.

Montagem do equipamento 2:

1. Cole as canaletas de banner nas laterais do suporte de madeira.
2. Posicione o suporte de madeira de forma que tenha uma inclinação de aproximadamente 30 graus.
3. Coloque uma das lixas no final da rampa.
4. Alterne as lixas para constatar a diferença entre o atrito.
5. Para melhor observar o resultado, coloque um copo recortado (conforme a figura). Ele deverá atuar como um freio para o carrinho.



Procedimento 2:

A demonstração consiste em deixar o carrinho passar sobre as diferentes lixas e observar os resultados. Inicialmente, selecione a lixa fina e fixe-a na base da rampa. Posicione o carrinho no alto da rampa e solte-o. Note que, ao entrar em contato com a lixa, o carrinho deve perder velocidade até parar. Troque a lixa e coloque agora a mais grossa, repita o procedimento para constatar a diferença de atrito entre as duas lixas. Para melhor visualizar o fenômeno, pode-se posicionar o copo recortado sobre a lixa e repetir os procedimentos acima.

Resultados:

Exp 1) O carrinho descerá até atingir o obstáculo e, ao atingi-lo, ele pára. Contudo, estando apenas levemente presa ao carrinho, a bolinha de gude tende a continuar seu movimento, sendo lançada para frente. A idéia é a de que, ao mesmo tempo em que o carrinho pára devido à ação de uma força externa (aplicada pelo obstáculo), a bolinha continua o seu movimento pelo fato de estar fracamente ligada ao carrinho, não sofrendo, portanto, a ação de nenhuma força externa.

Exp 2) A força de atrito oferece resistência ao movimento de qualquer objeto, sendo que a presença das lixas ajuda a observar quão rapidamente um veículo pode parar. Variando as lixas, varia-se também o coeficiente de atrito entre as rodas do carrinho e a superfície. Desta forma, é possível constatar de modo prático o que tende a impedir o movimento e, quando se adiciona o copo recortado, uma força extra se opondo ao movimento é adicionada, causando uma maior desaceleração do carrinho.

Contextualização:

O princípio deste experimento pode ser observado ao ver uma bola de bilhar bater em outra que está parada e, após a colisão, ela se movimenta. Tal princípio também se evidencia em acidentes de carro, pois quando um carro colide com um obstáculo, ele pára devido à ação de uma força externa, mas se houver pessoas dentro do carro sem cinto de segurança, elas são lançadas para frente, assim como a bolinha de gude.

O atrito é muito importante para nossa vida pois, graças à sua ação, é possível andar e segurar objetos sem que eles escorreguem das mãos. Também se pode constatar o atrito ao andar de bicicleta e sentir o vento cada vez mais forte, conforme o movimento é acelerado. A esta força contrária ao movimento é dado o nome de força de arrasto, que nada mais é do que o atrito que o vento causa sobre objetos em movimento.

03 PRATOS GIRATÓRIOS

Problema:

“O que deixa a água parada no copo?”

Objetivo:

Abordar conceitos de aceleração “centrífuga”.

Introdução:

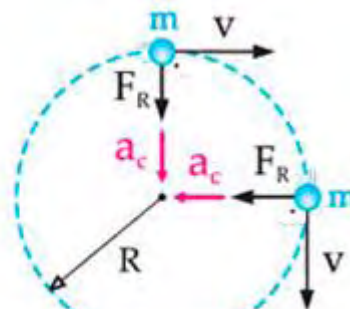
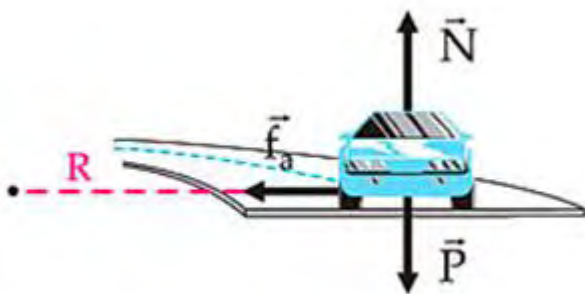
Com esta demonstração, por meio de um experimento simples e prático, que utiliza apenas materiais de fácil acesso como prato, barbante e copo plástico será abordado o conceito da aceleração centrípeta. O resultado é interessante e pode ser facilmente verificado.

Conceitos envolvidos:

Todo corpo que descreve uma trajetória curvada está sob ação de uma força que denominamos de **força centrípeta**.

Por inércia, um corpo tende a manter um movimento retilíneo e uniforme e, neste caso, esse mesmo corpo tende a sair pela tangente da trajetória circular. Como a velocidade aponta para fora da curva e existe outra força apontada para o centro da trajetória, perpendicular à velocidade e provocada pela aceleração centrípeta, há a formação da trajetória curva.

Determinados tipos de força podem agir como força centrípeta, por exemplo, o atrito dos pneus de um carro com a estrada, que o impede de sair pela tangente, ou a tração de um barbante, como no experimento mostrado. Veja as figuras a seguir para constatar onde estão as forças envolvidas:



Material Utilizado:

1 prato médio de plástico
2 m de barbante
1 copo de plástico
Água

Montagem do Equipamento:

1. Divida o prato em três setores de 120° e faça um furo em cada uma das extremidades das divisões desses setores.
2. Amarre nesses furos os pedaços do barbante de 60 cm cada, com o cuidado de deixar todos do mesmo tamanho.
3. Una as extremidades opostas do barbante ao prato, formando uma espécie de pêndulo e dê um nó para que seja concluído o “prato giratório”.

Procedimento:

Encha o copo com água até a metade e coloque-o no centro do prato. Comece a balançar o conjunto em movimento pendular, aumentando aos poucos sua amplitude. Quando estiver próximo de 180° , aumente a tração nos fios para aumentar a velocidade e conseguir realizar o “loop”.

Resultados:

É possível observar que o copo não cai mesmo no topo da trajetória. Isto ocorre devido à inércia. O copo tende a sair pela tangente em um movimento retilíneo e uniforme, mas a tração no fio exerce uma força perpendicular à velocidade, gerando uma aceleração que aponta para o centro do movimento. Isso faz com que a trajetória do copo se curve, descrevendo um círculo. É preciso que o corpo tenha velocidade suficiente para que, no alto da trajetória, haja uma “força de escape” radial no sentido oposto à força peso e capaz de anulá-la. Esta “força de escape” é denominada de força centrífuga.

Contextualização:

É possível encontrar inúmeros exemplos no cotidiano. Um deles é constituído pelas máquinas de lavar roupas que centrifugam, girando as roupas a uma alta velocidade. As roupas são “empurradas” contra o cesto rotativo da máquina. Este cesto contém pequenos furos que permitem a drenagem do excesso de água, sendo que o fluxo de água sai tangencialmente ao cesto.

04 DINAMÔMETRO

Problema:

“O que provoca a deformação da mola?”

Objetivo:

Introduzir o conceito de **força**. Determinar a constante de uma mola.

Introdução:

Visando à melhor compreensão do conceito de força, será aqui utilizada uma demonstração prática de medida de massa, mas que pode fornecer dados reais. Neste experimento será construído um dinamômetro simples utilizando um arame de aço e blocos com massas diversas (chumbada de pesca). Na sequência, serão realizadas medidas com diferentes massas e anotados os resultados.

Conceitos envolvidos:

Se um corpo está parado, diz-se que as forças que atuam sobre ele estão em equilíbrio. Aplicar uma força é como dar um “puxão” ou um “empurrão”. Essa força pode, ou não, mover o corpo, dependendo de sua intensidade. Para se medir a intensidade de uma força utiliza-se um instrumento chamado **dinamômetro**.

Um exemplo comum é a força peso, provocada pela ação do campo gravitacional, responsável por “puxar” os corpos para o chão. Esta força é uma relação entre a massa do corpo e a aceleração da gravidade.

Neste experimento, é conhecida a intensidade da força peso (já previamente medida e expressa na tabela abaixo). O que será feito então é medir a constante elástica da mola (k). Ela pode ser facilmente determinada utilizando-se a fórmula da Lei de Hooke que relaciona:

$$F = - k \cdot x$$

Onde:

F = Força [Newton]

X = Deslocamento [m]

K = Constante elástica da mola [N / m]





Tipo Pingo	Massa [g]
Número 1	15
Número 2	45
Número 3	75
Número 4	90

Tipo Pirâmide	Massa [g]
Número 1	20
Número 2	33
Número 3	64
Número 4	100



Material utilizado:

- 5 m de arame de aço Ø 1 mm
- 20 cm de cano de PVC ¾"
- 1 cano de papelão (sugestão: parte central do rolo de papel absorvente)
- 1 pedaço de papel milimetrado
- 1 chumbada pirâmide nº 3
- 1 chumbada pirâmide nº 4
- 1 chumbada pingo nº 3
- 1 chumbada pingo nº 4

Montagem do equipamento:

- 1- Pegue o fio de arame e enrole-o na parte externa do cano. Para facilitar a preparação da mola, ao enrolar o fio, encoste uma volta na outra. Isto irá ajudar a deixar uniforme a distância dentre as espirais da mola.
- 2- Serão necessárias aproximadamente 20 espiras, sendo que nas extremidades é preciso deixar um pedaço de 5 cm para fazer os ganhos da mola. Deixe a mola como na figura ao lado.
- 3- Recorte um pedaço do cano de papelão de forma que a mola criada caiba em seu interior. É necessário recortar um vinco na forma de "V" para facilitar a fixação da escala.
- 4- Cole um pedaço de papel milimetrado no interior do tudo.
- 5- Um dos ganhos da mola deverá ser fixado no cano bastando que, para isto, seja feito um pequeno furo na parte superior.
- 6- Deixe um ganho para fora do tudo, pois nele serão fixadas as massas para medição.



Procedimento:

Para realizar as medições necessárias é fundamental que o dinamômetro esteja na posição vertical no momento da observação. Este cuidado é importante para que a força F seja igual à força peso P . Será necessário fazer uma marcação na mola que possa auxiliar na medida da deformação.

Inicie o experimento colocando a chumbada de menor massa e anote qual foi a deformação da mola. Substitua a chumbada por outra de maior massa. Repita o procedimento com as quatro chumbadas. Note que será necessário fazer a anotação da deformação na unidade métrica

Com as medidas de deformação provocada pelas diferentes massas é possível construir uma tabela na qual deve constar a Força (utilize $F=m.g$, onde m é a massa do objeto e g é a aceleração da gravidade, que vale aproximadamente 10m/s^2 , para achar a força peso), e o descolamento provocado por ela. Para melhores resultados, é interessante fazer várias medidas para uma mesma massa e tirar a média.

Força	Desolc.

Resultados:

Usando a expressão $F = -k.x$, onde “ x ” é a deformação medida no dinamômetro e “ F ” é a força peso (P), é possível determinar o valor da constante elástica da mola, representada pela letra “ k ”. Quanto mais medidas forem realizadas para se determinar o “ k ”, mais preciso será o resultado do experimento.

Após conhecer o “ k ” da mola, esse experimento pode ser usado para determinar o peso de outros objetos de massas desconhecidas.

O que pode dar errado:

Ao aplicar força demais, a mola do dinamômetro pode se deformar de maneira irreversível. É recomendável que o peso seja sempre pequeno para não ocorrer tal deformação na mola. Caso a mola atinja o regime plástico, isto é, ela se deforma, mas não volta ao seu estado natural, será necessário refazer a mola.

Contextualização:

O dinamômetro é uma ferramenta usada para determinar a massa de um corpo por meio da relação entre força, massa e aceleração da gravidade citadas anteriormente. Alguns tipos de balanças funcionam com este princípio de deformação de uma mola. É preciso lembrar que o que usualmente chamamos de peso na verdade é a massa de um corpo. Em outras palavras, massa é a medida e a inércia de um corpo.

05 DISCO FLUTUANTE

Problema:

“Por que o CD flutua sobre o chão?”

Objetivo:



Com este equipamento pretende-se demonstrar e contextualizar os conceitos apresentados em relação ao movimento retilíneo e uniforme. Também é possível falar sobre a força de atrito, que causa resistência ao movimento.

Introdução:

Esse experimento, além de exemplificar o movimento retilíneo uniforme, demonstra como a força de atrito atua no movimento. É possível construir o equipamento dentro da sala de aula, com o auxílio do professor, para que os alunos tenham um contato maior com a demonstração. São utilizados materiais como tampinha de garrafa, CD, bexiga e cola quente, que podem ser encontrados facilmente.

Conceitos envolvidos:

A **Primeira Lei de Newton**, ou, Princípio da Inércia nos diz que um corpo em repouso (ou em movimento retilíneo e uniforme) somente irá mudar esta condição se sobre ele atuar uma força externa.

A força de atrito é a força que se opõe o movimento quando duas superfícies estão em contato. Como no equipamento aqui desenvolvido, o disco deverá flutuar enquanto houver ar no interior do balão, o atrito entre as superfícies estará sendo reduzido, o que provocará um movimento uniforme do disco. Esta demonstração serve para mostrar que, quando posto em movimento, um objeto desloca-se por distâncias maiores se são minimizadas as forças de atrito.

Material Utilizado:

- 1 CD
- 1 tampinha de garrafa PET
- 1 balão de látex
- Pistola de cola quente
- 1 ferro de solda

Montagem do Equipamento:

1. Com o auxílio do ferro de solda, faça um furo de aproximadamente meio centímetro de diâmetro no centro da tampinha.
2. Fixe a tampa no centro do CD, usando a cola quente.



Procedimentos:

Infle o balão de látex e introduza-o na tampa. Lance o disco sobre uma superfície lisa e isenta de poeira e observe seu movimento.

Resultados:

Quando o disco está flutuando, a força peso se iguala à força que o ar faz para sair pelo orifício. Quando isso acontece, a força de atrito entre o disco e a superfície é minimizada, permitindo que o disco se mova com velocidade bem próxima da velocidade constante, a qual caracteriza o Movimento Uniforme. O disco volta a tocar a superfície quando acaba o ar de dentro do balão.

Contextualização:

Jogos como o “Aero Hockey” são comuns em “shopping centers” ou em parques de diversões. Neste jogo, pode-se observar que o brinquedo utiliza o mesmo princípio do equipamento aqui montado para diminuir o atrito entre a mesa e o disco, permitindo que ele se desloque com mais facilidade.

06 LOOPING DE MESA

Problema:

“O que fazer para a bolinha completar o “looping”?”

Objetivo:

Pretende-se com esse experimento ilustrar e introduzir o conceito de Transformação da Energia Mecânica.

Introdução:

Esse experimento explica o conceito de energia, enfatizando a transformação e conservação de energia. Utiliza materiais recicláveis como garrafa PET e bolinha de gude, e seus resultados são facilmente observados.

Conceitos envolvidos:

A energia é uma grandeza física que se conserva. Este conceito pode ser verificado observando processos de transformação e analisando quais tipos de energia estão envolvidos.

Com o desenvolvimento deste experimento, podemos tratar a conservação da Energia Mecânica, analisando suas variações tais como: 1) energia potencial – E_p ; 2) energia cinética – E_c e 3) energia dissipada, cujas respectivas fórmulas são:

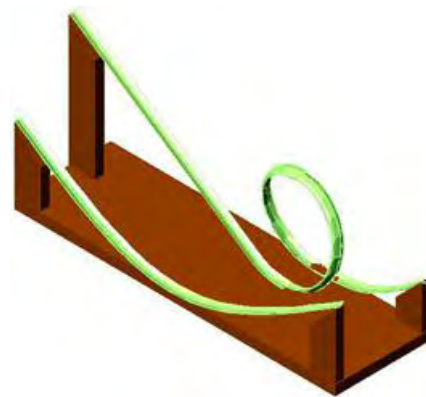
$$E_p = m \cdot g \cdot h \qquad E_c = \frac{m \cdot v^2}{2} \qquad \text{onde: } m = \text{massa} \quad [\text{kg}]$$

$$\qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad g = \text{aceleração gravitacional} \quad [\text{m/s}^2]$$

$$\qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad h = \text{altura} \quad [\text{m}]$$

$$\qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad v = \text{velocidade} \quad [\text{m/s}]$$

A transformação da energia pode ser vista observando-se o movimento de uma “bolinha de gude” ao deixá-la rolar por uma pista com alguma inclinação. Enquanto a bolinha está parada a uma altura (h), ela possui uma dada quantidade de energia potencial, que pode ser calculada com a fórmula dada acima. Assim que ela inicia seu movimento de descida pela pista, a bolinha adquire energia cinética e conforme vai descendo, sua velocidade aumenta. O fato de aumentar a velocidade e do deslocamento para uma posição inferior à inicial, evidenciam, então, a transformação da energia potencial em energia cinética.



Material:

Suporte de madeira

2 Garrafas PET (cujos corpos sejam lisos, livres de ranhuras)

1 Garrafa PET de 2L, com o corpo liso

1 bolinhas de gude pequenas

2 bolinhas de gude grandes

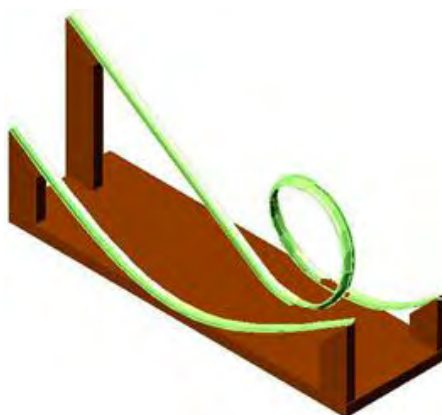
1 tesoura

Cola quente

1 cartolina

Montagem:

1. Corte as extremidades da garrafa PET lisa, obtendo um cilindro vazado.
2. Corte uma tira de 4 cm de comprimento de uma cartolina, isto resulta em uma tira com aproximadamente 70 cm.
3. Posicione o início da tira na parte superior do cilindro. Comece a enrolá-lo de modo que forme uma espiral. Marque com um pincel preto esta espiral no corpo da garrafa.
4. Tais procedimentos devem ter formado um desenho de espiral neste cilindro e, agora, o que faremos é cortar em cima da linha e obteremos uma longa tira de plástico (aproximadamente 1 metro). Repetir o procedimento para mais uma garrafa.
5. Dobre as laterais da tira para dentro, no sentido do comprimento: o resultado será uma canaleta de cada lado da tira.
6. Dê o acabamento ao redor da tira, rodando com cuidado a ponta do ferro de passar roupa quente. (opcional).
7. Para fazer a volta que chamamos de “looping”, picote a lateral do trilho apenas na região onde haverá esta volta.
8. Como neste experimento teremos uma pista em formato de “looping” e outra em formato de rampa, a segunda pista deve permanecer sem picote, a fim de formar outra rampa, independente da outra.
9. O correto posicionamento do “looping” na base deve ser testado antes que as tiras sejam coladas, conforme a figura abaixo.



Procedimento:

Coloque a bolinha em uma das extremidades da rampa (sem o “looping”) e solte a mesma. Observe o movimento e verifique se ela chega à mesma altura do outro lado. Note que se a bolinha for solta, sem nenhum empurrão, ela jamais sairá do trilho na outra extremidade.

Agora faça o teste na rampa do “looping”. Solte a bolinha de uma altura igual à altura do “looping” e repare se ela consegue completar a volta. Repita o procedimento, porém aumente a altura até que ela consiga completar totalmente a volta.

É possível constatar que, se não houver Energia Potencial suficiente, a bolinha não consegue completar o “looping” e cai no meio do trajeto. Como o sistema montado não é ideal, as forças dissipativas, como o atrito, acabam por oferecer resistência ao movimento e, por este motivo, é necessário posicionar a bolinha em uma altura superior à altura do “looping” para que haja energia suficiente para ser transformada em velocidade e completar todo o movimento.

Resultados:

Quando o experimento é bem sucedido, ou seja, ao acharmos a altura mínima, observamos que a bolinha completa o “looping” e continua seu caminho sobre o trilho.

Contextualizações:

Este experimento pode ser contextualizado com montanhas-russas nos parques de diversão, pois os carrinhos não caem na hora do “looping” porque têm energia suficiente para realizá-lo. Pode ser dito também que o processo de troca de energia acontece da mesma forma em uma usina hidrelétrica, onde a queda da água movimenta uma turbina, visto que ela chega às pás da turbina com uma determinada velocidade.

07 JOÃO BOBO

Problema:

“O que mantém o João Bobo sempre em pé?”

Objetivo:

Abordar conceitos de centro de gravidade e de equilíbrio.

Introdução:

Com este equipamento é possível demonstrar a existência do centro de gravidade e a influência que este ponto exerce no equilíbrio dos corpos. É um equipamento de fácil construção que pode ser feito por todos os alunos posteriormente.



Conceitos envolvidos:

Todos os corpos possuem um ponto fictício a respeito do qual se pode dizer que toda a massa pode ser ali concentrada e ao qual é dado o nome de **centro de massa**. Esta “simplificação” tem o intuito de facilitar a compreensão sobre a atuação da força de gravidade.

Os corpos se comportam como se seus pesos se concentrassem todo nesse ponto. A posição do Centro de Gravidade contribui para a estabilidade do corpo, uma vez que quanto mais próximo do chão, mais estável ele é.

É assim que nosso João-Bobo funciona. Ele possui um Centro de Gravidade muito baixo, o que o torna bastante estável. Sempre que tentamos perturbar seu equilíbrio, ele volta à posição original.

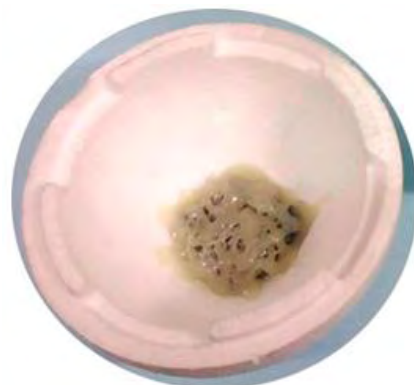
Material Utilizado:

- 1 esfera de isopor oca Ø 150 mm
- 1 esfera de isopor maciça Ø 75 mm
- 10 chumbada pingô nº 3
- 10 chumbada pingô nº 4
- 1 caixa de palitos de dente
- Cola quente

Montagem do Equipamento:

Em uma semi-esfera oca de isopor, encaixe na parte mais baixa algumas chumbadas e as fixe com a cola quente. Esta parte será a base do João Bobo.

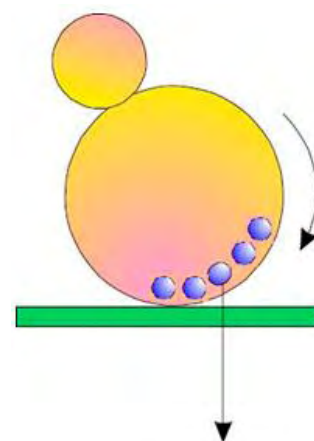
Prenda a esfera de isopor menor na outra semi-esfera que está sem as chumbadas. É possível fazer esta fixação com a cola quente.



Basta agora unir a base que contém as chumbadas com a outra que você acabou de montar. Caso o seu João Bobo não fique em pé, será necessário acrescentar mais massa à base, ou seja, acrescentar mais chumbadas na parte inferior.

Procedimento:

Tente tombar o João-Bobo e observe o que acontece. Note que quanto mais você inclinar o corpo do equipamento, maior será a amplitude do movimento que se inicia. Devido à proximidade do centro de massa ao solo, ele não tombará, voltando sempre à posição inicial.



Contextualização:

O conceito de centro de massa é muito importante e utilizado em muitos casos. Baixando o centro de massa dos carros é possível tornar o equilíbrio mais estável e, com isto, diminuir o risco de capotagem. Em grandes edifícios também é necessário manter o centro de massa o mais baixo possível para que a estrutura seja a mais estável. Dessa forma, ele também mantém o João-Bobo sempre em pé.

Tente fazer o seguinte exercício: abaixe suas mãos em direção aos seus pés, vá até onde conseguir e perceba que dificilmente você cairá. Agora encoste as costas e as pernas em uma parede e vá abaixando vagarosamente. Perceba que, em determinado momento, será impossível suportar o peso do seu corpo, pois o centro de massa provocará uma força que age distante do ponto de apoio que é o seu pé. Cuidado, você poderá cair de cara no chão e não deixe isto acontecer. Para ficar mais claro, veja a ilustração abaixo:



08 PET INERCIAL

Problema:

“O que faz com que a garrafa volte depois de empurrada?”

Objetivo:

Mostrar que existem diferentes tipos de Energia Potencial (nesse caso a Energia Potencial Elástica) e evidenciar suas transformações.

Introdução:

Nesse experimento é possível demonstrar de uma forma interessante o conceito de energia potencial elástica. Esse experimento chama a atenção dos alunos, pois funciona como um carrinho que você lança para frente e ele volta para as suas mãos. São usados materiais recicláveis como a garrafa PET e materiais de fácil acesso como o elástico, o parafuso, clips e barbante.

Conceitos envolvidos:

Quando se comprime uma mola, toda energia usada para comprimi-la é transformada em energia potencial elástica. Quando essa energia é liberada, um trabalho é realizado e a energia elástica se transforma em outra forma de energia. É importante ter em mente que toda vez que há uma transformação de energia há trabalho realizado.

O Pet Inercial funciona dessa maneira, com o elástico atuando como a mola (armazenando a energia cinética, que damos à garrafa quando a lançamos, em forma de energia potencial elástica) e, em seguida, liberando-a novamente como energia cinética.

$$\frac{E_c}{2} = \frac{E_{pel}}{2}$$

$$\frac{m.v^2}{2} = - \frac{k.x^2}{2}$$

E_c = Energia Cinética

E_{pel} = Energia Potencial Elástica

m = Massa

v = Velocidade

k = Constante da mola

x = Deformação da mola

Material:

Garrafa PET de 2 litros

2 porcas M8

1 m de barbante

10 elásticos de látex nº 18

1 Parafuso M8 x 30

1 Ferro de solda

2 clips pequenos

Montagem do Equipamento:

1. Fure o fundo da garrafa e a tampinha com o ferro de solda.
2. Amarre no parafuso um pedaço de barbante de modo que sobre duas pontas de 7 cm. Em cada um dos lados do barbante, amarre um elástico.
3. Com o auxílio de pedaços de barbante (mais ou menos 40 cm), passe uma extremidade pelo furo do fundo da garrafa de modo que o elástico saia pelo furo. Remova o barbante e fixe o elástico com um clips.
4. Passe a outra extremidade que está livre pelo furo da tampa. Remova o barbante auxiliar e fixe esta outra parte na tampinha com o auxílio do clips.
5. Agora é só fechar a tampa, lembrando que o elástico deve ficar esticado e o parafuso estar centralizado na garrafa.



Procedimento: Posicione a garrafa deitada sobre uma superfície plana e lisa. Empurre (aplique uma força) a garrafa no sentido do comprimento da pista. Observe que ela começa a rolar e percorre um determinado espaço até que para por completo seu movimento. Neste ponto, então, ela entra em movimento novamente, só que no sentido contrário. Com um pouco de treino é possível lançá-la e, depois de percorrer uma distância, ela volta de onde foi lançada.

Resultados: A garrafa vai para frente porque você fornece energia cinética suficiente para ela se movimentar. Quando ela vai para frente, o elástico se enrola, pois o parafuso não gira, fica sempre apontado para baixo. Então, o elástico transforma a energia cinética em energia elástica. Essa energia que é usada na volta, sendo novamente convertida de elástica para cinética.

Contextualização: Ao puxar o elástico do arco e flecha, a energia bioquímica contida nos músculos é transformada em energia potencial elástica. Quando a flecha é liberada toda energia potencial elástica contida no arco, se transforma em energia cinética, provocando o lançamento da flecha.

09 VASOS COMUNICANTES

Problema:

“O que faz com que a água escoe para baixo?”

Objetivo:

Estudar conceitos de pressão.

Introdução:

Será utilizado um experimento simples, semelhante a um sifão, para demonstrar que a pressão exercida pela coluna de um fluido depende da altura da coluna de água acima.



Conceitos envolvidos:

É sabido que a uma mesma altitude, a pressão atmosférica age de maneira uniforme. Quando se tem um líquido em um recipiente, a pressão em qualquer ponto de mesma altitude tem a mesma intensidade, que é a soma da pressão atmosférica e da exercida pela quantidade de líquido acima, quanto mais fundo mais ela aumenta. No caso de nosso experimento, como a variação da altitude é pequena, a variação da pressão atmosférica é desprezível, então, apenas a pressão exercida pela coluna de água é responsável pelo escoamento do líquido. Se a ponta da mangueira estiver acima do nível da água da garrafa, a pressão na outra extremidade será menor que a atmosférica, se estiver abaixo, será maior.

Para calcularmos a pressão exercida por qualquer força, temos a seguinte equação:

$$p = F/A$$

Como estamos trabalhando com a pressão de um líquido, faremos as seguintes substituições para facilitar a visualização do problema:

$$\begin{aligned} F &= m \cdot g \\ m &= d \cdot V \\ V &= A \cdot h \end{aligned}$$

substituindo na equação original, temos:

$$p = \frac{d \cdot g \cdot A \cdot h}{A} = d \cdot g \cdot h$$

Onde:

p = pressão [N/ m²]
 F = força aplicada [N]
 A = área sobre a qual a força é aplicada [m²]
 m = massa do líquido [Kg]
 g = aceleração da gravidade [m/s²]
 d = densidade do líquido [Kg / m³]
 V = volume do líquido [m³]
 h = altura [m]

Material Utilizado:

0,5 m de mangueira transparente $\frac{1}{2}$; 2 garrafas PET ou recipiente de vidro;
água; corante; cola quente

Montagem do equipamento:

Coloque a água com corante até a metade das duas garrafas PET ou recipiente de vidro. Encha a mangueira com água. Introduza as pontas da mangueira, uma em cada garrafa de modo que o conjunto encoste no fundo. Já está pronto o experimento, agora basta realizar ensaios alterando a diferença de altura de ambas as garrafas.

Procedimentos:

Encha a mangueira com água e coloque uma de suas pontas na garrafa até o fundo, sob a outra extremidade da mangueira, coloque um recipiente vazio para a água cair.

Observe a água na mangueira em diversos pontos de alturas diferentes em relação ao nível da água na garrafa, acima dele vemos que a água não cai, observamos a mesma coisa se conseguir colocar exatamente na mesma altura, mas quando passamos para uma altura abaixo do nível da garrafa, observamos que a água começa a escorrer pela mangueira.



Resultados: A pressão atmosférica atua igualmente na superfície da água contida no recipiente e na extremidade da mangueira. Quando os dois recipientes estão no mesmo nível, a altura da água é igual nos dois casos. Quando um recipiente é elevado a uma altura superior, esta diferença causará um desequilíbrio na pressão entre os dois recipientes, uma vez que a mangueira comunicante irá transmitir a pressão da coluna d'água ao recipiente no nível inferior. Como resultado da pressão exercida pela coluna d'água, um fluxo de água irá fluir para o recipiente mais baixo enquanto houver qualquer diferença de altura. Se o recipiente que ficou no nível inferior for então agora colocado em um nível superior ao outro, o fluxo de água irá ser transferido ao outro, assim como na situação anterior.

Contextualização: Este princípio de vasos comunicantes é largamente usado em equipamentos hidráulicos, onde a transmissão de energia acontece por meio da pressão exercida por uma máquina em um determinado líquido. Um exemplo bastante comum são as balanças hidráulicas, ou até mesmo “macacos” hidráulicos, que podem elevar objetos bastante pesados com pouco esforço mecânico, uma vez que a configuração do mecanismo amplia a força aplicada.

10 FERVENDO ÁGUA NO PAPEL/ PLÁSTICO

Problema:

“Por que uma caixa de papel ou plástico com água não pega fogo?”

Objetivo:

Introduzir conceito de calor sensível e calor latente
Demonstrar conceito de transferência de calor



Introdução:

Esta montagem possibilita contextualizar conceitos de calor, diferenciando calor sensível e calor latente e ainda permite falar sobre processos de transferência de calor. Pode ser feito de maneira bastante simples utilizando uma caixinha de papel (sulfite ou equivalente) com um pouco de água e uma vela: também pode ser realizado de uma forma totalmente lúdica utilizando para isto uma sacolinha de plástico de supermercado com um pouco de água e um isqueiro, ou vela.

Conceitos envolvidos:

A vela acesa fornece uma quantidade de calor proveniente da queima de parafina. Este calor pode contribuir para o aquecimento de outros materiais. A forma com quem um corpo ganha, ou perde calor, pode ser por diferentes processos, conhecidos como condução, convecção ou ainda radiação.

Quando um corpo é aquecido, enquanto não há mudança de fase, ele recebe o que se denomina de **calor sensível**, que é a energia responsável pelo aquecimento de suas moléculas. Usando como exemplo o aquecimento da água, se ela estiver inicialmente à temperatura ambiente, cerca de 20 °C, e for aquecida até o ponto de ebulição, a cerca de 100 °C, neste intervalo ela estará passando por uma mudança de fase, e pode ser constatada a presença de líquido e vapor. Após atingir uma temperatura superior a 100 °C. Toda a energia transferida será empregada para gerar vapor, e enquanto toda a quantidade de água estiver mudando da fase líquida para o estado de vapor, não haverá aumento da temperatura, já que a energia utilizada será destinada à vaporizar todas as moléculas da água. Ao calor utilizado neste intervalo de aquecimento é dado o nome de **calor latente**.

Outro conceito envolvido que podemos observar é a capacidade térmica dos materiais, que está relacionado com a forma com que o material absorve calor, se mais fácil ou difícil (inércia térmica).

Calor sensível
 $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

Calor latente
 $Q_L = m \cdot L$

Capacidade térmica
 $C = m \cdot c$

Onde	Q	= quantidade de calor	[J, W, cal]
	m	= massa	[kg]
	c	= calor específico	[J / kg °K, Cal / g °C]
	ΔT	= variação de temperatura	[°K, °C]
	C	= capacidade térmica	[J / °K, Cal / °C]
	L	= calor latente	[J / kg, Cal / g]

Material Utilizado:

5 folhas sulfite A3
 4 clips
 1 vela
 1 m de fio de cobre rígido Ø 2 mm
 Água

Montagem do equipamento:



1. Dobre uma folha de forma que tenhamos um quadrado e corte o excedente.
2. Agora dobre o papel de modo que apareçam duas diagonais marcadas.
3. Divida cada lado do quadrado em três partes e dobre. Como resultado se terão marcados nove quadrados menores.

4. Empurre a ponta do quadrado em direção ao centro, de modo a formar o primeiro vértice.
5. Repita com as outras pontas até que se obtenha uma caixa.
6. Encha o recipiente de água, acenda a vela, e coloque embaixo do suporte já previamente preparado.

Procedimentos:

Antes de iniciar o aquecimento da água é conveniente demonstrar que uma folha de papel queima imediatamente quando uma fonte de calor (que no nosso caso é uma vela) é aproximada. Apague as chamas logo que acabar de demonstrar este procedimento.

Dando início à demonstração, coloque uma pequena quantidade de água na caixinha já montada e posicione-a sobre o suporte feito com os fios de cobre. Coloque a vela imediatamente abaixo do centro da caixa. Acenda a vela e observe que a folha de papel não ira queimar: pelo contrário, permanecerá aparentemente intacta.

Resultados:

Deixe a vela queimar por um determinado período e observe que após alguns instantes a água começará a evaporar. Enquanto houver água sobre o papel, ele não deverá entrar em combustão já que a água também recebe calor.

Quando se coloca a caixa de papel (ou a sacola plástica) com um pouco de água diretamente sobre a chama, o calor é transmitido por condução no papel/plástico para a água, que absorve o calor contribuindo para o aumento gradativo de sua temperatura.

Assim, enquanto existir água para absorver o calor, a temperatura do papel/plástico, apesar de aumentar, não é suficiente para entrar em combustão.

Tenha cuidado para não colocar muita água e a caixa romper e molhar todo o ambiente. Também pode ocorrer o tombamento da caixa quando posicionada sobre o suporte.

Contextualização:

Em regiões onde existe lagos, é comum se perceber que a temperatura é mais amena do que em outros lugares. Isto acontece por que a água é um material com grande capacidade de absorver calor, então ela acaba por reter boa parte do calor no seu entorno e liberando-o no fim do dia, quando o sol já não esta mais presente. Outro exemplo pode ser explorado quando se coloca um recipiente com água para aquecer: enquanto todo o metal estiver com temperatura inferior à água, ele deverá ganhar calor para somente depois todo o sistema recipiente+água começa a aquecer e então elevar a temperatura do líquido.

11 A ESPIRAL GIRANTE

Problema:

“ O que faz com que a espiral gira ? ”

Objetivo:

Demonstrar a transmissão de calor por convecção.

Introdução:

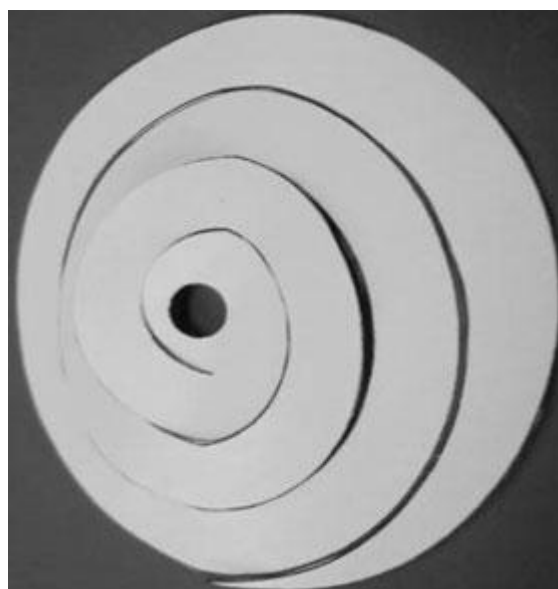
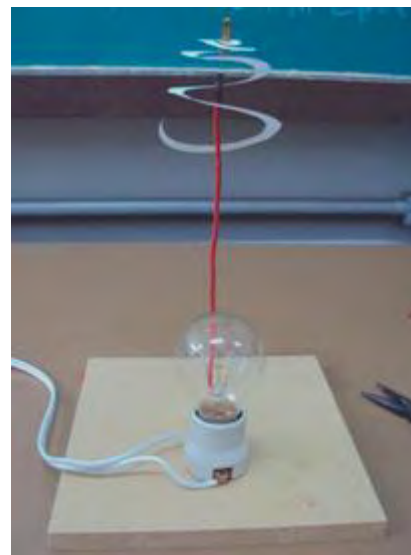
Esse experimento ilustra de forma simples como ocorre transmissão de calor por convecção. Sua construção é fácil, e utiliza materiais simples como papel, arame e um soquete com lâmpada. Pode ser desenvolvido em sala, mas com cuidado no manuseio da vela. Seu conceito pode ser exemplificado de várias maneiras, pois esse modo de transmissão de calor é o responsável pelo clima, pela formação de ventos e ciclones, pela formação de correntes marítimas, entre outros.

Conceitos envolvidos:

As camadas de ar mais próximas da fonte de calor se aquecem, fazendo com que estas moléculas se tornem menos densas, provocando um fluxo de ar ascendente. A subida dessas moléculas nas camadas inferiores deixa um lugar vazio, que será ocupado pelas camadas de ar com a densidade referente à temperatura ambiente. Essas camadas serão aquecidas enquanto houver uma fonte de calor, formando o que denominamos corrente de convecção.

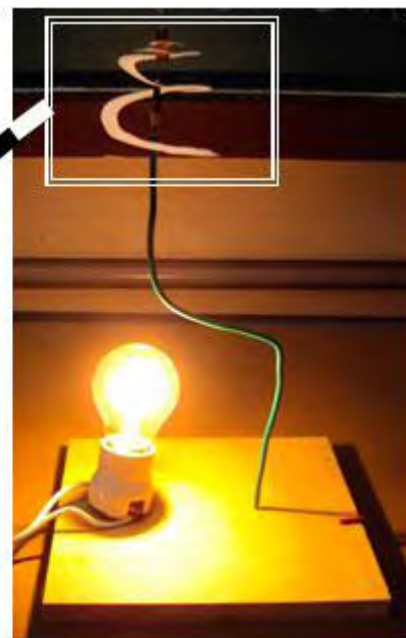
Material Utilizado:

Base de madeira
1 soquete rosca Edson
1 lâmpada incandescente de 40 W / 110V
1 interruptor externo
1 plugue tipo macho
0,5 m de fio de cobre rígido Ø 4 mm
2 m de fio de cobre paralelo 2x1,50 mm
1 ampola de injeção ou cabeça de rebite metálico
1 agulha de injeção
Chave de fenda
Cola quente
Tesoura ou estilete



Montagem do equipamento:

1. Montagem da espiral: recorte de um pedaço de papel sulfite uma espiral, conforme desenho na pagina anterior. Faça um furo e fixe a ampola.
2. Conecte os fios de energia no soquete da lâmpada. Faça a ligação do interruptor externo no cabo.
3. Fixe o soquete e um pedaço de fio de cobre rígido no suporte de madeira (a cola quente ajuda a fixar o fio). A agulha da seringa deverá ser fixada com a cola quente na extremidade solda do fio rígido.
4. Encaixe a lâmpada incandescente no soquete.
5. Posicione a espiral sobre a lâmpada.



Procedimentos:

Conecte a tomada na rede elétrica de 110V. Feito isto ligue a lâmpada. O correto posicionamento, bem como a distância ideal entre a espiral e a lâmpada será obtido após alguns testes. Quando a distância estiver apropriada, o fluxo de ar quente deverá provocar a rotação da espiral.

Resultados:

A massa de ar fria, próxima à lâmpada, se aquece e sobe, deixando a região vazia que vai sendo ocupado pelo ar frio. Forma-se assim a corrente de convecção: por dentro da espiral o ar quente sobe e por fora, o ar frio desce. O ar aquecido que sobe, colide com a espiral e exerce uma força na superfície do papel, produzindo o movimento de rotação observado.

Contextualização:

As correntes de convecção são responsáveis pela formação dos ventos. Durante o dia, em regiões mais frias, como por exemplo, no oceano, o ar fica mais denso. Já no continente, onde a terra é aquecida pelo calor do sol, o ar é menos denso. O fluxo de calor sai da região mais quente em direção a regiões mais frias provocando então as correntes de ar, ou seja, os ventos.

12 ELETRIZANDO CANUDOS, BEXIGAS E O PÊNDULO ELETROSTÁTICO

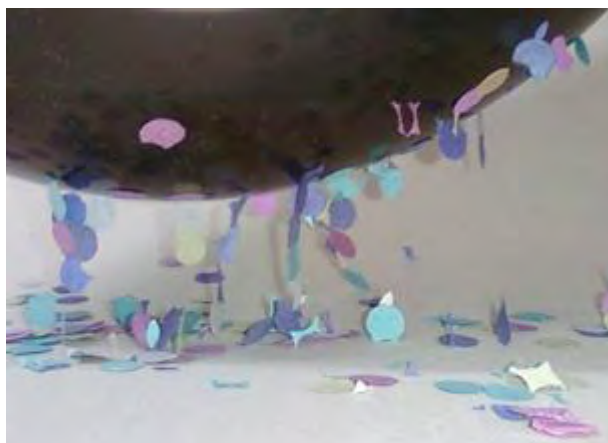
Problema:

“O que faz os pedacinhos de papel serem atraídos pela bexiga?”

Objetivo:

Mostrar processos de eletrização dos materiais.

Introdução:



Esse roteiro compreenderá a execução de três experimentos para demonstrar os processos de eletrização de objetos, são eles: eletrização de uma bexiga, eletrização de um canudo e um pêndulo eletrostático.

Esses experimentos podem ser feito em sala de aula e por todos os alunos para que eles possam analisar o resultado de perto e até mesmo repeti-lo fora da sala de aula. Também pode ser feito de outras formas tais como atritando um tubo de caneta no cabelo e depois tentando atrair pedaços de papel, ou esfregando a bexiga no cabelo de algum aluno voluntário. Com o balão eletrizado, é possível fixá-lo em uma parede.

Conceitos envolvidos:

Existem dois tipos de cargas elétricas: as positivas que se chamam prótons e as negativas que se chamam elétrons. Na natureza, os corpos encontram-se eletricamente neutros, ou seja, as cargas positivas e negativas estão distribuídas nesses objetos em quantidades iguais, mas alguns desses corpos podem ser eletrizados por processos tais como: contato, atrito e indução.

Quando dois objetos são **atritados** entre si ocorre uma transferência de cargas elétricas, um dos materiais cede elétrons para o outro, ficando carregado positivamente, já o outro fica com um excesso de cargas negativas e fica carregado negativamente. Para verificar quem tem maior tendência a doar elétrons basta consultar uma tabela da série triboelétrica.

Quando um corpo se encontra eletrizado e entra em **contato** com outro que está neutro, as cargas migram de um para outro até que entram em equilíbrio e ambos os corpos ficam carregados com cargas iguais. Um terceiro método de eletrização é o da **indução**, que não será tratado aqui, mas consiste basicamente em induzir cargas a distância.

Material:

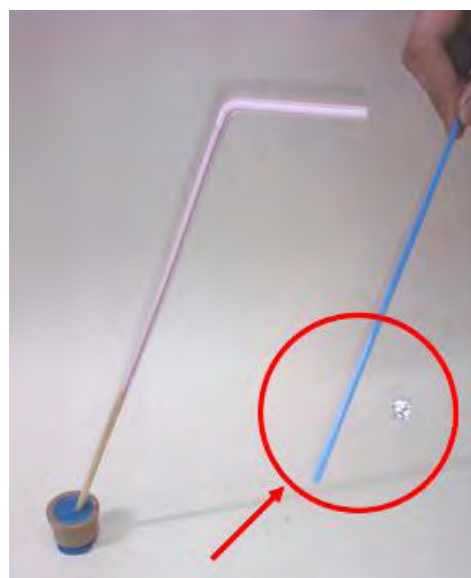
Balões látex nº7	Canudinhos de plástico dobrável
1 Rolo de papel higiênico	Massa de modelar
1 tampão de $\frac{3}{4}$ " PVC	1 canudo flexível
1 vareta de espeto para churrasco	1 pedaço de meia de náilon
Papel alumínio	

Procedimento:

Começaremos com o processo de eletrização em um balão de látex. Para isso é necessário encher o balão e atritá-la no cabelo, ou com um pedaço de papel higiênico, então a aproxime de pequenos pedaços de papel ou tente fixá-la na parede.

Para eletrizarmos o canudo, usaremos um pedaço de papel higiênico ou papel toalha, que deve ser atritado a ele em movimentos repetidos e sempre no mesmo sentido. Após a eletrização do canudo ele pode ser fixado na parede ou atrair objetos, como pedaços de papel, ou ainda, servir como bastão eletrizado para o pêndulo eletrostático, descrito a seguir.

Para fazer o pêndulo, encha o tampão de PVC com massa de modelar, a seguir fixe um espeto de churrasco no canudo dobrável, então fixe-o na massa, deixando a extremidade dobrável do canudo na parte superior. Desfie a meia de náilon retirando o fio mais fino possível e amarre o mesmo na ponta do canudo preso a base. Na extremidade livre do fio de náilon, pendure um pequeno pedaço de papel alumínio. Com um canudo eletrizado podemos aproximar do alumínio e ver o que acontece.

Resultados:

Ao aproximar o balão ou o canudo da parede, ele(a) ficará preso(a) se possuir uma força elétrica suficientemente forte para sustentar o seu peso. Já quando ele(a) se aproxima do papel picado ou da bolinha de alumínio do pêndulo, ele(a) os atrai.

O pêndulo eletrostático é um detector de cargas elétricas. O alumínio inicialmente descarregado (carga neutra) será atraído pelo canudo se este estiver carregado. O canudo e a bolinha de alumínio entrarão em contato e os elétrons livres no plástico serão transferidos para a bolinha até que os dois objetos tenham quantidades de cargas iguais. Neste momento um passará a repelir o outro, já que possuem cargas de sinais iguais e o campo elétrico entre um e o outro acaba os repelindo. Repetindo a

aproximação é possível constatar a interação entre campos elétricos. Para descarregar o pêndulo basta tocá-lo com o dedo.

Contextualizações:

É até de certa forma comum que uma pessoa vestida com roupas de lã, após sair do interior de um carro e ao encostar-se a um objeto, sinta um choque elétrico.

Isto ocorre porque, sentada no banco do carro, ao se movimentar suas roupas atritam com o material do banco e o que acaba por carregá-las eletricamente. Enquanto estão isoladas no carro, a tendência é acumular cargas pela superfície das roupas do corpo. Ao sair ela estará com um potencial elétrico elevado em relação à terra, que esta neutra. Quando ela se encosta a um material condutor, toda a carga nela acumulada será descarregada para o solo, provocando a sensação do choque.

Outro exemplo bastante comum de eletrização é a formação dos raios em um temporal. Nesta situação, em determinadas regiões das nuvens podem ser formados grandes blocos de gelo. Como as nuvens se movimentam devido a ação dos ventos, elas acabam se chocando, provocando a eletrização destas regiões mais densas. Após um tempo, esta região acaba adquirindo grandes quantidades de cargas elétricas, gerando altos potenciais eletrostático. Este acúmulo de cargas acaba por descarregar na terra, quando a rigidez dielétrica do ar é rompida.

Para se ter uma idéia da intensidade de um raio, para que o ar torne-se condutor de eletricidade, é necessária uma diferença de potencial elétrico da ordem de 10.000 V para cada centímetro! Se as descargas podem ocorrer de regiões distantes centenas, milhares de metros acima da superfície da Terra será então necessário milhões de Volts para produzir um raio!

13 O EFEITO JOULE

Problema:

“O que aquece a água?”

Objetivo:

Mostrar que a passagem de corrente elétrica em um condutor gera energia na forma de calor.



Introdução:

O aquecimento de água é uma necessidade diária em praticamente todas as residências. As principais formas de aquecer água são por meio de resistências elétricas, ou queimando gás ou outro combustível. O fenômeno físico responsável por aquecimento utilizando eletricidade é o **Efeito Joule** que, através da passagem de corrente elétrica por um condutor, produz calor. É isto que verificaremos com esta demonstração. Além de constatar o aquecimento da água o professor pode aproveitar para dar dicas de economia de energia elétrica nas residências dos alunos.

Conceitos envolvidos:

Quando uma corrente elétrica percorre um condutor, este acaba se aquecendo. Isto ocorre por que o movimento de cargas elétricas no interior do condutor provoca colisões entre os elétrons livres deste material aumentando seu estado de agitação e conseqüentemente sua temperatura. Desta forma, parte da energia elétrica transmitida é transformada em energia térmica. Este fenômeno é conhecido como Efeito Joule, em homenagem ao Físico Britânico James Prescott Joule (1818-1889).

Material:

- 1 resistência de chuveiro (4800 W / 110 ou 220 V)
- 2 m de fio de cobre paralelo 2x1,50 mm
- 1 interruptor externo
- 1 plugue tipo macho
- 2 garrafas PET 2L
- 1 chave de fenda

Montagem do experimento:

1. Corte duas garrafas PET acima da metade de sua altura.
2. Em uma das garrafas, faça um furo na parte inferior para poder passar o fio.
3. Monte no fio de cobre o interruptor e o plugue tipo macho.
4. Passe a extremidade livre do fio pelo orifício da garrafa e conecte-o na resistência elétrica.
5. Na outra garrafa cortada, coloque água até acima da metade.
6. Posicione uma garrafa sobre e outra (ver figura ao lado)



Procedimento:

Este equipamento necessita de **extremo cuidado** para o manuseio, uma vez que será necessária uma corrente elétrica intensa para fazer a resistência funcionar corretamente. É importante que **somente o professor** manuseie o equipamento, e o deixe longe dos alunos.

Após conectar o cabo a rede e acionado o interruptor, jamais vire, nem deixe a água ser derramada, pois ela conduzirá corrente elétrica e poderá provocar acidentes.

Para efeito de demonstração são necessários poucos segundos para aquecer a água. **Somente após desligar o cabo da tomada** é que se deve desmontar o aparato e constatar o quão rápido a água foi aquecida.

Contextualizações:

O Efeito Joule pode ser utilizado de duas diferentes formas: para aquecer e iluminar. Como exemplo de equipamentos que o utilizam este fenômeno para o aquecimento podem ser destacados: o chuveiro elétrico, ferro de passar roupas, secadores de cabelo, torradeiras, entre outros.

Devido também à emissão de luz, no caso de um fio super aquecido, é possível aproveitar este fenômeno para produzir iluminação. Thomas Edson já havia constatado esta possibilidade já no século dezenove e seus esforços acabaram por produzir o que é conhecido hoje como lâmpadas incandescentes.

Embora estes equipamentos tenham se difundido no mundo inteiro, aquecer água, bem como gerar luz por meio do Efeito Joule pode ser ineficiente, se comparados com outros métodos, como queimar um combustível ou ionizar um gás, respectivamente.

14 IMÃS E O CAMPO MAGNÉTICO

Problema:

“Por quê um ímã atrai determinados objetos?”

Objetivo:

Introduzir o conceito e mostrar para o aluno uma forma de visualizar o Campo Magnético

Introdução:

Alguns materiais apresentam a propriedade de atrair e/ou repelir outros materiais, a esses materiais chamamos de magnéticos. Nesse experimento estudaremos o comportamento deles.

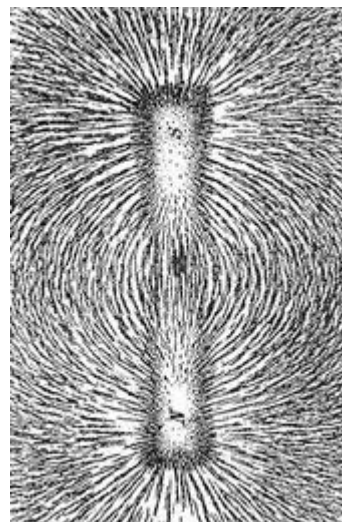
Conceitos envolvidos:

Os ímãs são materiais magnéticos que tem como característica atrair materiais ferromagnéticos ou outros ímãs. Eles possuem dois pólos, que chamamos de norte e sul. Como uma carga elétrica possui um campo elétrico intrínseco, um ímã também possui campo magnético intrínseco. Mas existe uma diferença muito importante entre dipolo elétrico e o magnético. O dipolo elétrico é constituído de duas cargas (monopolos), e pode ser separado resultando em uma carga positiva e outra negativa. Já o dipolo magnético (Norte e Sul) não pode ser separado. Cientistas do mundo todo ainda não comprovaram experimentalmente a existência de um monopolo magnético. Por esse motivo um ímã pode ser quebrado em várias partes resultando sempre em um novo ímã.

Os campos elétrico e magnético possuem diferentes camadas de intensidade que são chamamos de “linhas de campo”. Aqui estudaremos o campo magnético, verificando que essas linhas saem do pólo Norte e entram no pólo Sul do ímã (convenção). Essas linhas podem ser vistas na figura no topo da pagina.

Material:

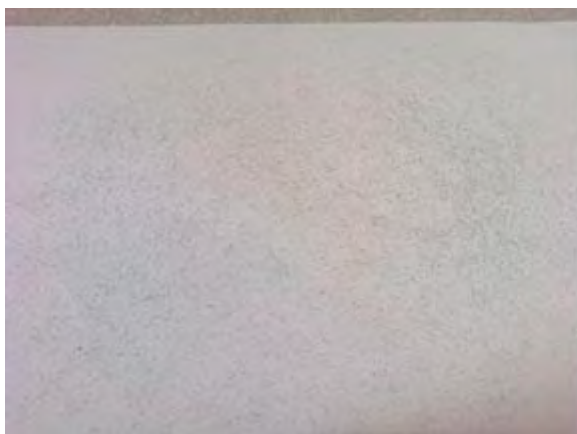
Ímãs de ferrite em formato de anel;
Objetos metálicos e não metálicos (clipes, pregos, borracha, régua)
Limalha de Ferro (Sugestão: esponja de aço)
Papel sultife



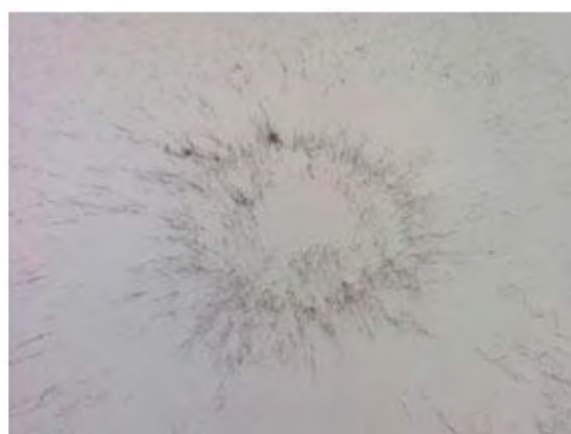
Montagem da demonstração:

1 – A primeira demonstração consiste em observar a interação do ímã com diferentes objetos (clips, pregos, borracha, régua, etc). Para isto basta aproximar o ímã destes objetos e observar o fenômeno.

2 – A segunda demonstração consiste em espalhar limalha de ferro sobre uma folha de sulfite, mantendo o ímã longe da folha. Posicione o ímã sobre uma mesa. Com a limalha já bem distribuída sobre a folha, segure pelas bordas e a aproxime vagarosamente do ímã. Observe a formação das linhas de campo magnético orientando os pequenos pedaços de limalha.



Sem a presença do ímã



Com a presença do ímã

Resultados:

Observa-se que o ímã não atrai todos os objetos, apenas os metálicos e magnetizáveis. Na segunda demonstração é possível verificar que a limalha toma a forma das linhas de campo em torno do ímã, podemos, assim, constatar a existência destas “linhas imaginárias”.

Contextualizações:

Ímãs são objetos muito úteis e presentes em muitos equipamentos eletrônicos que fazem parte do nosso dia-a-dia, como em caixas de som e HDs de computadores. Eles também são peças fundamentais nos geradores de eletricidade, como pode ser visto no Experimento 19 – Motor Elétrico.

15 BÚSSOLA

Problema:

“Por quê uma agulha imantada aponta sempre para uma direção?”

Objetivo:

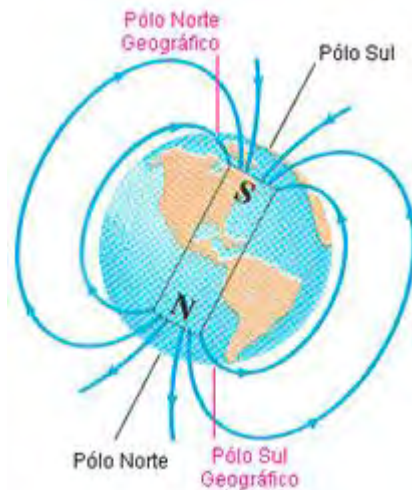
Mostrar a existência do Campo Magnético Terrestre e a interação dele com uma bússola.

Introdução:

Esse experimento é bastante fácil de ser construído, necessitando apenas de uma rolha, um ímã, uma agulha e um pote com água.

Conceitos envolvidos:

A Terra tem um campo magnético próprio e qualquer bússola tende a alinhar sua agulha de acordo com campo magnético da Terra. As linhas de campo magnético mostram o sentido do campo. Sendo assim tais linhas seguem, por convenção, o sentido Norte-Sul, ou seja, saem do norte e entram no sul. O que se observa na figura abaixo é que o pólo norte magnético encontra-se próximo do o pólo sul geográfico, uma vez que a Terra é um grande ímã. A diferença entre a inclinação do Pólo Geográfico e o Pólo Magnético chama-se declinação magnética.



Visualização do campo magnético terrestre

Material:

Agulha de costura
1 ímã retangular – Ferrite 24 x 14 x 5 mm
1 rolha
1 prato de plástico
Água



Montagem do experimento:

- 1- A agulha deve ser imantada por um imã, passando-a no imã sempre na mesma direção várias vezes.
- 2- Corte uma fatia da rola.
- 3- Com a agulha já magnetizada, fixe-a sobre uma face da rolha tomando o cuidado para que ela fique na “deitada” sobre a rolha.
- 4- Encha o prato com água

Procedimentos:

Deixe o prato com a água sobre uma superfície plana e livre de vibrações. Espere a água ficar completamente “parada” no prato. Coloque então o pedaço de rolha com a agulha sobre a superfície da água e a solte. Observe que a agulha tende a se alinhar conforme o campo magnético terrestre local. Com o auxílio de um mapa geográfico do local e mediante algumas observações é possível determinar para qual direção está o norte terrestre



Contextualizações:

A bússola foi um dos instrumentos de navegação mais usados pelos europeus na época das grandes navegações marítimas. Ela possibilitou navegar a maiores distâncias da costa com maior precisão e segurança na localização. Antes da invenção do GPS ela foi largamente utilizada para localização em diversas situações, tanto na navegação, aviação, quanto em trilhas realizadas em campos desconhecidos.

16 ELETROÍMÃ

Problema:

“Qual a natureza da força que atrai o clipe à ponta do prego?”

Objetivo:

Demonstrar o funcionamento de um eletroímã.

Introdução:

O Eletroímã aqui apresentado é um equipamento de fácil construção, pouco materiais e os resultados visíveis. Para fazermos a verificação do funcionamento deste eletroímã deve-se então aproximar qualquer uma das pontas do prego de pequenos objetos metálicos tais como clips.

Conceitos envolvidos:

Uma carga elétrica em movimento gera em torno dela um campo magnético. Logo uma corrente elétrica gera em torno de qualquer fio um campo magnético. Imagine agora esse fio enrolado na forma de uma bobina e um prego introduzido no centro do enrolamento.

Devido à existência de várias espiras e estando elas posicionadas lado a lado, um campo magnético será induzido no eixo central deste cilindro, quando uma corrente elétrica é acionada. Se no interior deste cilindro houver um núcleo de ferro, este material ajudará a concentrar as linhas do campo magnético criado e potencializará o efeito desejado.



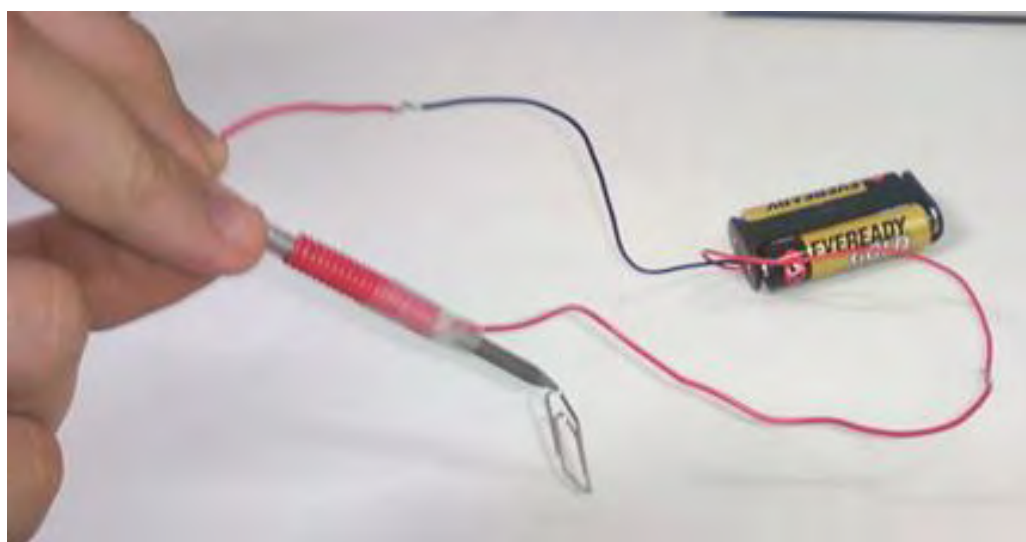
Material:

- 1 Pregos grande
- 50 cm fio encapado flexível (cabinho 22)
- 2 pilhas de 1,5 V
- 1 suporte para pilhas
- 1 clipe tipo 2/0 (00)
- Durex



Montagem do equipamento:

- 1– Enrole o fio no corpo do prego. Tome o cuidado de deixar um pedaço de 10 cm antes de iniciar o enrolamento.
- 2 – Para o prego usado foram enroladas cerca de 25 espiras.
- 3 – Com o auxílio de durex, prenda os fios de forma e deixar as espiras próximas umas das outras.
- 4 – Conecte as extremidades dos fios ao suporte da bateria, somente quando for realizar a demonstração.



Procedimentos:

Ao ligar os fios da pilha às extremidades livres do enrolamento surgirá uma corrente que produzirá o campo magnético e o eletroímã estará funcionando. Cuidado para não deixar os fios conectados por muito tempo, pois isto descarregará as pilhas rapidamente, além de esquentá-las.

Teste o eletroímã em diferentes tipos de materiais e descubra qual é atraído e qual é indiferente à presença de um campo magnético. Mesmo alguns materiais com características metálicas podem não ser atraído pelo eletroímã. Isto pode gerar questionamentos interessantes.

Contextualizações:

Os eletroímãs, por meio do campo magnético que produzem, aplicam uma força magnética em determinadas peças metálicas e por este motivo são utilizadas em locais onde se precisam movimentar blocos enormes e pesadíssimos, como em siderúrgicas e até mesmo nos ditos “ferro velho”. Também podem ser utilizados para o acionamento de relés, ou freios magnéticos.

17 MOTOR ELÉTRICO

Problema:

“ O que faz a bobina girar? ”

Objetivo:

Entender o princípio de funcionamento de um motor elétrico.



Introdução:

Basicamente um motor é constituído de uma bobina, um ímã e uma fonte de energia. Nesta montagem será usado um fio de cobre enrolado em formato de anel que atuará como o rotor, um ímã de formato cilíndrico (estator) e pilhas como fonte de energia, além de um suporte. É um equipamento de fácil construção, utiliza materiais de fácil aquisição e o resultado gera certo fascínio em quem o observa.

que quando conectada a uma fonte de energia (pilhas) gera um campo magnético no centro do anel, polarizando suas faces e um ímã permanente.

Conceitos envolvidos:

Toda corrente elétrica gera um campo magnético em suas imediações. Isto quer dizer que se um fio está energizado e for aproximada uma bússola, perceberemos uma deflexão em seu ponteiro.

Para que se possa efetivar o funcionamento do motor é necessário que um ímã permanente (aqui usado como estator) seja posicionado abaixo da bobina. A bobina fica com suas faces polarizadas magneticamente, devido à passagem da corrente elétrica. Este efeito eletromagnético permite que seja gerado um trabalho mecânico, quando a bobina estiver imersa num campo eletromagnético, sendo esta interação a base do funcionamento dos motores elétricos.

Material:

Suporte de madeira

2 ímãs formato de anel – ferrite – Ø 32 x Ø 18 x h 5,5 mm

30 cm m de fio de cobre rígido Ø 2 mm

3 m de fio de cobre esmaltado – Ø 0.5 mm

2 pilha de 1,5 V

1 suporte para 2 pilhas pequenas

Montagem do equipamento:

- 1- Enrole cerca de 3 metros de fio esmaltado de modo a formar um anel com aproximadamente 2 centímetros de diâmetro interno.
- 2- Deve-se deixar as duas extremidades livres em posições opostas e horizontalmente alinhadas.
- 3- Lixe o esmalte de uma dessas extremidades completamente;
- 4- Com o fio de cobre rígido, construa dois suportes como mostra a figura ao lado. Desencape as duas extremidades do fio.
- 5- Fixe o suporte na base de madeira. Posicione o ímã próximo ao suporte.
- 6- Conecte os fios da fonte de energia ao suporte do rotor
- 7- Coloque o ímã sob o local onde colocará a espira;
- 8- Coloque a espira no suporte com o fio.



Procedimentos:

Após realizar a montagem, ligue a pilha para que a espira comece a girar. Caso ela não gire, de um leve “toque” em um dos lados no sentido de uma possível rotação e ela iniciará o movimento. Pode ser necessários ajustes ao formato do anel, bem como do posicionamento do ímã para que a rotação ocorra naturalmente quando o anel for energizado

Contextualização:

Além de o próprio motor elétrico servir como contextualização, a televisão de tubo de imagem funciona com o princípio de interação entre Carga, Campo Magnético e Campo Elétrico.

18 MINI GERADOR DE VAN DE GRAAFF

Problema:

“ Por que as tirinhas de papel se repelem mutuamente? ”

Objetivo:

Construir e demonstrar o funcionamento de uma máquina eletrostática.



Introdução:

O Gerador Eletrostático de Van de Graaff é um aparelho utilizado para obter um alto potencial elétrico. É composto, basicamente, por uma cúpula metálica, uma correia isolante, duas polias, uma isolante e outra neutra ou condutora e dois pentes metálicos. O processo de eletrização ocorre no pente inferior e a correia isolante é responsável por levar o excesso de carga da polia inferior para polia superior. Este excesso de carga que é levado para cima é captado pela cúpula, e as cargas se espalham por toda a superfície metálica. A polia inferior fica carregada após a troca de carga com a correia, que leva o excesso para cima, e este processo é constante enquanto o motor da polia estiver acionado.

Conceitos envolvidos:

Como as cargas são separadas.

1.- Eletrização por contato. No contato intenso entre a superfície interna da correia de borracha com a do rolete inferior (PVC) elétrons da borracha migram para o PVC. Assim, o rolete fica negativo e a superfície interna da correia fica positiva.

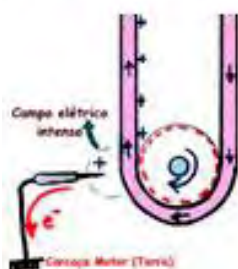
2.- Efeito Corona. Ao redor do pente metálico situado próximo ao rolete, ocorre a ionização de moléculas de ar – [ver detalhamento]. Os íons positivos são depositados na superfície externa da correia e recolhidos pelo terminal esférico onde se acumulam e geram a alta tensão (eletrostática)

Detalhamento do processo de eletrização.

1.- No contato PVC-Borracha a superfície do rolete de PVC captura elétrons da correia (ver série triboelétrica). Assim o rolete fica com

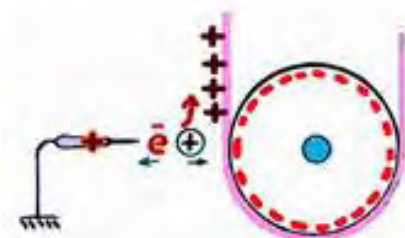
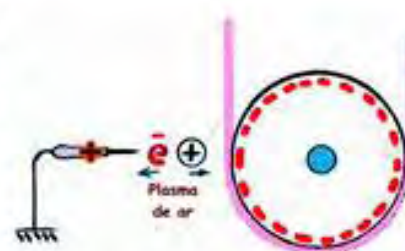


cargas negativas (excesso de elétrons) e a superfície interna da correia com cargas positivas (falta de elétrons). Se a correia estiver frouxa a eletrização por contato não ocorrerá de forma satisfatória.



2. - Devido ao movimento, na correia as cargas se distribuem numa área maior do que as cargas no rolete. Por isso o campo elétrico entre o rolete inferior e as pontas do pente metálico torna-se muito intenso. Consequência: elétrons das pontas do pente metálico são repelidos até a carcaça do motor (onde o pente está ligado) e as "pontas" ficam com cargas positivas (falta de elétrons).

3.- As pontas têm a capacidade de gerar campo elétrico cuja intensidade (Poder das Pontas) é capaz de arrancar elétrons de moléculas de ar (Efeito Corona) . Assim, na região entre as pontas e o rolete inferior, surge uma mistura de elétrons e íons positivos (plasma, 4º estado da matéria). Os elétrons são atraídos pelas pontas positivas e os íons positivos são atraídos no sentido do rolete negativo.



4.- Como entre o rolete e as pontas existe a correia de borracha, os íons positivos colidem com a superfície externa da borracha e nela se fixam e são levadas para o terminal esférico do Van de Graaff.

5.-As cargas positivas, captadas pelas pontas do pente metálico superior se espalham pela superfície externa do terminal esférico (bola de alumínio), deixando carregado o Van de Graaff. Quando o campo elétrico da esfera atingir o limite de 30 KV/cm começa o processo de ionização do ar [Efeito Corona] limitando o acúmulo de mais cargas elétricas na esfera.



Material:

Suporte de madeira

Lata de refrigerante vazia (sem tampa superior)

1 lençol de borracha rosa 0,5 mm de espessura - 20 x 200 mm

1 fusível de vidro 500 mA

1 motor DC de 3 V

2 pilhas AA

1 suporte para pilhas

1 conexão "T" de PVC, 3/4", marrom

1 luva de PVC $\frac{3}{4}$ "
 1 tampão de $\frac{3}{4}$ " PVC
 20 cm de tubo de PVC marrom de $\frac{3}{4}$ "
 2 m de fio de cobre flexível Ø 2 mm
 1m fio encapado flexível (cabinho 22)
 1 parafuso de $\frac{1}{8}$ " para madeira.
 1 lápis redondo
 1 tubo de cola "superbonder – Loctite"
 1 rolo de durex
 Cola quente
 Furadeira com broca de 2mm
 1 Clips para papel
 Pedaco de tecido de guarda-chuvas

Montagem do equipamento:

A Primeira etapa do processo é preparar os materiais para a montagem do corpo do VDG. Corte o tubo de PVC em três partes, um com dimensões de 10cm, 6cm e 4cm.



Em seguida, fure as três conexões de PVC e a base de madeira com o auxílio da furadeira. Tente reproduzir as posições dos furos (na luva e no "T" o furo deve transpassar até o outro lado) como indicado na imagem ao lado, pois estão localizados estrategicamente. Note que na luva e na conexão "T" os furos não estão centralizados. Já no tampão, que servirá como base do VDG o furo deve estar centralizado.



A próxima etapa é cortar a borracha que servirá como correia. Ela deverá ter 1,5 cm de largura e 20 cm de comprimento aproximadamente, em seguida, cole as duas extremidades com a cola "superbonder" de modo a formar uma correia como a mostrada ao lado.



Agora, note que o diâmetro do motor é um pouco menor que o diâmetro da conexão de PVC onde ele será encaixado. Utilizando a fita adesiva, cubra a lateral do motor enrolando-a até o ponto em que o motor se encaixe sem folgas.

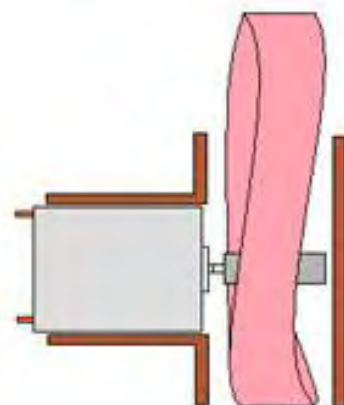


O clip para papel será utilizado como eixo do gerador, portanto desentorte-o de forma que fique reto e corte-o com um comprimento de aproximadamente 4,5 cm. Para preparar o eixo de baixo, corte o lápis preto em um comprimento de 2 cm, retire o grafite com cuidado, cubra-o com o tecido de guarda-chuvas utilizando a cola “superbonder”. Após a secagem da cola, fixe o lápis já recoberto no eixo do motor sem deixar folgas (para retirar folgas utilize um pequeno pedaço de fita adesiva entre o eixo do motor e o furo do lápis).



Agora será dado início a montagem da estrutura do equipamento. Para isso, parafuse o tampão de PVC na madeira até que fique bem firme.

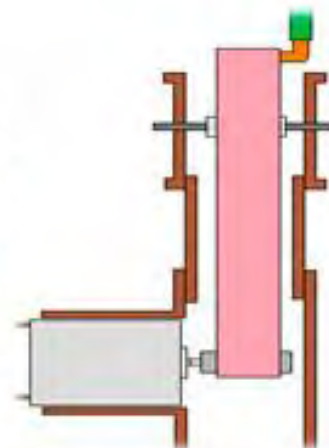
Após essa etapa, encaixe o cano de 4 cm de comprimento na “luva”, em seguida a conexão T (com o furo não centralizado para baixo), depois o cano de 6 cm, a luva (com o furo não centralizado para cima) e por fim o cano de 10 cm de forma que fique semelhante à imagem ao lado.



Para a próxima etapa, primeiramente retire o cano de 10 cm do topo da estrutura e alinhe o furo passante da luva com a abertura da conexão T. Em seguida, coloque a correia dentro da estrutura e acople o motor de forma que o lápis fique localizado dentro da circunferência da correia, assim como está ilustrado.

Agora é hora de fixar o eixo de cima, essa etapa talvez seja a mais complicada e que exige um pouco mais de habilidade. Para auxiliar no manuseio da correia e fixá-lo na parte superior, dobre uma pequena ponta, fio rígido num anulo de 90°.

O eixo superior deverá ser feito com o vidro do fusível enrolado com um pedaço de tecido de guarda chuva. Para fixá-lo ao suporte utilize um pedaço de clip. É importante observar que para a fixação a correia já deve estar posicionada sobre o eixo superior.



Para finalizar o processo, corte um pedaço de 10 cm do cabo flexível, desencape um centímetro de uma ponta e quatro da outra. A menor parte menor deverá ser posicionada sobre o eixo superior e fixada na luva, conforme desenho ao lado. Este será o coletor de cargas e será responsável por transferir as cargas da correia para a lata de alumínio.

Agora, abra os filetes do cabo de forma que fique no formato de uma “vassoura” sobre a correia (note que essa vassoura deve ficar próxima da correia, porém sem necessariamente tocá-la).



Nesse ponto seu gerador está quase pronto, só falta realizar a ligação elétrica. Recoloque o cano de 10 cm e a lata de refrigerante com a boca aberta dentro do cano conforme a figura ao lado.

Só falta agora ligar a energia ao motor do VDG. Para conecte os cabos do suporte de pilhas ao motor. Para evitar que o motor trabalhe continuamente, somente conecte o segundo fio quando for fazer a demonstração da eletrização.



Resultados:

Para uma boa constatação do efeito eletrostático, é necessário que as partes estejam limpas e desengorduradas, a correia devidamente esticada e os coletores bem posicionados, e as pilhas com cargas. Se o dia estiver úmido ou chuvoso será difícil verificar a eletrização. Mesmo em dias ensolarados, a carga gerada é relativamente baixa e em poucas ocasiões será possível constatar uma faísca ao se aproximar o dedo da lata (efeito corona, que é a ionização do ar pelo campo elétrico, gerando faíscas).

Para melhor visualizar o efeito do campo eletrostático gerado no equipamento, recorte e coloque na lata de alumínio pequenos pedaços de papel de bala. Seu gerador deverá ficar conforme a montagem acima.

ANEXO I
Características Gerais dos Programa d Educação
em Eficiência Energética

Quadro 1 – Principais projetos realizados nos Estados Unidos.

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Resultados	Parc.
Washington DC	"American Council for an Energy-Efficient Economy"	ACEEE		Fund.	Livros, Guias de Atividades ("Green Book")	1
CO	"American Solar Energy Society"	ASES	Fundado em 1954	Fund. e Médio	"SOLAR TODAY, National Solar Energy Conference" Guia de Atividades	1
Washington DC	"American Wind Energy Association (AWEA)"	AWEA		Fund. e Médio	"Wind Energy Teacher's Guide", videos e posters	1
AZ	"Arizona Department of Commerce Energy Office"	Department of Energy - DOE		Fund. e Médio	Materiais em PDF, "Brigh Ideas"	1
CA	"Behavioural Assumptions in Energy Efficiency: Potential Studies"	CIEE - Calirformia Institute for Energy and Environment"	2009	Prof	Tópicos em Uso de Energia e Comportamento	1
CA	"Behavioural Assumptions Underlying California Residential Sector Energy Efficiency Programs"	CIEE - Calirformia Institute for Energy and Environment"	2009	Prof	Programa para Redução de Emissão de CO ₂	1
VA	"Bright Ideas for Teaching About Enrgy"	NEED		Fund. e Médio	Guia de Atividades publicado pelo NEED	1
Washington DC	"Bring Energy to Your Campus"	Department of Energy - DOE	1999	Médio, Sup e Tec	Desenvolvimento de Metodologia, Currículo, Guia: "Star an Energy Services & Technology Program at You College	1
CA	"California Energy Commission"	"California Energy Commission"	Fundado em 1974	Fund. e Médio	"Energy Quest, Energy Patrol", Videos ("You've Got the Power"), Livros para professores. E-learning	183

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Resultados	Parc.
TX	"Centerpoint Energy - Houston Area"	Centerpoint Energy		Fund. e Médio	Videos, apresentações, Guia de Atividades ("Electric Universe, Energy Underground")	1
California	"CIEE Behavior and Energy Program"	"California Institute for Energy and Environment"	2009	Superior	Série de Estudos sobre Mudança Comportamental	5
Washington DC	"Competitions and Contests for Energy Technologies"	Department of Energy - DOE	-	Médio e Superior	Competição entre Equipes, PBL, Construção de um carro elétrico	2
PA	"Disney Educational Productions"			Fund. e Médio	Videos sobre energia com os personagens da Disney, guias de atividades	1
Washington DC	"Edison Electric Institute"	EEI		Fund. e Médio	Publicações, "Edison Museum"	-
Washington DC	"Energy Star Program"	Department of Energy - DOE & Environmental Protection Agency	Fundada em 1992	Elem, Sec, Sup	Campanha Nacional, Etiquetagem, Redução de Consumo	-
MA	"Energy Teachers.Org"	Energy Teachers Org.		Prof	Fórum de debates, livros, guias de atividades, "Energy Education Worksho"	1
IL	"EnergyNet U.S."	Energy Net		Fund. e Médio	"Energy Detectives Project, Home Energy Makeover, Energy Auditing, Community Energy Consultants"	1
CA	"Enterprise for Education, Inc."	Enterprise for Education Inc.		Fund. e Médio	Livros, Guias de Atividades	1

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Resultados	Parc.
OH	"First Energy Corp."	First Energy Corp.		Fund. e Médio	Animações: Passeio Virtual numa Usina, Livro "Electric Avenue"	7
FL	"Florida Power and Light Company"	FPL		Fund. e Médio	"Treasure Hunt Exploring the Riches of Energy"	1
FL	"Florida Solar Energy Center"	FSEC		Fund. e Médio	Guia de Atividades ("Solar Matters I-III, Understanding Solar Energy, Solar Wonders, Alternatives Fuel Matters")	2
Washington DC	"Green School Program"	"The Alliance to Save Energy"	Fundada em 1977	Fund. e Médio	Campanha "Energy Hog", <i>Guias de Atividades</i>	23
HI	"Hawaii Electric Company, Inc"	HECO		Fund. e Médio	Material Educacional (livros, apresentações escolares, DVD, vídeos), "Solar Sprint" cujo Projeto Carro Solar p EM, "FIRST Solar League	3
FL	"Implementing Energy Education in Florida's High Schools"	Florida State University; Energy Research and Development Administration	1976	Médio	Desenvolvimento de Metodologia, Currículo, Jogos, Puzzles	5
MN	"KidWind Project"	KidWind Org.		Fund. e Médio	Material Educacional, PBL (livros, apresentações, filmes, animação, kits)	1
CA	"LearnOnLine, Inc."	LearnOnLine Inc.	Fundado em 2002	Fund. e Médio	"PBL, Renewable Energy Education Lab (REEL Power) Project"	1

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Resultados	Parc.
CA	"Market Segmentation and Energy Efficiency Program Design"	CIEE - Calirformia Institute for Energy and Environment"	2008	Prof	Seguimentação de Mercado	1
IL	"Midwest Energy Efficiency Alliance"	MEEA		Fund. e Médio	"School fundraiser"; Benefícios "Energy Stars"	-
WI	"Midwest Renewable Energy Association"	MREA	Fundada em 1990	Fund. e Médio	Realização de Workshops, Demonstrações, Casa Modelo	1
Missouri	"National Biodiesel Board"	NBB	Fundado em 1992	Fund. e Médio	Fundador das Pesquisas sobre Biodiesel, Material Didático, Guia de Atividades, NEED	5
VA	"National Energy Education Development"	The NEED Project	Fundado em 1980	Fund. e Médio	Desenvolvimento de Metodologia, PBL, Currículo, Materiais Didáticos, Guia de Atividades, Kits, Feiras de Ciências,	5
UT	"National Energy Foudation	NEF		Fund. e Médio	PBL, "Igniting Creative Energy Challenge", Currículo, Guia de Atividades, Vídeos,	1
Colorado	"National Junior Solar Sprint"	Department of Energy - DOE & NREL	Iniciado em 1993	Médio	Competição entre Equipes, PBL Construção de um Carro movido a Energia Solar	2
Washington DC	"National Science Bowl for High School and Middle School Students"	Department of Energy - DOE & Office of Science	Iniciado em 1991	Fund. e Médio	Competição entre Equipes, PBL, Focado em Ciências	2
VA	"National Science Teachers Association"	NSTA		Prof	Livro Catálogo	1

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Resultados	Parc.
NY	"New York State Energy Research and Development Authority	NYSERDA		Fund. e Médio	PBL "Energy Smart Students Program", Materiais Didáticos, Currículo, Workshops	1
NC	"North Carolina Solar Center"	NCSC		Elem, Sec, Sup	Desenvolvimento de Metodologia, Pesquisas, Casa Solar, Material Educativo	2
MA	"Northeast Sustainable Energy Association"	NESEA		Fund. e Médio	Desenvolvimento de Metodologia, PBL Guias de Atividades, "Northeast Regional Junior Solar Sprint; Tour de Sol: The Great American Green Transportation Festival"	2
OH	"Ohio Energy Project"	OEP		Fund. e Médio	Desenvolvimento de Metodologia, PBL, Treinamento, Material Educativo, NEED	1
OK	"Oklahoma Energy Resources Board"	OERB		Fund. e Médio	Guia para Professores, Currículo, Vídeo ("What's the Risk?; The Energy Behind Finding Energy")	1
TX	"Railroad Commission of Texas"	RCT		Fund. e Médio	Materiais Educativos, Guia de Atividades, Workshops	1
Washington DC	"RE-Energys"	Department of Energy - DOE	2009	Superior	Programa da Administração "Obama", investimentos iniciais de US\$ 50.000.000,00	

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Resultados	Parc.
Chicago	"Rube Goldberg Machine Contests"	Department of Energy - DOE & Argonne National Laboratory	Iniciado em 1995	Médio	Competição entre equipes, PBL, Construção de mecanismos	2
Washington DC	"School Operations and Maintenance: Best Practices for Controlling Energy Costs"	Department of Energy - DOE	2004	Fund. e Médio	"A Guidebook for K-12 School System Business Officers and Facilities Managers"	7
Washington DC	"Solar Decathlon"	Department of Energy - DOE	Iniciado em 2002	Médio e Superior	Competição entre Equipes, PBL, Construção de Casa Eficiente em Energia	2
MA	"Solar Now, Inc."	Solar Now Inc.	Fundado em 2005	Fund. e Médio	Currículo, Workshops Guia de Atividades	1
Washington DC	"The Alliance to Save Energy"	Coalisão de Lideres Governamentais, Entidades de Meio Ambiente e Negócios	Fundada em 1977	Elem, Sec, Sup	"Students Leading the Way 2008-2009" PBL, (63 projetos de escolas Primárias)	-
CO	"The Colorado Energy Science Center"	CESC		Fund. e Médio	Guia de Atividades ("Energy Science in the Home Activity Guide")	3
WI	"The Institute for Chemical Education"	ICE		Fund. e Médio	Material Educacional ("Nanocrystalline Solar Kit; Acid Rain; Acid Rain, Experimental Supplement; The Role in the Ozone Layer"), Workshops, Kits,	1

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Resultados	Parc.
Washington DC	"U.S. Department of Energy - National Energy Information Center (NEIC)"	Department of Energy - DOE		Fund. e Médio	Materiais Educativos, Guia de Referência, CD-ROM	2
PA	"U.S. Department of Energy - National Energy Technology Laboratory (NETL)"	Department of Energy - DOE		Fund. e Médio	Materiais Educativos, Kits, Vídeos, Capacitação de Professores	4
MS	"U.S. Department of Energy - National Renewable Energy Laboratory (NREL)"	Department of Energy - DOE		Fund. e Médio	PBL, Materiais Educativos, Feiras de Ciências	2
NC	"U.S. Department of Energy - Office of Energy Efficiency & Renewable Energy - Rebuild America EnergySmart Schools"	Department of Energy - DOE	Fundado em 1994	Fund. e Médio	PBL, Guia de Atividades, "The Energy Smart School Get Smart About Energy CD-ROM; Energy Design Guidelines for High Performance School; National Best Practices Manual for Building High Performance Schools"	2
CA	"Using Experiments to Foster Innovation and Improve The Effectiveness of Energy Efficiency Programs"	CIEE - California Institute for Energy and Environment"	2009	Prof	Programa para Redução de Emissão de CO ₂	1

- OBS:** 1) a coluna “Nível” está relacionada ao nível de escolaridade a qual o programa se destina. Devido às diferenças de séries entre o Brasil e os EUA, a nomenclatura aqui adotada é a equivalente às séries do padrão brasileiro de ensino.
- 2) a coluna “Parc.” está relacionada ao número de *parceiros* que o referido projeto conta, sejam eles instituições governamentais ou privadas.

Quadro 2 – Principais projetos realizados nos União Européia.

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Esc.	Prof.	Alunos	Benefícios	Investimento	Assoc.
Alemanha	"Bet to Win - The Climate Competition between Municipalities and their Citizens - ENERGY NEIGHBOURHOOD"	"B.&S.U. Beratungs- und Service Gesellschaft Umwelt mbH"	10/2007 a 4/2010	Informal				Participação da Comunidade, Treinamento, Redução de Consumo	1,198,331.00	11
Holanda	"Check and Improve the Energy Performance of Schools and Disseminate Best Practices - CHECK IT OUT!"	"Ecofys Netherlands BV"	10/2006 a 3/2009	Fund e Médio	100			Programa Educacional, Material Educativo	772,358.00	8
Noruega	"Creating Actions Among Energy-Conscious Children - Kids4Future"	"Enova SF"	Lançado em 2004	Fund.	20			PBL, Materiais Educacionais, Programas de TV, Internet ("Kids4Future")	1,539,643.00	10
Inglaterra	"Development of Distance Learning Training Material for the Promotion of Best Practice Ventilation Energy Performance in Buildings - Vent DisCourse"	"Brunel University"	1/2005 a 12/2006	Superior		60	43	EAD, Eficiência Energética na Arquitetura	641,750.00	5
Grécia	"Effective Education for Energy Efficiency"	"Regional Energy Agency of Crete"	2006 a 2007	Fund e Médio			321	Desenvolvimento de Metodologia, PBL, Currículo, Desenvolvimento de Experimentos		3
Suécia	"Efficient and Inefficient Aspects of Residential Energy Behaviour: What are the Policy Instruments for Change?"	Department of Sociology, Lund University	2005	Informal				Mudança Comportamental, Instrumentos de Medição		2

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Esc.	Prof.	Alunos	Benefícios	Investimento	Assoc.
Holanda	"Energy and Urban Planning in Restructuring Areas - ENPIRE"	"W / E Advisers"	1/2008 a 12/2009	Informal				Participação da Comunidade, Guia Prático em Energia e Planejamento Urbano	1,109,210.00	17
Itália	"Energy Conscious Households in ACTION - ECHO ACTION"	"Agenzia Veneziana per l'Energia"	11/2006 a 4/2009	Informal	7		1,700	Desenvolvimento de Metodologia, PBL, Participação da Comunidade, "Observer Partners Project"	1,374,942.00	15
Suécia	"Energy Efficiency in Residences - Challenges for Women and Men in the North"	"Energy and Environment Security, Swedish Defense Research Agency"	2006	Informal				Análise Comportamental, Redução de Consumo, Sensibilização Homem & Mulher		
Dinamarca	"Energy Intelligent Education for Retrofitting of Social Houses - EI-Education"	"Aarhus School of Architecture - Department for Supplementary Education"	1/2006 a 12/2007	Informal	14		80	EAD, Guia para Professores	457,291.00	9
Inglaterra	"Energy Savings from Intelligent Metering and Behavioural Change - INTELLIGENT METERING"	"Leicester Energy Agency"	1/2005 a 12/2006	Sup e Técnico	70	600		"Intelligent Metering System", 30% de Redução de Consumo, Manuais de Atividades	858,814.00	7
Grécia	"Energy Software Programs for Educational Use"	"Department of Energy Technology"	2006	Médio e Sup				Desenvolvimento de Software (6 programas)		3
Itália	"Energy, Education, Governance and School: a European School Panel for Involving Local Communities and Energy-Efficient Programs - EGS"	"Liceo Scientifico Statale 'Nicolò Tron' "	9/2008 a 2/2011	Médio (15-18)	13			PBL, Currículo, Cursos, Eficiência Energética	992,791.00	21

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Esc.	Prof.	Alunos	Benefícios	Investimento	Assoc.
Alemanha	"European Sustainable Energy Communities - Effective Integrated Local Energy Action Today - SUSTAINABLE NOW"	"International Council for Local Environmental Initiatives ICLEI - European Secretariat"	9/2008 a 8/2011	Informal				Participação da Comunidade, "Circles of Learning"	1,454,863.00	15
Itália	"European Young Energy Manager Championship - EYEManager Championship"	"Agenzia per l'Energia e l'Ambiente della Provincia di Perugia"	9/2008 a 2/2011	Médio (15-18)				"EYEManager Championship", PBL, Desenvolvimento de Metodologia	898,677.00	16
Holanda	"Game Based Platform: Energy-Efficient Virtual Cities - ENERCITIES"	"ROC Nijmegen"	9/2008 a 8/2011	Fund e Médio			26,000	"Game Based Learning Platform", Programa Educational	1,458,437.00	8
Inglaterra	"How to Change Attitudes and Behaviours in the Context of Energy"	"Department of Geography, University of Cambridge"	2008	Superior				Análise Comportamental, Currículo		1
Austria	"Improving the Social Dialogue or Energy Efficient Social Housing - ISEES"	"KWI Management Consultants GmbH"	1/2006 a 12/2007	Informal				Participação da Comunidade, Avaliação do Consumidor	1,194,570.00	8
Espanha	"Instigating Simple Energy-Efficient Behavioural Practices in Schools - FLICK THE SWITCH"	"Iberian Productivity and Innovation Centre"	9/2008 a 8/2010	Fund e Médio	200		100,000	PBL, Materiais Educativos, Eficiência Energética	1,189,620.00	11
Noruega	"Integration of Active Learning and Energy Monitoring With School Curricula - Active Learning"	"Norsk Enok og Energi AS"	1/2006 a 12/2008	Fund.	150			Active Learning, Redução direta de 5% (envolvitos) e indireta de 2%, Ferramentas e-learning, Materiais para monitoramento de energia.	1,445,324.00	15

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Esc.	Prof.	Alunos	Benefícios	Investimento	Assoc.
Itália	"Intelligent Use of Energy at School - IUSES"	"AREA Science Park"	8/2008 a 1/2011	Médio (15-18)				PBL, Desenvolvimento de Material, Guia do Professor, livro., DVD, Animações, Games, Eficiência Energética	1,238,415.00	14
Alemanha	"Magnify Success: Extension of the European Energy Trophy Competition to 18 Countries - Energy Trophy+"	"Beratungs- und Service Gesellschaft Umwelt mbH (B.&S.U.)"	12/2006 a 2/2009	Sup e Técnico	150			PBL, "Competition", Redução de Energia, Suporte on-line	1,926,118.00	19
Inglaterra	"Mobilise Energy Awareness - Mobilise Energy / Aware"	"Consulteco Limited"	1/2007 a 3/2010	Fund e Médio				Materials Educativos, Internet, Forum, "Donate Your Energy"	633,191.00	5
Holanda	"Modulating Societal Acceptance in New Energy Projects: Towards a Toolkit Methodology for Project Managers"	"Energy Research Centre of the Netherlands"	2008	Superior				Desenvolvimento de Metodologia, PBL, 27 Projetos Pilotos		2
Itália	"Multiplying Sustainable Energy Communities - a Blueprint for Action - MUSEC"	"Associazione Coordinamento Agende 21 Locali Italiane"	12/2006 a 5/2009	Informal				Desenvolvimento de Metodologia, PBL, "Sustainable Energy Community Blueprint"	1,681,084.00	13
Itália	"New Concept of Local Sustainable Development in Pilot Communities - NEC"	"Agenzia per l'Energia e l'Ambiente della Provincia di Perugia"	1/2006 A 12/2007	Fund.				PBL, Participação da Comunidade, "Clean Transport Day"	486,163.00	6

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Esc.	Prof.	Alunos	Benefícios	Investimento	Assoc.
Itália	"Pattern of Energy Efficiency in the Schools - P.E.E.S."	"Agenzia Locale per l'Energia I lo Sviluppo Ambientale della Provincia di Chieti"	10/2007 a 10/2009	Médio (15-18)				Desenvolvimento de Metodologia, Material Didático	1,019,772.00	5
Bélgica	"Persuasive Force of Children Through Education - FEEDU"	"Le Centre Urbain / Stadswinkel asbl"		6-12 (primário)	154	450	9,000	Cartazes, livros, vídeos, projetos de feiras de ciência, jogos	2,010,566.00	13
Inglaterra	"Realising the Potencial for Small-Scale Renewable Energy Sources in the Home - KITH"	"Sciotech Projects Ltd"	1/2006 a 12/2008	Fund. e Médio				Desenvolvimento de Metodologia, PBL, Material Didático	1,047,819.00	13
Greece	"Renewable Energy Sources Compass - RE-COMPASS"	"IDEC S.A."	1/2008 a 12/2010	Médio e Sup	27		3,000	Desenvolvimento de Metodologia, PBL, Material Didático	798,111.00	8
Itália	"Renewable Energy Sustainable Planning and Use within Public Bodies in Liaison with Involved Community Actios - RES PUBLICA"	"Provincia di Genova"	1/2007 a 6/2009	Informal	6			Participação da Comunidade, Desenvolvimento de Metodologia, Agenda 21, Catálogo	589,196.00	8
Alemanha	"School at University for Climate and Energy - SAUCE"	"Freie Universität Berlin - Forschungsstelle für Umweltpolitik"	9/2008 a 2011	Fund e Médio			15,000	PBL, Desenvolvimento de Material, Currículo	1,355,452.00	8
Inglaterra	"Social Housing Action to Reduce Energy Consumption - SHARE"	"Severn Wye Energy Agency Ltd"	1/2006 a 6/2008	Informal			1,000	Material Educativo, Treinamentos	736,880.00	8
Espanha	"Strategy for Energy Sustainability and Strengthening of the Planning of the Energy Use in Sustainable or Potentially Sustainable Municipalities - ENERGY 21"	"Diputación Provincial de Huelva"	1/2007 a 6/2009	Informal				Desenvolvimento de Metodologia, Mudança de Comportamento, Guia de Atividades em Energia	782,460.00	7

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Esc.	Prof.	Alunos	Benefícios	Investimento	Assoc.
Alemanha	"Supporting European Housing Tenants in Optimising Resource Consumption - SAVE@Work4Homes"	"Empirica"	1/2007 a 12/2008	Informal			3,000	Participação da Comunidade, Monitoramento de Consumo	2,459,150.00	11
Espanha	"The Energy Path: an E-Learning Platform for Education of the New Generations in the Sustainable Energy Field - ENERGY PATH"	"Edicions I Serveis Escolars Domènech SA"	1/2006 a 12/2008	Fund e Médio	141	325	8,125	Materiais Educativos, Plataforma de E-Learning, PBL, Livros	1,541,450.00	11
Inglaterra	"The Household Energy Gap: Examining the Divide Between Habitual - and purchase - Related Conservation Behaviours"	"Department of Geography, University of Exeter"	2004	Informal				Mudança Comportamental, Hábitos Eficientes		
França	"Training for Renovated Energy Efficient Social Housing - TREES"	ARMINES	1/2006 a 12/2007	Sup e Técnico	6			Desenvolvimento de Metodologia, Material Didático, Simuladores	262,808.00	6
Irlanda	"Using Minimum Energy in Ireland Schools"	"Department of Education and Science"	Lançado em 1998	Fund	1			PBL, Guia de Atividades, Redução de Consumo na Escola		2
Inglaterra	"Young Energy People - YEPI"	"Severn Wye Energy Agency Ltd"	11/2007 a 7/2010	Médio (15-18)				PBL, Desenvolvimento de Metodologia, Eficiência Energética	1,074,731.00	8
Inglaterra	"Young Energy Savers - YES"	"Business Solutions Europa Limited"	9/2008 a 8/2010	Fund e Médio				Filmes Animados, Eficiência Energética, Guia para Professores,	854,490.00	5

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Esc.	Prof.	Alunos	Benefícios	Investimento	Assoc.
Itália	Energia na Escola	"Agenzia per il Risparmio Energetico di Ancona"	2002	Médio (15-18)		50	700	Desenvolvimento de Metodologia, Guias de Atividades		3
Espanha	Fontes de Energias Renováveis na Escola	"Agência de Energia de Estremadura"	2003	Fund e Médio	10		1,000	Desenvolvimento de Metodologia, PBL, Aulas de Ciências Iterativas, Guia de Atividades em Energia Solar		1
Bélgica	Força à Energia pelas Crianças	Programa Altener	2002 a 2003	Fund.	100			PBL, Participação da Comunidade, Material Educativo, Livros		9
Irlanda	Motivação no Distrito de Meath"	Agência de Gestão de Energia de Meath	Lançado em 2003	Fund e Médio	30			Concurso, Projeto "Um dia sem Carro"		1
Polónia	O Autocarro da Energia	Agência Nacional Polaca de Conservação de Energia	Lançado em 2003	Informal	200		50,000	Demonstrações sobre Energias Renováveis, PBL, Materiais de Apoio		4
Holanda	Poupança de Estudantes	Universidade Técnica	Lançado em 2004	Superior	4			PBL, Projeto Piloto, Redução de Consumo		5
Alemanha	Sol nas Escolas de Rathenow	Agência Local de Energia	Iniciado em 1997	Fund.	9			Construção de Sistema Fotovoltaico na Escola, Redução de Consumo (entre 10 e 15%)	--	

Quadro 3 – Principais projetos realizados na Ásia e Oceania.

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Benefícios	Assoc.
Iugoslavia	"Education and Training in Renewable Energy Sources in Serbia and Montenegro"	"Mechanical Engineering Faculty, Kragujevac University"	2003	Superior	Desenvolvimento de curso, Incentivo à Educação Formal	1
Austrália	"New Directions in Renewable Energy Education"	"Murdoch University"	2008	Superior	Desenvolvimento de curso, Incentivo à Educação Formal	
Malásia	"Physics Students' Conceptions of Energy and Technological Development in Energy"	"University of Science Malaysia"	1998	Grad.	Desenvolvimento Conceitual, Currículo	1
Tailândia	"Renewable Energy Education at the University Level"	"Energy Program, Asian Institute of Technology"	2001	Superior	Desenvolvimento de curso, PBL, "Renewable Energy Education", internet	1
Austrália	"Renewable Energy Education for Sustainable Development"	"Australian Cooperative Research Centre for Renewable Energy"	2001	Grad e Pos	Desenvolvimento de curso, PBL, "Renewable Energy Education", internet	1
Índia	"Renewable Energy Education for Technicians / Mechanics"	"Centre for Energy Studies"	1999	Grad e Pos	Desenvolvimento de curso, "Renewable Energy Education"	1
China	"The Hong Kong Schools Solar Education Programme"	"Department of Architecture, University of Hong Kong"	2003	Todos	Desenvolvimento de curso, PBL, Redução de Consumo	3
Austrália	"The Potential, Practice and Challenges of Tertiary Renewable Education on the World Wide Web"	"Australian CRC for Renewable Energy"	2001	Grad e Pos	Desenvolvimento de curso, "Renewable Energy", internet	1

Quadro 4 – Principais projetos realizados na América Latina.

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Benefícios	Assoc.
Chile	"Apoyo a la Educación Técnica en Electricidad, Energía y Otros"	"Fundación Chilectra Activa"	2005	Ensino Profissionalizante e Superior	Desenvolvimento de Cursos e Capacitação, Formação Profissional	1
Chile	"Eficiência Energética: un Desafío Escolar"	"La Ministra de Medio Ambiente"	2007	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Professores e Direção escolar, Desenvolvimento de projetos escolares	1
Argentina	"Energías Renovables: un Proyecto Educativo Alvidado"	"Secretaría de Energía de la Nación"	--	Ensino Fundamental	Equipamentos Fotovoltaicos para 160 escolas, Infraestrutura	3
Colômbia	"Formulación de Proyectos de Energía Renovable en América Latina"	"CATHALAC: Ciudad del Saber"	--	Ensino Profissionalizante	Curso de Capacitação (40 horas), Profissionais da Área	1
Chile	"Modelos de Formación en Eficiencia Energética"	"La Ministra de Medio Ambiente"	1999	Ensino Médio e Superior	Desenvolvimento de Cursos e Capacitação, Formação Profissional	1
Panamá	"Programa de Capacitación de Educación en Eficiencia"	"Ciudad de Panamá"	2009	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Desenvolvimento de Cursos e Capacitação, Ações de Conscientização	1
Cuba	"Programa Docente-Educativo de Ahorro de Energía"	Programa Docente-Educativo de Ahorro de Energía del Ministerio de Educación (PAEME)	--	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Desenvolvimento de Cursos e Capacitação, Laboratório Virtual de Química, Ações de Conscientização	1
Chile	"Programa País de Eficiencia Energética"	"La Ministra de Medio Ambiente"	2006	Ensino Médio e Superior	Entidades de Ensino Superior, Incentivar Eficiência Energética	1
Uruguai	"Proyecto de Eficiencia Energética"	"Ministerio de Industria, Energía y Minería"	--	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Desenvolvimento de Cursos e Capacitação, Ações de Conscientização	3

Quadro 5 – Principais projetos realizados no Brasil.

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Benefícios
Rio Grande do Sul	Bases Teóricas e Experimentais para o Planejamento Energético em Prédio de Ensino	UFSM	2009	Ensino Superior	Metodologia, Prédios Públicos
Curitiba	Combate ao Desperdício de Energia Elétrica em Escolas Públicas	UFPR	2007	Ensino Superior	Redução de Consumo de Energia Elétrica em Prédios Públicos
Nacional	CONPET - Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural	Petrobras, Ministério de Minas e Energia	1991	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Desenvolvimento de Cursos, Capacitação, Parcerias, Uso Racional de Derivados de Petróleo e Gás Natural
Amazonas	Conservar Energia é Alimentar o Futuro	UNINORTE	2009	Ensino Superior	Campanha Interna, Ações de conscientização
Rio Claro - SP	Departamento de Física	UNESP - Campus de Rio Claro	2003	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Capacitação, Desenvolvimento de projetos, Ações de conscientização
Região Sudeste	Energia Eficiente: Educar para Conservar	Furnas	2009	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Capacitação, Desenvolvimento de projetos, Ações de conscientização
Itajubá - MG	EXCEN - Centro de Excelência em Eficiência Energética	Universidade Federal de Itajubá	2009	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Capacitação, Desenvolvimento de projetos, Ações voltadas para Eficiência Energética

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Benefícios
Nacional	INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial	INMETRO	1992	Informal	Diminuição do consumo de energia elétrica nos eletrodomésticos
São Paulo	Laboratório de Demonstrações do Instituto de Física	IF - USP	1990	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Capacitação, Desenvolvimento de projetos, Ações de conscientização
Juiz de Fora - MG	Laboratório de Eficiência Energética da (LEENER)	Universidade Federal de Juiz de Fora	2001	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Capacitação, Desenvolvimento de projetos, Ações voltadas para Eficiência Energética
Guaratinguetá - SP	Laboratório de Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade	UNESP - Campus de Guaratinguetá	2005	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Pesquisa e Desenvolvimento, Capacitação, Ações voltadas para o Ensino de Energia
Paraná Litoral	Laboratório Móvel de Educação Científica	UFPR	2008	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Capacitação, Ações de Conscientização
Rio Grande do Sul	Museu de Ciência e Tecnologia	PUC RS	---	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Desenvolvimento de Cursos, Capacitação, Parcerias, Divulgação Científica

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Benefícios
Londrina	Museu de Ciência e Tecnologia de Londrina	UEL	2005	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Experimentação, Show de Química, Museu Itinerante, Divulgação Científica
Maringá	Museu Dinâmico Interdisciplinar – MUDI	UEM	1985	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Ludoteca de Física, Show de Física, Peças teatrais, Divulgação Científica
Campinas	Museu Exploratório de Ciências	UNICAMP	2005	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Desenvolvimento de projetos, Capacitação, Experimentação, Ações de conscientização
São Paulo	Parque Temático	Estação Ciências	1987	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Desenvolvimento de Cursos, Capacitação, Parcerias, Divulgação Científica
São Paulo	Parque Temático	Fundação Catavento	2007	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Desenvolvimento de Cursos, Capacitação, Parcerias, Divulgação Científica
São Carlos	Parque Temático: CDCC	USP - São Carlos	2009	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Capacitação, Desenvolvimento de projetos, Divulgação Científica

Origem	Projeto	Promotor	Ano	Nível	Benefícios
Nacional	PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica	Eletrobras, Ministério de Minas e Energia	1985	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Desenvolvimento de Cursos, Capacitação, Melhoria de Equipamentos, Parcerias, Uso Racional de Energia Elétrica
Bahia	Programa de Eficiência Energética	COELBA	2004	Ensino Superior	Capacitação profissional, Ações de conscientização
Ceará	Seara da Ciência	UFC – Universidade Federal do Ceará	1991	Ensino Fundamental, Médio e Superior	Desenvolvimento de Cursos, Capacitação, Parcerias, Divulgação Científica
Região norte	Programa Elettronorte de Eficiência Energética - PEEEE	Elettronorte	2002	Ensino Fundamental, Médio	Capacitação de professores, Atividades, Currículo
São Paulo	Programa Permanente para o Uso Eficiente de Energia	USP	2009	Ensino Superior	Ações de conscientização, Redução de Consumo
Rio Grande do Sul	Programa Uso Sustentável de Energia (USE),	PUC RS	2009	Ensino Superior	Redução de Consumo, Prédios Públicos
São Paulo	Uma Pesquisa de Mudança de Hábitos e Comportamento de Consumidores Residenciais Durante o Racionamento de Energia	IEE - USP	2002	Superior	Desenvolvimento de Curso, Avaliação,

ANEXO II

FOLHETO ILUSTRATIVO SOBRE DA MOSTRA DE ENERGIA

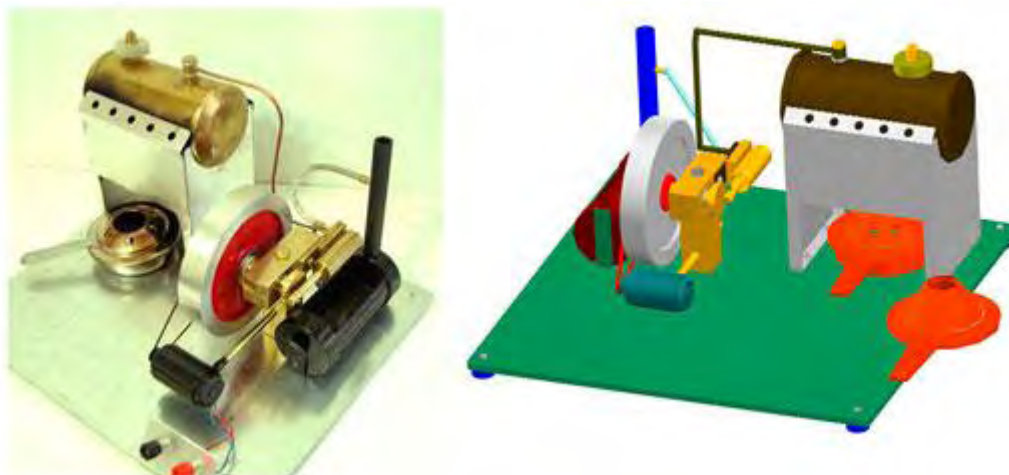


Figura 01 – Máquina a vapor com Gerador elétrico (micro motor CC e um sistema de LEDs em paralelo. Pode ser usado para contextualizar: Liberação de calor na combustão; Transformações de energia: de calor em pressão (energia/volume); de pressão em energia mecânica: de energia mecânica de rotação em energia elétrica e de energia elétrica em energia luminosa e calor

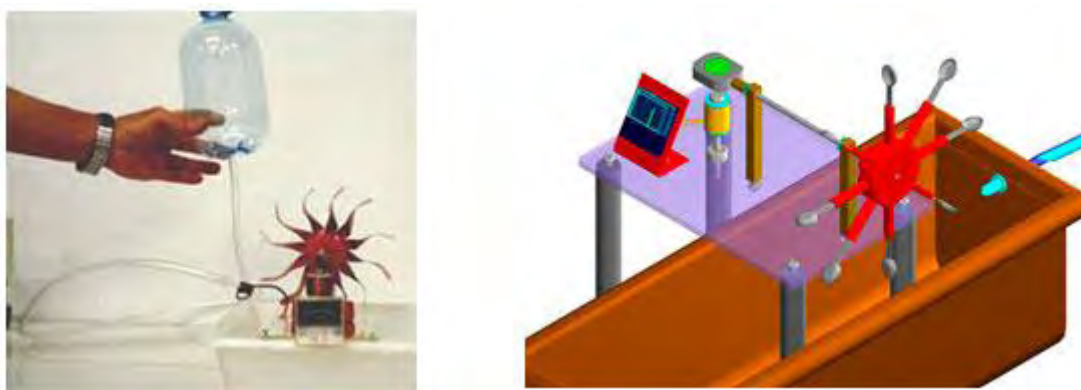


Figura 02 – Mini usina hidrelétrica: Recipiente plástico com mangueira; turbina de folhas de flandres; ímã e bobina; medidor de corrente. Pode ser usado para contextualizar: potência elétrica: vazão e energia cinética; energia potencial e cinética; transformação de energia mecânica em elétrica; potência elétrica e a vazão da água e; potência elétrica e a energia cinética da corrente de água.



Figura 03 – Máquina Térmica de Stirling: tubo de vidro articulado e conectado a uma seringa de vidro; esfera de aço. Lamparina de vidro. Pode ser usado para contextualizar: transformação de calor em trabalho; ciclos termodinâmicos.



Figura 04 – Garrafa de Leyden: feita recipiente plástico de refrigerante contendo água, haste metálica com terminal esférico. Eletrofor. Pode ser usada também com uma lâmpada neon ou fluorescente. Pode ser usado para contextualizar: eletrização por transferência de cargas (elétrons); princípio do capacitor e; descarga em gás (lâmpada fluorescente).

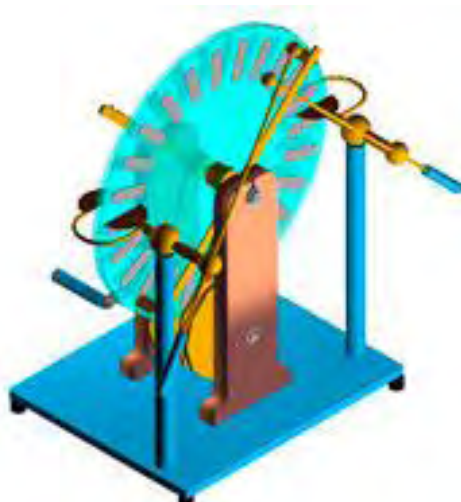


Figura 05 – Máquina Eletrostática de Winshurst: pode ser usada em conjunto com a Garrafa de Leyden, Lâmpada fluorescente ou Neon. Pode ser usado para contextualizar: eletrização por indução; capacitor e; descarga em gases. (Show / Mostra / Curso de Formação)

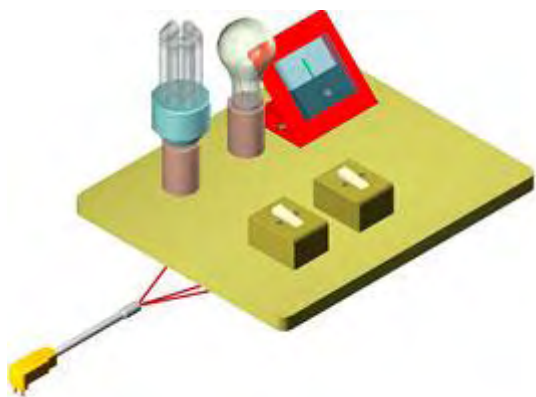


Figura 06 – Eficácia de Lâmpadas: suporte de madeira contendo ligação em paralelo de lâmpada incandescente de 15 W e fluorescente equivalente. Multímetro. Pode ser usado para contextualizar: Medidas de tensão e corrente; Potência de funcionamento de cada lâmpada e consumo de energia

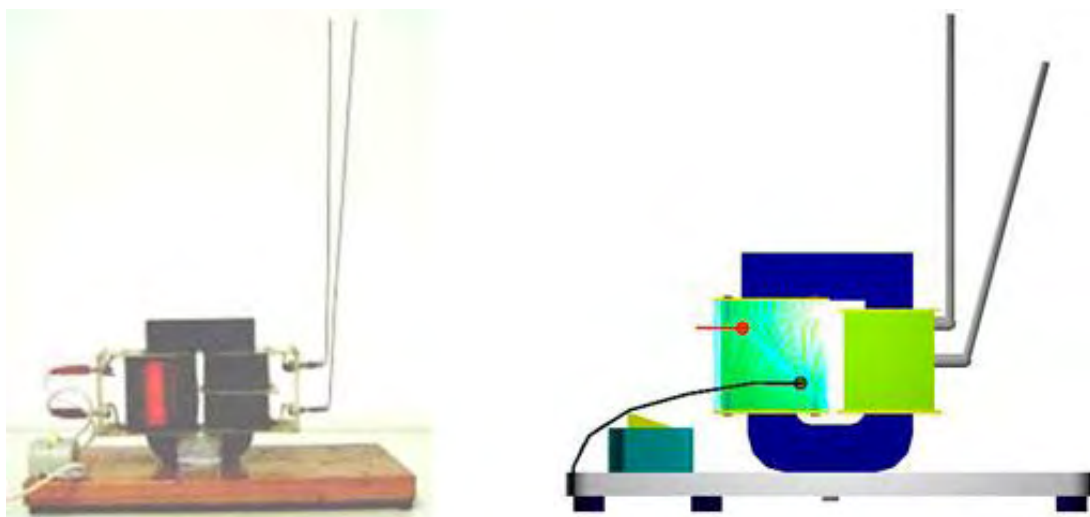


Figura 07 – Descarga elétrica no ar (escada de plasma). Plasma Núcleo U + I; Bobina de 300 espiras, 127 V – AC; Bobina de 12.000 espiras com terminais metálicos que se afastam entre si em forma de V. (Sistema vem protegido por um anteparo de acrílico). Pode ser usado para contextualizar: tensão e o rompimento da rigidez dielétrica do ar; plasma; Lei da Conservação da Energia aplicada aos transformadores; potencia e corrente em função do número de espiras da bobina.



Figura 08 – Foguete de álcool: vasilhame PET; faiscador de fogão para iniciar a ignição do vapor de álcool; álcool combustível. Pode ser usado para contextualizar: Transformação de calor em energia cinética; Lei da ação e reação; Força e quantidade de movimento.



Figura 09 – Hemisfério de Magdeburg: bomba de vácuo; hemisfério de Magdeburg feito de tampão de PVC ou de alumínio. Pode ser usado para contextualizar: Força da pressão atmosférica e baixas pressões.

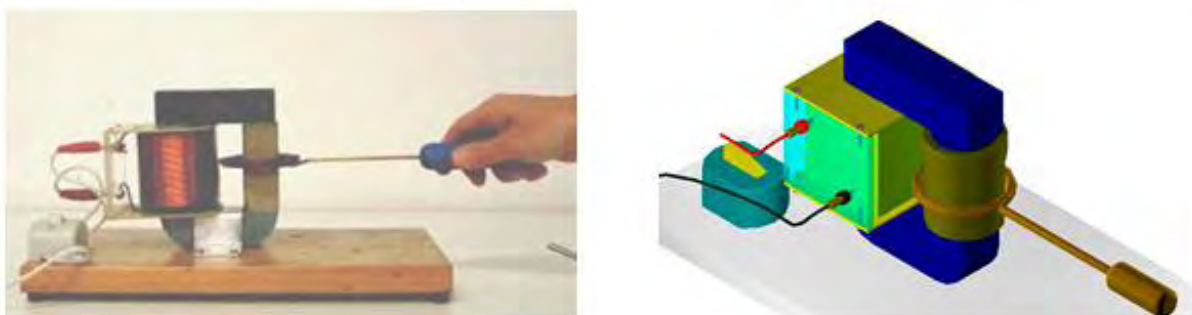


Figura 10 – Forno de indução: núcleo U + I; Bobina de 300 espiras, 127 V – AC, Espira com canal para acomodar água ou estanho. Pode ser usado para contextualizar: Situação análogo à anterior: a espira encontra-se em curto e a corrente que nela circula é muito intensa; por Efeito Joule o calor resultante implica em energia suficiente para ferver água e fundir uma porção de estanho.

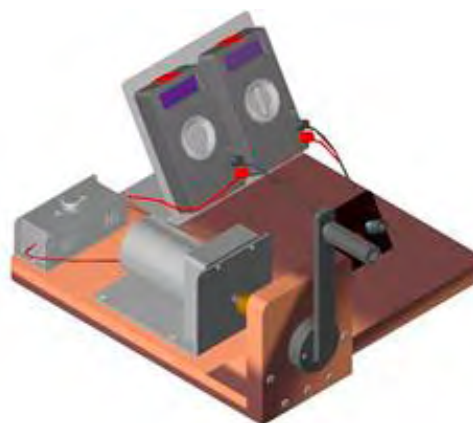


Figura 11 – Gerador elétrico de manivela: motor CC – 24 V com manivela; voltímetro e regulador de voltagem. Multímetro. TV de 12 V. Lâmpadas fluorescente e incandescente de 12 V; Resistência de chuveiro. Pode ser usado para contextualizar: transformação de energia mecânica em elétrica; Potência, Voltagem e Corrente; Diferenciação entre “Trabalho” e “Potência”; Conceito de “horário de pico”.



Figura 12 – Condutibilidade Térmica: barras de cobre, alumínio e latão presas a um anel metálico; lamparina e suporte; 3 multímetros com par termoeletrônica. Pode ser usado para contextualizar: transmissão de calor; condutibilidade térmica; condutores e isolantes térmicos.

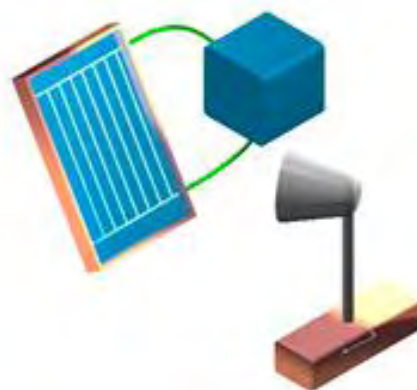
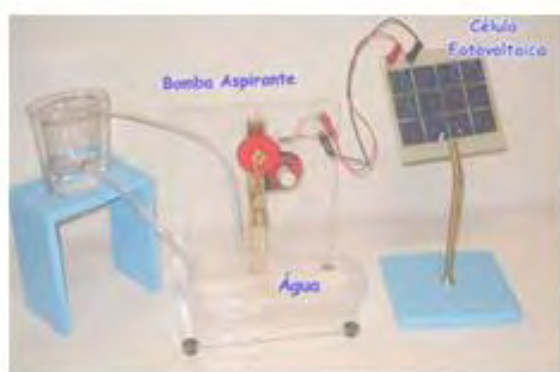


Figura 13 – Coletor solar plano: célula Fotovoltaica; Lâmpada de 200 W; Mini bomba aspirante. Pode ser usado para contextualizar: energia renovável; radiação solar; energia solar; efeito fotovoltaico; transformação direta de energia solar em eletricidade.

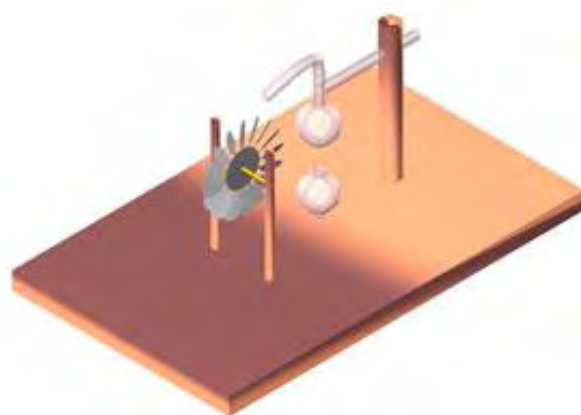


Figura 14 – Modelo de turbina a vapor: usa lamparina de vidro como fonte geradora de calor; caldeira: balão de vidro com bico de saída de vapor; turbina: feita com folha de cobre. Pode ser usado para contextualiza: energia liberada na combustão do álcool; calor e ebulição da água; transformação de energia cinética do vapor em energia cinética de rotação da turbina.

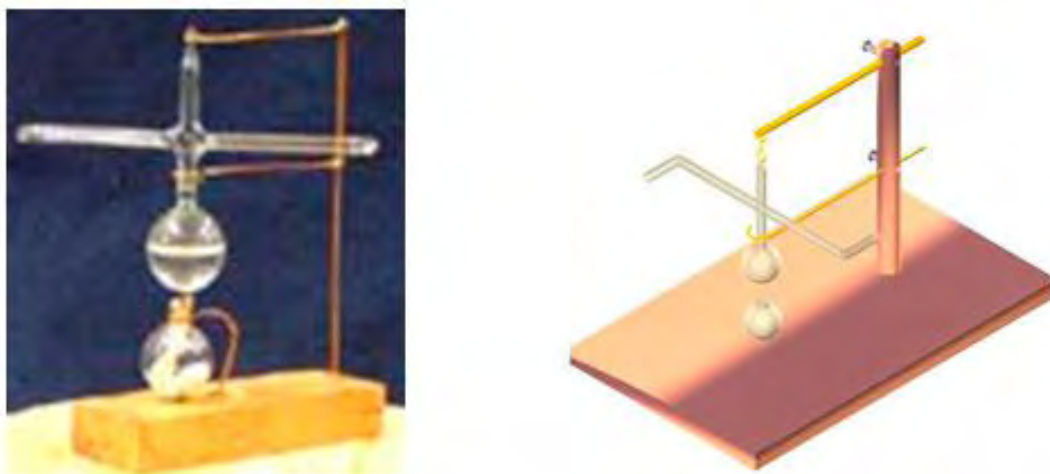


Figura 15 – Máquina de Heron: usa lamparina de vidro como fonte geradora de calor; Caldeira: balão de vidro com 2 bicos de saída de vapor. Pode ser usado para contextualizar: liberação de energia na combustão do álcool; propriedades da ebulição; energia cinética de rotação do sistema; lei da ação e reação; impulso e quantidade de movimento.

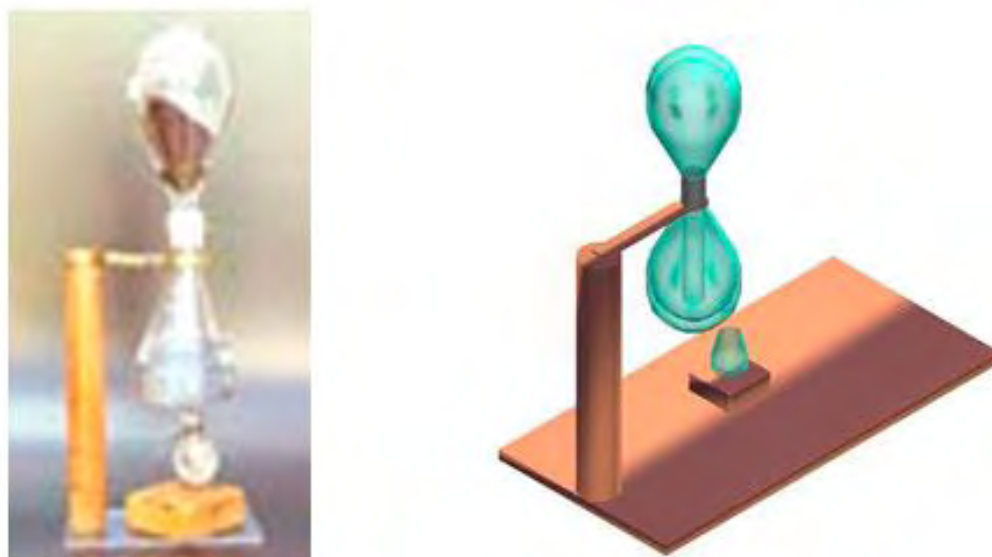


Figura 16 – Cafeteira a vácuo: Caldeira: Erlenmeyer; Fonte térmica: lamparina com álcool; Cafeteira: funil com filtros. Pode ser usado para contextualizar: transformação de energia; transferência de calor; vaporização e condensação; temperatura e Pressão; combustão do álcool.

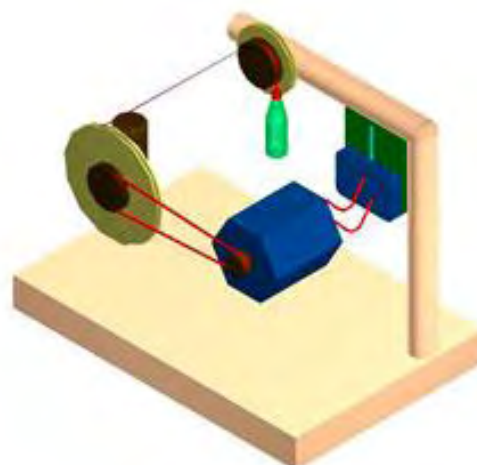


Figura 17 – Conversão de energia mecânica em energia elétrica: sistema contendo: Garrafa com água; motor CC; Sistema de polias; Capacitor. Pode ser usado para contextualizar: transformação de energia mecânica em potencial; acumulação de energia elétrica num capacitor; funcionamento em curto circuito e sem carga.



Figura 18 – Aquecendo água em caixa de papel: suporte tipo tripé; Lamparina; Caixa de papel sulfite com água; Bexiga com água. Pode ser usado para ilustrar: transmissão de calor; ponto de fulgor (por que o papel não pega fogo?); capacidade térmica da água; condutibilidade térmica.



Figura 19 – Foguete de água: bomba pneumática; Válvula de pneus de caminhão; Rolha de borracha; Garrafas plásticas. Pode ser usado para contextualizar: trabalho de compressão; transformação da energia de pressão em energia cinética; energia envolvida na expansão adiabática do ar; lei da ação e reação; impulso e Quantidade de Movimento.



Figura 20 – Ignição adiabática do ar: Motor Diesel: tubo de vidro; pistão ajustado com anel O´ring; algodão. Pode ser usado para contextualizar: transformação de trabalho em calor; Primeira Lei da Termodinâmica; processo adiabático; lei geral dos gases.

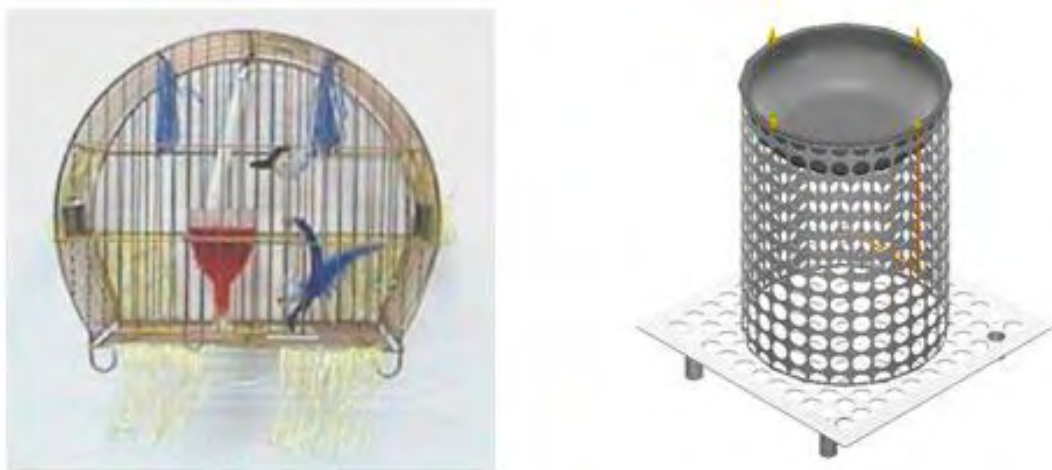


Figura 21 – Gaiola de Faraday: este equipamento necessita da Máquina de Winshurst para a sua eletrização; gaiola metálica com tiras leves de papel grudadas na parte externa e interna da estrutura metálica. Pode ser usado para contextualizar: distribuição de cargas num condutor; proteção à descargas elétricas da atmosfera; direção do campo elétrica criado por cargas superficiais.



Figura 22 – Painel de pressão: painel de pressão com manômetro e sensor de temperatura; multímetro com par termoeletrico; Botijão de gás de 5 kg com queimador. Pode ser usado para contextualizar: ebulição e temperatura; calor de vaporização; temperatura de ebulição e pressão; cocção e temperatura; uso eficiente da panela de pressão.



Figura 23 – Espingarda de batata: cano de acrílico ou PVC de ~2 cm de diâmetros com chanfros nas extremidades; Batatas cruas; Pistão de madeira de diâmetro pouco menor que o do cano. Pode ser usado para contextualizar: trabalho e compressão; energia acumulada pelo ar comprimido; transformação da energia de pressão em energia cinética.

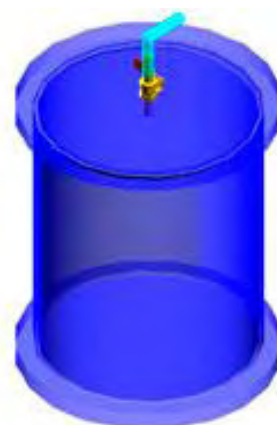


Figura 24 – Fenômenos de pressão: bomba de vácuo; hemisfério de Magdeburg feito de tampão de PVC ou de alumínio. Pode ser usado para contextualizar: força da pressão atmosférica; baixa pressão.

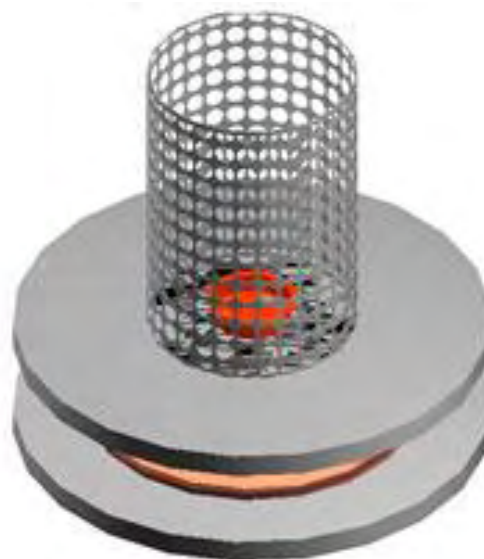


Figura 25 – Vortex de fogo: cilindro feito de tela metálica; Sistema de rotação. Recipiente com estopa embebido de combustível. Pode ser usado para contextualizar: combustão e a chama; convecção natural e forçada; formação de vórtice.

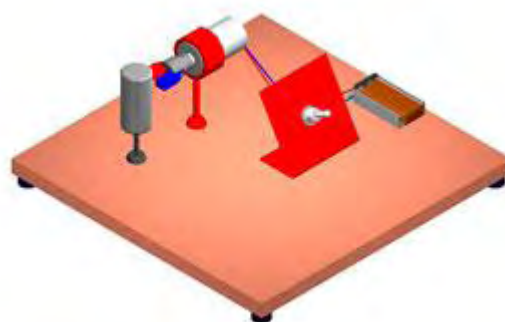


Figura 26 – Modelo de motor de indução: motor de 3 V c/ imã formato ferradura ligado ao seu eixo; Tarugo de alumínio que pode girar livremente apoiado numa haste. Pode ser usado para contextualizar: indução magnética; campo magnético induzido; Lei de Lenz; funcionamento motor de indução.



Figura 27 – Caixa de convecção: caixa com tampa frontal de vidro e dois orifícios na tampa superior; Vela; Gerador de fumaça: Estopa molhada com glicerina. Multímetro com par termoeletrico. Pode ser usado para contextualizar: transferência de calor por convecção; corrente de convecção.



Figura 28 – Tesômetro: bulbos de vidro unidos por um tubo contendo clorofórmio colorido sob baixa pressão. Transferindo calor ao bulbo inferior o clorofórmio sobe pelo tubo jorrando no bulbo superior. Pode ser usado para contextualizar: temperatura de ebulição e pressão; transferência de calor; pressão e número de moléculas no estado gasoso.

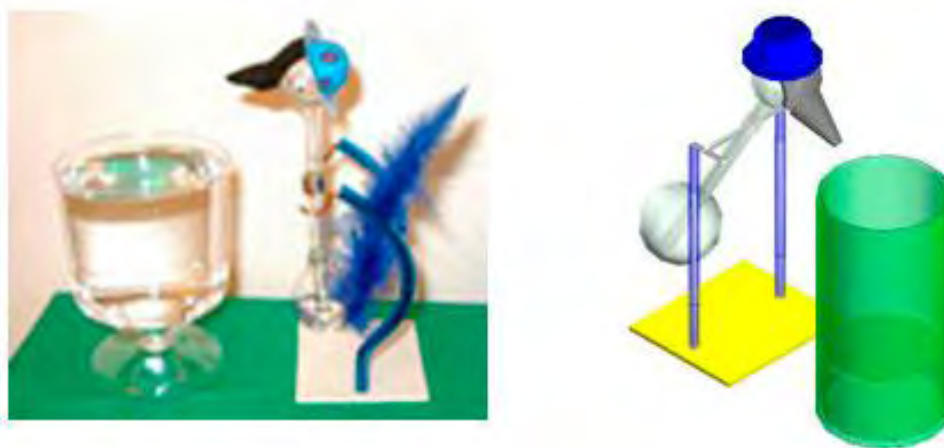


Figura 29 – Pássaro Sedento: estrutura do tesômetro montado em forma de um “pássaro”. Com o resfriamento do bulbo superior o clorofórmio sobe e o pássaro tomba e depois retorna. Pode ser usado para contextualizar: máquina térmica; fonte quente e fria; trabalho e calor. condensação e diminuição da pressão; resfriamento no processo de evaporação umidade relativa do ar e o processo de evaporação.

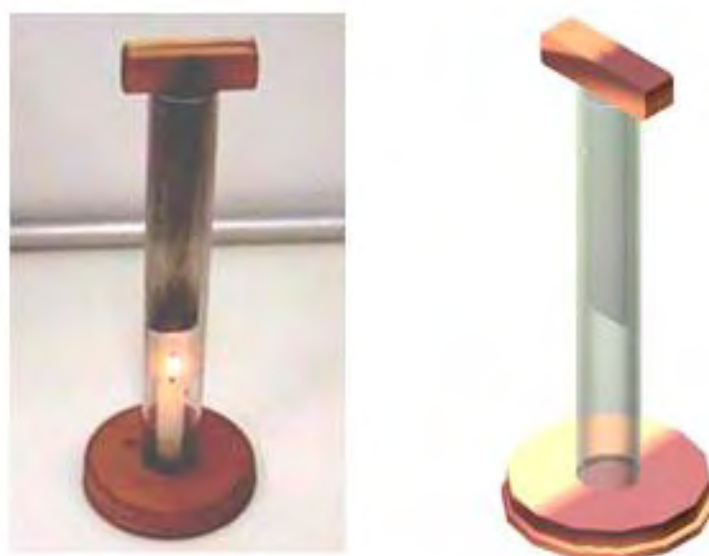


Figura 30 – Chaminé mágica: tubo de vidro de diâmetro 3 cm com um pequeno orifício a 3 cm de uma das extremidades. Vela. Placa de metal em forma de T. Pode ser usado para contextualizar: combustão, combustível e comburente; o papel do ar na combustão; a convecção no interior do tubo; a função do orifício na manutenção da combustão; fluidodinâmica.



Figura 31 – Criófaro: tubo de vidro com bulbos nas extremidades contendo líquido volátil (clorofórmio) a baixa pressão. Recipiente com gelo. Pode ser usado para contextualizar: resfriamento e condensação; evaporação e resfriamento; condensação e diminuição de pressão; pressão de vapor.



Figura 32 – Pilha de limão: eletrodos de cobre e zinco; Máquina de calcular, limão, maçã, laranja etc. Pode ser usado para contextualizar: transformação de energia química em elétrica; reações químicas de óxido-redução; ions.



Figura 33 – Gotas flamejantes: nitrogênio líquido; latinha de refrigerante pintada de preto pendurada num suporte de modo que fique ligeiramente inclinada; forminha de metal contendo algo em brasa (pode ser algodão, carvão, etc). Pode ser usado para contextualizar: baixas temperaturas; liquefação de gás por abaixamento de temperatura; condensação e solidificação de vapor d'água do ar; oxigênio líquido e a alimentação da combustão.

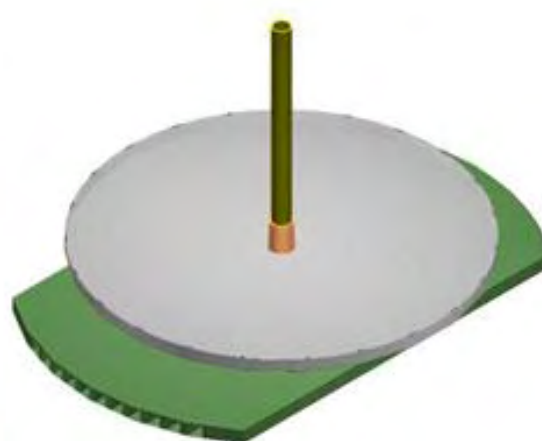


Figura 34 – Eletróforo: eletróforo com base de acrílico e disco de metal com cabo isolante. Chave de fenda com sinalização de neon. Pode ser usado para contextualizar: indução eletrostática; eletrização por indução; ligação à terra; descarga elétrica em gases.

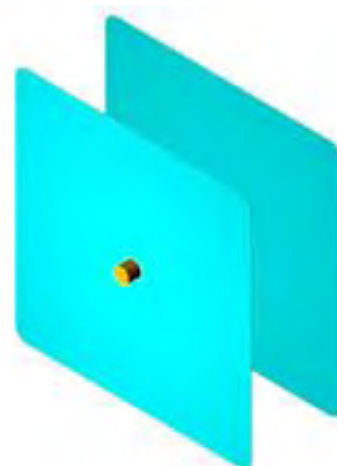


Figura 35 – Ventosas Planas: duas placas de plástico de espessura 1,5 mm; Quando encostadas uma na outra, cria no centro delas, uma região de baixa pressão. Pode ser usado para contextualizar: efeito da diferença de pressão; força da pressão atmosférica; ventosas para erguer placas planas de vidro ou de metal.

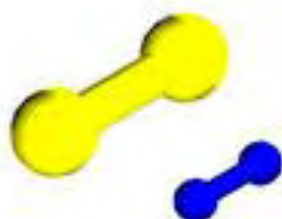


Figura 36 – Plataforma giratória: feita com duas bases redondas de madeira; pares de alteres, rolamento. Pode ser usado para contextualizar: rotação; conservação de momento angular; distribuição de massa.

ANEXO III

Questionário Conceitual

Local: _____

Data: ____ / ____ / ____

OBS: As questões a seguir devem ser respondidas obedecendo ao seguinte critério:

A	<i>Eu tenho certeza que está certo</i>
B	<i>Eu acho que está certo</i>
C	<i>Eu não sei se está certo</i>
D	<i>Eu acho que está errado</i>
E	<i>Eu tenho certeza que está errado</i>

	Questão	A	B	C	D	E
01	Os átomos são responsáveis pelo fenômeno da eletricidade.					
02	É possível eletrizar objetos metálicos a distância.					
03	Energia não pode ser nem criada nem destruída.					
04	Energia é a propriedade de um sistema que lhe permite realizar trabalho.					
05	A natureza da energia de um relâmpago é de origem magnética.					
06	O ampère é uma unidade de tensão elétrica.					
07	Os metais são maus condutores de corrente elétrica.					
08	O ventilador transforma energia elétrica em energia potencial.					
09	O estudo sobre Fontes Alternativas de Energia é pouco importante.					
10	A corrente elétrica está relacionada com o movimento de cargas positivas.					
11	O sol e o vento são as únicas fontes de energia renováveis.					
12	Energia elétrica é no Brasil 70% de origem hidrelétrica.					
13	O biogás é derivado do petróleo.					
14	O petróleo é uma fonte de energia inesgotável.					
15	Tenho plenos conhecimentos sobre como é o sistema de cobrança (tarifação) da conta energia elétrica de minha residência.					
16	Seus conhecimentos sobre formas de economizar energia elétrica são superficiais.					
17	As lâmpadas incandescentes possuem um rendimento maior que as fluorescentes.					
18	O chuveiro é um dos aparelhos mais potentes e por isso consome mais energia elétrica.					
19	Na geladeira a energia elétrica é transformada em energia térmica.					
20	O condicionador de ar tem um baixo consumo de energia elétrica.					
21	Uma aparelho de 500W de potência ligado por uma hora consome a mesma quantidade de energia elétrica de um aparelho de 50W de potência ligado por 10 horas.					
22	Os geradores são responsáveis pela transmissão de energia elétrica.					
23	Duas cargas, uma positiva e outra negativa, colocadas próximas uma da outra se repelem.					
24	Não há relação entre quantidade de energia elétrica consumida e o desenvolvimento de um país					
25	Ao realizarmos reciclagem de materiais estamos conservando energia elétrica					
26	A geração de energia elétrica não contribui para o efeito estufa.					
27	O protocolo de Kyoto trata do aumento da emissão de carbonatos na atmosfera.					
28	Economizar água e energia não possui relação com o meio ambiente.					
29	Gás natural polui menos que o diesel.					
30	A geração de energia elétrica por usinas termoeletrica não libera resíduos.					

ANEXO IV

Questionário Sobre a Escola

Nome: _____

Escola: _____

01 – A sua escola possui laboratório (s) de ciências?

() sim () não

Se sim, quais?

() física () química
() biologia () matemática

Se sim, com qual frequência você os utiliza?

() 1 vez por semana () 1 vez por mês
() 1 vez por ano () nunca usou

02 – A sua escola possui “experimentos” ou “kits didáticos” para o Ensino de Ciências?

() sim () não

Se sim, de quais áreas?

() física () química () biologia

03 – Você já assistiu ao Show de Energia?

() sim () não

04 – Já visitou algum museu ou centro de ciências?

() sim () não

Se sim, em qual (ou quais) visitou?

05 – A sua escola realiza feira (s) de ciência (s) durante o ano letivo?

() sim () não

Se sim, você participa?

() sim () não

06 – A sua escola participa de algum projeto de ciências desenvolvido por alguma instituição externa?

() sim () não

Se sim, você participa?

() sim () não

08 – A sua escola possui laboratório(s) de informática?

() sim () não

Se sim, quantos?

() 1 () 2 () 3 ou mais

Se sim, com qual frequência você os utiliza o(s) laboratório(s)?

() 1 vez por semana () 1 vez por mês
() 1 vez por ano () nunca usou

09 – Com que frequência você acessa a internet?

() diariamente () 1 a 3 vezes por semana
() 1 vez por mês () 1 vez por ano

10 – A sua escola possui data-show?

() sim () não

Se sim, com qual frequência você os utiliza?

() 1 vez por semana () 1 vez por mês
() 1 vez por ano () nunca usou

11 – A sua escola possui sala de vídeo?

() sim () não

Se sim, com qual frequência você os utiliza?

() 1 vez por semana () 1 vez por mês
() 1 vez por ano () nunca usou

12 – Qual o seu principal meio de locomoção?

() carro () ônibus () a pé
() moto () bicicleta

13 – A sua escola realiza algum projeto para economizar energia?

() sim () não

Se sim, você participa?

() sim () não

14 – A sua escola realiza algum projeto para preservar o meio ambiente?

() sim () não

Se sim, você participa?

() sim () não

15 – A sua escola realiza algum projeto social?

() sim () não

Se sim, você participa?

() sim () não

16 – A sua escola realiza “passeios educacionais”?

() sim () não

Se sim, você participa?

() sim () não

17 – A sua escola faz coleta seletiva de lixo?

() sim () não

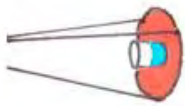
18 – A sua escola possui uma oficina de manutenção?

() sim () não

19 – Comentários

ANEXO V

Avaliação Sobre a Capacitação

Exp.	Descrição	Imagem	Série Indicada	Aplicou em sala?	Dificuldades	Sugestões
1	Gota de ar			() Sim () Não		
2	Plano inclinado			() Sim () Não		
3	Centrifuga			() Sim () Não		
4	Dinamômetro			() Sim () Não		

Exp.	Descrição	Imagem	Série Indicada	Aplicou em sala?	Dificuldades	Sugestões
5	PUC: Disco flutuante			☐ Sim ☐ Não		
6	Looping			☐ Sim ☐ Não		
7	João Bobo			☐ Sim ☐ Não		
8	PET Inercial			☐ Sim ☐ Não		

Exp.	Descrição	Imagem	Série Indicada	Aplicou em sala?	Dificuldades	Sugestões
9	Sifão/ Vasos Comunicantes			☐ Sim ☐ Não		
10	Fervendo água no papel / plástico			☐ Sim ☐ Não		
11	A espiral girante			☐ Sim ☐ Não		
12	Eletrização Canudo / Bexiga / Pendulo			☐ Sim ☐ Não		

Exp.	Descrição	Imagem	Série Indicada	Aplicou em sala?	Dificuldades	Sugestões
13	O efeito Joule			☐ Sim ☐ Não		
14	Ímãs / Campo magnético			☐ Sim ☐ Não		
15	Bússola			☐ Sim ☐ Não		

Exp.	Descrição	Imagem	Série Indicada	Aplicou em sala?	Dificuldades	Sugestões
16	Eletroímã			☐ Sim ☐ Não		
17	Motor elétrico			☐ Sim ☐ Não		
18	Mini Van der Graff			☐ Sim ☐ Não		

ANEXO VI

Avaliação da Oficina



SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO BÁSICA
DIVISÃO DE APOIO EDUCACIONAL
COORDENADORIA DE FORMAÇÃO EDUCACIONAL

AVALIAÇÃO

EVENTO: Formação Continuada: “ Experimentos Didáticos para o Ensino de Física”.

DOCENTE: Fábio Esteves da Silva

PÚBLICO ALVO: Professores de Ciência.

DATA: 26/11/2009.

PERÍODO: Tarde

TOTAL DE PARTICIPANTES:

TOTAL DE AVALIAÇÕES: 46

Assinale seu grau de satisfação em relação aos itens a seguir:

A – AVALIAÇÃO DA PALESTRA/EVENTO		Regular	Bom	Ótimo
1	O tema apresentado suscita novas reflexões sobre a temática proposta.	01	24	21
2	Contribuição efetiva para o seu dia-a-dia em sala de aula.	01	21	24
3	Técnicas utilizadas adequadas aos objetivos propostos		24	22
4	Idéias principais resumidas e esclarecidas em caso de dúvidas		21	25
5	Material didático entregue/utilizado pelo palestrante (se houver).		14	32

B – AVALIAÇÃO DA OFICINA (quando houver)		Regular	Bom	Ótimo
1	Dinâmica utilizada: adequada e coerente aos objetivos propostos.	02	26	18
2	Oportunidades para debater e trocar experiências.	05	15	26
3	Contribuição efetiva para o seu dia-a-dia em sala de aula.	02	19	25
4	Grau de profundidade desenvolvido na atividade.	04	25	17
5	Duração da atividade.	10	26	10

C – AVALIAÇÃO DO PALESTRANTE		Regular	Bom	Ótimo
1	Domínio do assunto pelo palestrante.		07	39
2	Didática na exposição da temática proposta.	04	22	20
3	Exemplos utilizados foram relevantes e ajustados aos conceitos principais.		17	29
4	Clareza e objetividade na apresentação.	02	21	23

D – AVALIAÇÃO DOS SERVIÇOS DE APOIO		Regular	Bom	Ótimo
1	Instalações físicas adequadas para a realização da atividade.	17	25	04
2	Organização geral da palestra/evento (recepção, atendimento, entrega de material).	03	18	25
3	Recursos audiovisuais	06	24	16
4	Data adequada para a realização da palestra/evento	10	23	13

Informações complementares:**Sugestões e comentários:**

Que o curso possa ter continuidade no próximo ano, abrangendo outros conteúdos que não foram vistos;

Ter continuidade em 2010;

Continuidade no próximo ano;

Faltou tempo em terminar as oficinas;

As instalações do CNSA não foram adequadas para a realização das atividades e não possui estacionamento adequado, temos que parar o carro na rua e pagar zona azul. O melhor lugar para a realização das atividades foi o CEDEMP;

Melhorias quanto aos locais das atividades. Melhorias nas informações e datas enviadas as escolas (muito desencontro de informação);

Cursos em novas experiências;

As instalações do CEDEMP são adequadas para o curso, porem as salas do CNSA não são;

O curso foi muito bom, poderia acontecer sempre;

Continuidade do curso;

Fixar um lugar para os encontros com estrutura adequada (estacionamento, ambiente arejado, mesas, cadeiras confortáveis). Não convocar em semanas que antecedem ou sucedem os conselhos de classe (temos que ter tempo para redigir os relatórios das fichas individuais);

As mudanças de locais e dos dias atrapalharam muito a formação;

Elaboração de um apostila de atividades práticas para todos os anos, por assunto;

Observei com colegas dois aspectos: aprendemos a fazer tudo e faltou tempo para realizar muitos dos experimentos;

Ser sempre em locais amplos. Como as salas do CEDEMP e não como o CNSA;

Outros cursos, pois nós precisamos muito de aulas práticas, assim será possível motivar os nossos alunos. Parabéns pela descoberta deste professor que é ótimo;

O curso foi de grande importância, sempre trazendo atividades práticas para o nosso dia-a-dia;

Os cursos foram muito bons, mas nem sempre existe a possibilidade de aplicarmos em sala de aula devido à falta de espaço adequado;

O curso foi de grande importância, pois desconhecia alguns experimentos. Os alunos ficam interessados com as experiências desenvolvidas;

Em alguns momentos houve dificuldade em relação aos locais de realização, dificuldades na transmissão de informações (talvez escola x professor) e algumas datas com excesso de eventos, tanto na SME quanto na UE;

Os experimentos nos ajudam a deixar as aulas mais interessantes e mais didáticas contribuindo para a maior aprendizagem dos alunos.

Interesse em outras atividades? (40) Sim (3) Não

Temas que gostaria que fossem abordados:

Biologia e Química;

Óptica e som;

Física e Química;

Assuntos de Química, trabalhando sempre com sugestões de práticas diversas;

Mecânica;

Termologia, Óptica, Laboratório de Química e Informática na Física;

Química;

Som e luz;

Química;

Química;

Química;

Óptica, Magnetismo e Mecânica;

Biologia e Química;

Astronomia, Instrumentação de vidraria de laboratório;
Mecânica e Óptica;
Curso teórico de Física;
Óptica e Mecânica;
Química e Biologia;
Experimentos de Biologia e Química;
Química e Biologia;
Lentes e Espelhos;
Roldanas, Máquinas, Trabalho e Força;
Química e Biologia;
Experiências de Química, Microscópio com lâminas preparadas e preparação de lâminas,
Botânica e Zoologia;
Química;
Atividades na área de Biológicas;
Continuidade das aulas práticas na parte de elétrica e outras;
Sexualidade na adolescência;
Sexualidade na Adolescência e Educação Ambiental;
Experimentos realizados na área de Química;
Química, Animais e Herbário;
Atividades práticas em Química;
Óptica e Ondas.

Silvia Helena Teixeira
Coordenadora de Formação Educacional

ANEXO VII

Avaliação dos Experimentos

Nome: _____

Escola: _____

Questionário Final de Avaliação – São José dos Campos

- 1 Indique quantas vezes já utilizou cada experimento mostrado abaixo:

- 2 Quanto ao grau de reprodutibilidade, indique de 1 a 5, sendo 1 para baixa reprodutibilidade e 5 para alta eficiência.

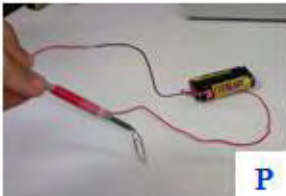
- 3 Quanto ao grau de dificuldade no entendimento dos conceitos envolvidos, indique de 1 a 5, sendo 1 para muito fácil e 5 para muito difícil.

- 4 Quais dos experimentos abaixo você já conhecia?

Experimento	 A	 B	 C	 D	 E
1					
2					
3					
4					

Experimento	 F	 G	 H	 I	 J
1					
2					
3					
4					

Experimento	 K	 L	 M	 N
1				
2				
3				
4				

Experimento	 O	 P	 Q	 R
1				
2				
3				
4				

5 Antes do curso você costumava realizar experimentos em sala de aula?

() sim () não Quais? _____

6 Com que frequência você leva experimentos para a sala de aula?

() 1 vez semana () a cada 15 dias () a cada mês () 1 vez por bimestre

7 Você acha essa frequência ideal?

() sim () não Porque? _____

8 O curso levou-o a aumentar a frequência de experimentos utilizados em sala de

aula? () sim () não Porque? _____

9 O curso proporcionou-lhe novas informações sobre o uso de experimentos em sala de aula? () sim () não

10 O curso proporcionou Metodologia para o uso de experimentos em sala de aula?
() sim () não

11 Os experimentos atraíram a atenção dos alunos?
() sim () não

12 Na sua opinião, em que grau os alunos conseguiram relacionar os experimentos com a teoria?
() muito baixo () baixo () médio () alto () muito alto

13 Na sua opinião, em que grau os alunos conseguiram compreender os experimentos?
() muito baixo () baixo () médio () alto () muito alto

14 Como você prefere utilizar os experimentos e recursos didáticos?
() antes de abordar a teoria () depois de abordar a teoria
Porque? _____

15 Quais as principais contribuições do curso e dos experimentos para seu aprendizado e/ou práticas experimentais em sala de aula.

15 No curso ficou claro a proposta de como trabalhar os experimentos com os alunos?
() sim () não

16 Quais as principais dificuldades que teve em trabalhar os experimentos em sala de aula?

17 Você seria capaz de resumir qual o panorama energético no Brasil? (Quais as principais fontes de energias utilizadas?)

18 Você seria capaz de resumir qual o panorama energético no Mundo? (Quais as principais fontes de energia utilizadas)

19 De que forma o Show de Energia contribuiu para estimular seus alunos? (Pode ser mais de uma alternativa)

- () Instigou comentários e discussão em sala de aula?
- () Provocou dúvidas e perguntas dos alunos?
- () aumentou o interesse dos alunos por experimentos?
- () motivou a aprendizagem?
- () gerou a busca de outros conhecimentos e experimentos?