



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Campus de Guaratinguetá

DESENVOLVIMENTO DE UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA
EDUCAÇÃO EM ENERGIA: UM ESTUDO DE CASO COM ESTUDANTES
DE EJA.

ANA PAULA GONÇALVES DA CRUZ TEIXEIRA

Ana Paula Gonçalves da Cruz Teixeira

DESENVOLVIMENTO DE UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA
EDUCAÇÃO EM ENERGIA: UM ESTUDO DE CASO COM ESTUDANTES
DE EJA.

Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação da Universidade Estadual
Paulista, Campus de Guaratinguetá,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de Doutor em Engenharia
Mecânica, área de Transmissão e
Conversão de Energia.

Orientador: Prof. Dr. Galeno José de Sena

Co-orientador: Prof. Dr. Jânio Itiro Akamatsu

Guaratinguetá

2010

T266d	Teixeira, Ana Paula Gonçalves da Cruz Desenvolvimento de uma proposta metodológica para educação em energia: um estudo de caso com estudantes de EJA / Ana Paula Gonçalves da Cruz Teixeira - Guaratinguetá : [s.n.], 2010. 181 f. : il. Bibliografia: f. 162-174 Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2010. Orientador: Prof. Dr. Galeno José de Sena Coorientador: Prof. Dr. Jânio Itiro Akamatsu 1. Energia - Racionalização I. Título CDU 620.9
-------	--

ANA PAULA GONÇALVES DA CRUZ TEIXEIRA

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

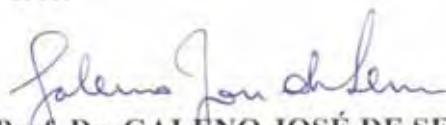
**PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA: TRANSMISSÃO E CONVERSÃO DE ENERGIA**

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

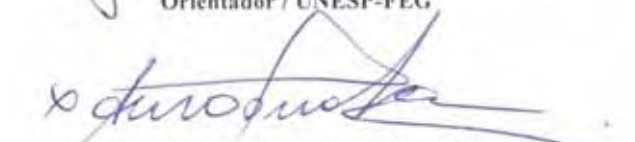


Prof. Dr. Marcelo dos Santos Pereira
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. GALENO JOSÉ DE SENA
Orientador / UNESP-FEG



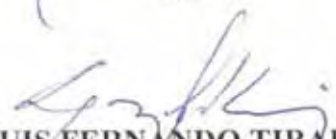
Prof. Dr. AURO TANAKA
UNESP-FEG



Prof. Dr. CARLOS EDUARDO SILVA DE AMORIM
UNESP-FEG



Profª. Drª. LUCIANA FERREIRA DA SILVA
INPE/SJC



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

Novembro de 2010

DADOS CURRICULARES

ANA PAULA GONÇALVES DA CRUZ TEIXEIRA

NASCIMENTO 12-04-1976 - GUARATINGUETÁ – SP

FILIAÇÃO José Carlos Alves da Cruz
Terezinha das Graças Gonçalves da Cruz

Formação

1997/2000 Curso de Graduação
Licenciatura em Física
Universidade Estadual Paulista (Unesp) Campus de
Guaratinguetá – SP.

2001/2003 Curso de Pós-Graduação em Física, Área de
Concentração Física da Matéria Condensada, nível de
Mestrado, na Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Campus de Guaratinguetá – SP.

2005 - 2010 Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica,
Área de Transmissão e Conversão de Energia, nível de
Doutorado, na Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Campus de Guaratinguetá – SP.

Dedico esse trabalho aos meus pais, José Carlos (*in memorian*) e Terezinha, ao meu esposo Robinson Teixeira, à minha filhinha Julia, ao Marcos (*in memorian*), a todos os meus amigos e a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, deram sua contribuição para a sua realização.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Galeno José de Sena, pela parceria, orientação segura e pela confiança em mim depositada ao longo desses anos.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Jânio Itiro Akamatsu, pela oportunidade que me foi inicialmente concedida.

Ao Prof. Dr. Carlos Eduardo de Amorim, pela amizade e valiosas sugestões durante a realização do estágio de docência.

Ao Prof. Dr. Sílvio Fiscarelli, pelo incentivo e sugestões tão bem-vindas.

Aos colegas do laboratório EMAS e da Pós-Graduação, pelos momentos de descontração.

Aos professores e alunos de EJA, com quem compartilhei a minha pesquisa e vivenciei muitos momentos de acolhimento e reciprocidade.

Ao meu esposo Robinson Teixeira, pela disponibilidade e extrema dedicação à nossa família e por não me deixar desistir dos nossos sonhos.

À minha mãe Terezinha e à D. Gláucia, pelas orações e torcida pelo meu sucesso.

À minha filhinha Julia, amor incondicional da minha vida, que apesar de não compreender direito a natureza deste empreendimento, sempre procurou lidar bem com os meus momentos de ausência.

Aos meus amigos de sempre, especialmente Patrícia Hilst, Lelei, Faria, Barone, Clélia, Priscila, Renato e Rogério, pela presença tanto nos momentos difíceis quanto nos momentos de descontração.

À Ana, por tomar conta da nossa casa e da nossa família com carinho e dedicação durante todos esses anos de trabalho.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

E acima de tudo a Deus, por permitir a concretização de um ideal cultivado em muitos anos de trabalho. Eu agradeço pela oportunidade que me foi concedida, no meu ofício de educadora, de espalhar sementes em prol de um mundo melhor.

A todos, MUITO OBRIGADO!

Este trabalho contou com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (**CAPES**), na concessão da Bolsa de Doutorado.

O homem não pode participar ativamente na história, na sociedade , na transformação da realidade, se não é auxiliado a tomar consciência da realidade e de sua própria capacidade para transformá-la, pois ninguém luta contra as forças que não compreende.

Paulo Freire

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RESUMO

ABSTRACT

1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	20
1.1 Justificativas para a realização do trabalho.....	21
1.2 Objetivos.....	23
1.3 Metodologia.....	24
1.4 Estrutura dos capítulos.....	25
 2 – ENERGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE.....	 27
2.1 Uso da energia pelo Homem: a linha do tempo.....	27
2.2 Projetos e programas públicos brasileiros de conservação e incentivo à utilização de fontes alternativas de energia.....	32
2.3 A conservação de energia dentro do contexto ambiental.....	39
2.4 Energia e Sociedade.....	42
 3 - EDUCAÇÃO PARA O USO RACIONAL DE ENERGIA.....	 45
3.1 Uso racional e eficiência energética: racionalizar <i>versus</i> racionar.....	45
3.1.1 Por que economizar energia?.....	46
3.1.2 Como economizar energia?.....	48
3.2 Educação em energia e seus objetivos.....	49
3.3 Educação em energia no ambiente de educação formal	51
3.4 Os pilares para a educação em energia.....	53
3.5 A educação em energia e o planejamento energético.....	54
3.6 Educação em energia no Brasil	56

4 – APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, MAPAS CONCEITUAIS E OBJETOS DE APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO EM ENERGIA.....	60
4.1 Aprendizagem Significativa	60
4.2 Organizadores gráficos.....	63
4.2.1 Objetos de Aprendizagem (OA).....	63
4.2.2 Mapas conceituais.....	68
4.2.3 Ferramentas computacionais para a elaboração de mapas conceituais.....	72
4.3 Expectativas do uso de mapas conceituais e objetos de aprendizagem na educação em energia na modalidade EJA.....	73
 5 – A PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A EDUCAÇÃO EM ENERGIA.....	76
5.1 Estrutura da proposta.....	77
5.2 Descrição dos eixos temáticos.....	85
5.2.1 Eixo temático 1: Energia, meio ambiente e sociedade.....	85
5.2.2 Eixo temático 2: Uso racional da água.....	94
5.2.3 Eixo temático 3: Uso racional da energia elétrica.....	102
5.3 Avaliação.....	110
 6 – APLICAÇÃO DA PROPOSTA: RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	111
6.1 População investigada.....	111
6.2 Amostra selecionada.....	111
6.3 Metodologia.....	112
6.4 Resultados da investigação do universo da EJA.....	112
6.4.1 Metodologia da investigação e coleta de dados.....	113
6.4.2 Perfil sócio-econômico da amostra investigada.....	113
6.4.3 Familiaridade com o uso do computador.....	116
6.4.4 Principais concepções sobre eficiência energética e uso racional de energia....	118
6.5 Resultados específicos da aplicação das atividades propostas.....	123
6.5.1 Resultados da apresentação da proposta aos estudantes.....	124
6.5.2 Resultados das atividades do eixo temático “Energia, Meio ambiente e Sociedade”	126

6.5.2.1 Resultados da discussão inicial do eixo temático 1.....	126
6.5.2.2 Exploração do mapa conceitual do eixo temático 1 e realização das suas atividades no computador.....	128
6.5.2.3 Realização da tarefa do eixo temático 1.....	129
6.5.2.4 Discussão dos resultados e dificuldades do eixo temático1.....	129
6.5.3 Resultados das atividades relativas ao eixo temático “Uso racional da água”...130	
6.5.3.1 Resultados da discussão inicial do eixo temático 2.....	130
6.5.3.2 Exploração do mapa conceitual do eixo temático 2 e realização das suas atividades no computador.....	133
6.5.3.3 Realização da tarefa do eixo temático 2.....	134
6.5.3.4 - Discussão dos resultados e dificuldades do eixo temático 2.....	136
6.5.4 Resultados das atividades relativas ao “Uso Racional de Energia Elétrica”.....	137
6.5.4.1 Resultados da discussão inicial do eixo temático 3.....	137
6.5.4.2 Exploração do mapa conceitual do eixo temático 3 e realização das suas atividades no computador.....	139
6.5.4.3 Realização da tarefa do eixo temático 3.....	141
6.5.4.4 - Discussão dos resultados e dificuldades do eixo temático 3.....	142
6.5.5 Abordagem sobre uso racional de combustíveis.....	143
6.6 Resultados da avaliação feita pelos alunos sobre o trabalho desenvolvido.....	144
6.7 Economia de energia no ambiente doméstico.....	148
6.7.1 Acompanhamento do histórico do consumo de energia elétrica.....	148
6.7.2 Acompanhamento do histórico do consumo de água.....	152
6.7.3 Consumo de combustíveis pelos estudantes e seus familiares.....	156
 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 157
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	 162
 ANEXO A – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO.....	 175
 ANEXO B – QUESTÕES PARA A AVALIAÇÃO DOS ALUNOS SOBRE A PROPOSTA.....	 178

ANEXO C – AMOSTRAS DE TRABALHOS DOS ALUNOS.....	179
C.1 Elementos fotografados pelos estudantes, relativos aos diferentes usos da energia pela sociedade.....	179
C.2 Gráficos representativos do consumo de energia nas residências dos alunos.....	181

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Metodologias e referenciais teóricos para a realização do trabalho.....	25
Figura 2.1: Matriz energética mundial de 2008.....	32
Figura 2.2: Matriz energética brasileira de 2009.....	37
Figura 3.1: Potencial da educação em energia.....	50
Figura 4.1: Pirâmide das necessidades humanas.....	62
Figura 4.2: Definição de um mapa conceitual.....	69
Figura 4.3: Exemplo de um mapa conceitual sobre a energia.....	70
Figura 5.1: Seqüência didática sugerida para a exploração de cada eixo temático.....	83
Figura 5.2: Mapa conceitual principal do eixo temático “Energia, meio ambiente e sociedade”.....	89
Figura 5.3: Tela inicial da animação sobre conservação da energia mecânica.....	90
Figura 5.4: Mapa conceitual secundário do eixo temático “energia, meio ambiente e sociedade”.....	92
Figura 5.5: Mapa conceitual do eixo temático “Consumo racional da água”.....	97
Figura 5.6: Tela inicial do simulador de consumo de água no ambiente residencial desenvolvido pela SABESP.....	100
Figura 5.7: Tela do simulador desenvolvido pela SABESP de consumo de água numa casa.....	100
Figura 5.8: Simulação do consumo de água na cozinha de uma casa.....	101

Figura 5.9: Mapa conceitual proposto para a exploração do eixo temático “Uso racional da energia elétrica”.....	106
Figura 5.10: Mapa conceitual secundário para a exploração do eixo temático “Uso racional da energia elétrica”.....	107
Figura 5.11: Tela inicial do simulador de consumo de energia elétrica.....	108
Figura 6.1: Principais atividades econômicas exercidas pelos estudantes.....	114
Figura 6.2: Intencionalidade dos alunos na busca pela escolarização.....	115
Figura 6.3: Uso do computador entre os estudantes.....	116
Figura 6.4: Familiaridade dos estudantes com o Uso da <i>Internet</i>	117
Figura 6.5: Uso da <i>Internet</i> e seus objetivos entre os estudantes.....	117
Figura 6.6: Nível de interesse dos estudantes por assuntos relacionados à economia de energia.	119
Figura 6.7: Preocupações dos estudantes em relação ao uso racional de energia.....	119
Figura 6.8: Investigação da opinião dos estudantes sobre os principais hábitos de desperdício de energia no seu ambiente doméstico, antes e depois da aplicação da proposta.....	121
Figura 6.9: Mapa conceitual sobre aprendizagem significativa apresentado aos estudantes.....	125
Figura 6.10: Avaliação dos alunos sobre o trabalho desenvolvido.....	144
Figura 6.11: Comparativo do consumo antes e durante a aplicação da proposta entre as famílias com consumo per capita de até 25kwh.....	150

Figura 6.12: Comparativo do consumo antes e durante a aplicação da proposta entre as famílias com consumo per capita entre 26 e 50kwh.....	151
Figura 6.13: Comparativo do consumo antes e durante a aplicação da proposta entre as famílias com consumo per capita entre 51 e 75kwh.....	151
Figura 6.14: Comparativo do consumo de água antes e durante a aplicação da proposta entre as famílias com consumo per capita de até 3m ³	154
Figura 6.15: Comparativo do consumo de água antes e durante a aplicação da proposta entre as famílias com consumo per capita entre 4 e 6m ³	155
Figura 6.16: Comparativo do consumo de água antes e durante a aplicação da proposta entre as famílias com consumo per capita entre 7 e 9m ³	155
Figura C.1: Uso da energia elétrica pela sociedade.....	179
Figura C.2: Utilização de combustíveis automotores e da energia eólica.....	179
Figura C.3: Rio Paraíba do Sul, importante fonte de abastecimento de água no vale do Paraíba.....	180
Figura C.4: Tela inicial da apresentação desenvolvida pelos alunos sobre os diversos usos da energia pela sociedade.....	180
Figura C.5: Gráfico representativo do consumo per capita mensal de energia elétrica na residência de um dos estudantes.....	181
Figura C.6: Gráfico representativo do consumo mensal per capita de água na residência de um dos estudantes.....	181

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Potencialidades de produção de oleaginosas das regiões brasileiras.....	35
Tabela 2.2: Crescimento do consumo de energia primária em 2008.....	38
Tabela 6.1: Números de reprovação e evasão escolar ao longo do período de aplicação da proposta.....	112
Tabela 6.2: Perfil sócio-econômico do universo investigado.....	113
Tabela 6.3: Principais resultados da investigação sobre potência de equipamentos em geral.....	139
Tabela 6.4: Principais resultados da investigação sobre os fatores de escolha de equipamentos.....	140
Tabela 6.5: Distribuição das famílias analisadas por faixa de consumo médio per capita de energia elétrica.....	149
Tabela 6.6: Distribuição das famílias analisadas por faixa de consumo médio per capita de água.....	153

LISTA DE QUADROS

Quadro 5.1: Organização dos conteúdos que compõem a proposta de educação em energia.....	82
Quadro 5.2: Objetivos e conteúdos específicos do eixo temático “Energia, meio ambiente e sociedade”.....	87
Quadro 5.3: Objetivos e conteúdos específicos do eixo temático “Uso racional da água”.....	95
Quadro 5.4: Objetivos e conteúdos específicos do eixo temático “Uso racional da energia elétrica”.....	104

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BEN	Balanço Energético Nacional
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social
CENBIO	Centro Nacional de Referência em Biomassa
CO	Monóxido de Carbono
CONPET	Programa Nacional da Racionalização Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural
EaD	Educação à Distância
ELETROBRAS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A
ELETROPAULO	Eletricidade de São Paulo
EPE	Empresa de Pesquisas Energéticas
EJA	Educação de Jovens e Adultos
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agrícola
ETA	Estação de Tratamento de Água
HTML	HyperText Markup Language, significando, Linguagem de Marcação de Hipertexto.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
kWh	Quilowatt-hora
LDB	Lei das Diretrizes e Bases da Educação Brasileira
MC	Mapa conceitual
MEC	Ministério da Educação e do Desporto
MERLOT	Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching
MME	Ministério de Minas e Energia

NEAD	Núcleo de Educação Aberta e a Distância
NOA	Núcleo de Construção de Objetos de Aprendizagem
OA	Objeto de Aprendizagem
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OG	Organizadores Gráficos
ONG	Organização Não Governamental
O ₃	Ozônio
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PETROBRÁS	Petróleo Brasileiro S. A.
PROALCOOL	Programa Nacional do Alcool
PDE	Plano Decenal de Expansão de Energia
PDEE	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PNPB	Programa Nacional de Produção de Biodiesel
PROCEL	Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
RIVED	Rede Interativa Virtual de Educação
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SAEG	Companhia de Serviço de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEE	Secretaria de Estado da Educação
SEED	Secretaria de Educação à Distância
SESC	Serviço Social do Comércio
tep	Tonelada Equivalente de Petróleo
TIC's	Tecnologias de Informação e Comunicação
WEB	Rede Mundial de Computadores

TEIXEIRA, ANA PAULA G. C. *Desenvolvimento de uma proposta metodológica para educação em energia: um estudo de caso com estudantes de EJA.* Guaratinguetá, 2010. 181f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica – Transmissão e Conversão de Energia) – Faculdade de Engenharia, Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

A energia é um produto básico para a sociedade e para assegurar sua oferta é necessário desenvolver iniciativas para a promoção de seu uso racional, o que implica em aumentar o acesso à informação, buscando-se reduzir os desperdícios. Diante dessa necessidade, o presente trabalho discute a função da educação no contexto da energia e propõe uma metodologia educacional que facilite a abordagem do tema junto à comunidade escolar. Esta proposta está fundamentada na exploração de objetos de aprendizagem digitais, organizados em mapas conceituais, nos quais estão disponíveis informações e propostas de atividades que estimulam ações para o uso racional da energia. Os resultados obtidos na aplicação da proposta junto aos estudantes da modalidade “Educação de Jovens e Adultos” apontam para uma pequena redução no consumo de energia nas suas residências e demonstram que a proposta desenvolvida favorece a construção de novos conhecimentos por parte dos alunos, além de abrir espaço para uma reflexão sobre seus direitos e deveres enquanto cidadãos, no que diz respeito ao uso da energia.

Palavras-chave: Educação em Energia, Eficiência Energética, Uso Racional de Energia, Mapas Conceituais, Objetos de Aprendizagem.

TEIXEIRA, ANA PAULA G. C. Development of a methodological proposal for energy education: a case study with “Adult and Young Education” students. Guaratinguetá, 2010. 181f. Thesis (Mechanical Engineering Doctorate) – Faculdade de Engenharia, Guaratinguetá Campus, Universidade Estadual Paulista.

ABSTRACT

Energy is a basic product for society. In order to ensure its offers, it's necessary the development of actions to promote its rational use, which implies the increasement of information waste reduction. Due this situation, this thesis discusses the energy education's function and its purpose is an educational methodology to provide school community with the approach of this topic. This proposal is based in exploration digital learning objects, organized in conceptual maps, in which it's available information and activities proposals to stimulate actions to rational use of energy. The results obtained with the application of this proposal to the “Adult and Young Education” students put forward to slight reduction on of energy usage in their houses. It shows the proposal benefits the construction of new knowledge by the students, moreover it allows a consideration about their rights and duties as citizens, concerning energy usage.

Keywords: Energy Education, Energy Efficiency, Rational Use of Energy, Conceptual Maps, Learning Objects.

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As facilidades e confortos da vida moderna já fazem parte da rotina de quase todos os seres humanos, fazendo crescer a cada dia a demanda por energia. De acordo com Chiquetto *et al* (1986), a industrialização, que mudou a face do mundo a partir do século passado, nasceu da capacidade de utilizar a energia liberada na queima do carvão e do petróleo, nas quedas d'água e, mais recentemente, na desintegração dos átomos. Hoje, a energia é um insumo indispensável às atividades humanas e uma mercadoria que não pode faltar em nossas casas. Para Santo (1989) e Pimentel *et al* (1989) a energia participa do desenvolvimento econômico e social de uma sociedade, que utiliza diversos recursos energéticos.

Por ser uma questão de interesse global, a energia tem justificado um espaço cada vez maior na agenda internacional, incentivando esforços dos governos, organizações não governamentais, iniciativa privada e universidades na busca de soluções sustentáveis para o setor energético. Como a questão energética está estreitamente relacionada com as questões de ordem econômica e social e como a demanda energética tem crescido de forma exponencial ao longo dos anos, devido, entre outros fatores, ao aumento da intensidade energética *per capita*¹, tem aumentado a necessidade de um planejamento energético. Esse planejamento pode ser utilizado tanto como uma tentativa de garantir a oferta num futuro próximo quanto como uma estratégia de desenvolvimento de uma região.

De acordo com Dias (2003), os processos de ensino-aprendizagem no contexto da energia têm se mostrado como uma ferramenta de intervenção social de significativa importância. Assim, buscando-se realizar políticas efetivas para tornar mais eficiente a utilização de sistemas de iluminação, ventilação, refrigeração ou aquecimento, o consumo de combustíveis e de água o presente trabalho representa uma iniciativa para o combate às ações de desperdício, sem, contudo, diminuir o padrão de conforto requerido. Assim, busca-se sensibilizar os consumidores (aqui representados pela comunidade escolar) para os problemas da energia e estimular

¹ A intensidade energética *per capita* pode ser entendida como a quantidade de energia consumida individualmente num determinado intervalo de tempo.

mudanças de comportamento em termos do seu uso, apoiando-se na idéia da Comissão Européia de Energia (2006), de que a educação pode proporcionar uma base de compreensão que os cidadãos precisam ter para fazerem escolhas racionais e para terem consciência dos desperdícios. Nesse sentido, Teixeira (2008) afirma que a possibilidade de um maior acesso à informação e o entendimento das relações do Homem com a natureza e dos impactos de uma maior demanda de energia, estimulam hábitos sustentáveis em relação à sua utilização.

Numa visão contextualizada e não-fragmentada de conceitos, o trabalho empreendido está voltado para a elaboração de um roteiro de ensino-aprendizagem, na forma de mapas conceituais, tendo como tema central a ENERGIA e os vários aspectos que envolvem a sua geração a partir das diversas fontes e sua utilização pelo usuário final, eficiência energética e conservação, além de questões culturais, econômicas e sociais a ela relacionadas. Nesse roteiro disponibiliza-se um guia de estratégias para concretizar a redução do consumo de energia no setor residencial e estão incluídas atividades que possibilitam uma discussão sobre o uso da energia, especialmente no setor residencial, visando uma tomada de decisão para uma melhor utilização dos recursos energéticos em geral.

No contexto desse roteiro de estudo, o aluno é estimulado a avançar na compreensão científica do conceito de energia, através da “navegação” pelos mapas conceituais e da realização das atividades propostas, o que lhe dará subsídios para fazer uma avaliação crítica das inúmeras questões a ela relacionadas.

1.1 Justificativas para a realização do trabalho

Segundo a lei da *Conservação da Energia*, existe uma certa quantidade, a que chamamos energia, que não muda nas várias transformações pelas quais passa a natureza. E essa é a característica mais relevante da energia (FEYNMAN, 1963).

No entanto, conforme a Segunda Lei da Termodinâmica, em cada processo de transformação, existe uma tendência da energia de se "degradar" de uma forma organizada para uma desordenada, estabelecendo limites de eficiência aos sistemas.

Dessa forma, existe uma necessidade de se buscar reduzir a irreversibilidade do

processo de transformação energética, visando obter o máximo proveito possível da energia disponível.

Por outro lado, a degradação sofrida pela energia é, em alguns casos, um agente gerador de resíduos poluentes que são lançados no ambiente e contribuindo enormemente para agravar problemas como a chuva ácida e o aquecimento pelo efeito estufa.

De acordo com Dias (2006), dentre os desafios da humanidade, a redução das perdas nas transformações energéticas constitui uma atividade destinada à criação de novas tecnologias e procedimentos sociais (comportamento) não somente para o uso da energia como também para a formação de cidadãos. Essa idéia está relacionada ao Princípio de Precaução que, de acordo com Hammerschmidt (2002), trata dos riscos e incertezas relacionados aos efeitos provocados por uma atividade, através de uma atuação preventiva e não mais reparadora, ou seja, a partir do diagnóstico da importância e amplitude de um determinado risco, é possível definir meios para evitá-lo.

Para Goldim (2002) o Princípio da Precaução é fundamental para a abordagem de questões atuais e importantes e reconhecer a existência da possibilidade da ocorrência de danos e a necessidade de sua avaliação, com base nos conhecimentos já disponíveis, é o grande desafio que está sendo feito a toda comunidade científica mundial.

Diante do que foi exposto, a primeira justificativa para a realização desse trabalho está apoiada na necessidade de ampliar conhecimentos e desenvolver iniciativas para a promoção do uso racional de energia junto à comunidade escolar, aqui representada por estudantes da modalidade “Educação de Jovens e Adultos” de uma escola da rede estadual de ensino da cidade de Guaratinguetá.

A segunda justificativa deveu-se à expectativa de se propor uma metodologia diferenciada e desenvolver temas que estimulassem a aprendizagem significativa, além de abrir espaço para a divulgação dos “novos saberes” adquiridos pelos estudantes entre seus filhos, familiares, amigos, etc.

Essa tendência se apresenta coerente com as orientações da Lei 9.394/96, a Lei das Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB, 1996), no tocante à Educação de

Jovens e Adultos (EJA), que procura assegurar a gratuidade, oportunidades educacionais apropriadas às características do aluno, além de estimular o acesso e a permanência do aluno trabalhador na escola. Segundo Romão (2010), trata-se de observar as especificidades didático-pedagógicas para a clientela alvo. Nesse sentido, vale lembrar que o aluno de EJA é, fundamentalmente, um trabalhador, e que está submetido a circunstâncias de mobilidade no serviço, alternância de turnos no trabalho, cansaço, etc. Assim, o contexto cultural do aluno trabalhador deve ser a ponte entre o seu saber e o que a escola pode proporcionar, diminuindo, assim, o desinteresse, os conflitos e o fracasso, que acabam proporcionando um alto índice de evasão (COMISSÃO NACIONAL DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS, 1994).

Apoiando-se nas justificativas apresentadas nesta seção e na bibliografia consultada para a execução desse trabalho, acredita-se que o desenvolvimento de material instrucional com a temática da energia, fazendo uso de mapas conceituais e objetos de aprendizagem, mediado por tecnologias, como computador, amplia as possibilidades de se promover o uso racional de energia.

1.2 Objetivos

Este trabalho teve como objetivo geral:

Desenvolver uma proposta metodológica para a abordagem e inserção dos conceitos de uso racional de energia e eficiência energética no currículo do Ensino Médio da modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA).

A proposta metodológica baseia-se no desenvolvimento de um roteiro de ensino-aprendizagem, tendo enfoque no uso racional de energia. Esse roteiro de estudos é constituído de mapas conceituais, onde se disponibiliza um conjunto de informações sobre o tema e propostas de atividades que auxiliem no desenvolvimento de ações para o uso racional de energia.

Para se atingir o objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver um roteiro de estudos para oferecer suporte às atividades de educação em energia;
- Discutir com os alunos o papel da energia no desenvolvimento da sociedade e investigar situações-problema relacionadas à sua utilização;
- Realizar atividades de conscientização em relação ao desperdício de energia no setor residencial;
- Oferecer informações técnicas específicas sobre eficiência energética, para incentivar mudanças técnicas e mudanças de hábito potencialmente capazes de gerar economias significativas de energia no ambiente doméstico;
- Articular os conceitos de **conservação de energia** e **eficiência energética** com conhecimentos de outras áreas do saber científico;
- Discutir aspectos do histórico da utilização da energia pelo homem e suas relações com o contexto cultural, social, político e econômico.
- Promover a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1963) dos alunos.

1.3 Metodologia

De acordo com Moraes e Bijela (1982), professores e alunos formam um grupo favorável para o desenvolvimento de ações educativas, uma vez que se pode desenvolver o trabalho diretamente com os alunos ou atuar de forma indireta, através dos professores.

A metodologia adotada consiste em trabalhar diretamente com os alunos, inserindo os conceitos relativos ao uso racional da energia no contexto das disciplinas do currículo do Ensino Médio. Não se pretende, com essa proposta, modificar a proposta pedagógica da escola, mas oferecer uma estratégia complementar ao trabalho docente, compatível com a formação de uma consciência em relação aos diversos aspectos da energia e com a tomada de atitudes para sua conservação.

Dentre as teorias cognitivas estudadas, a proposta metodológica desenvolvida está apoiada na utilização de objetos de aprendizagem, organizados na forma de mapas conceituais, sob a óptica da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 1963).

A figura 1.1 ilustra a metodologia e os referenciais teóricos nos quais esse trabalho se apóia.

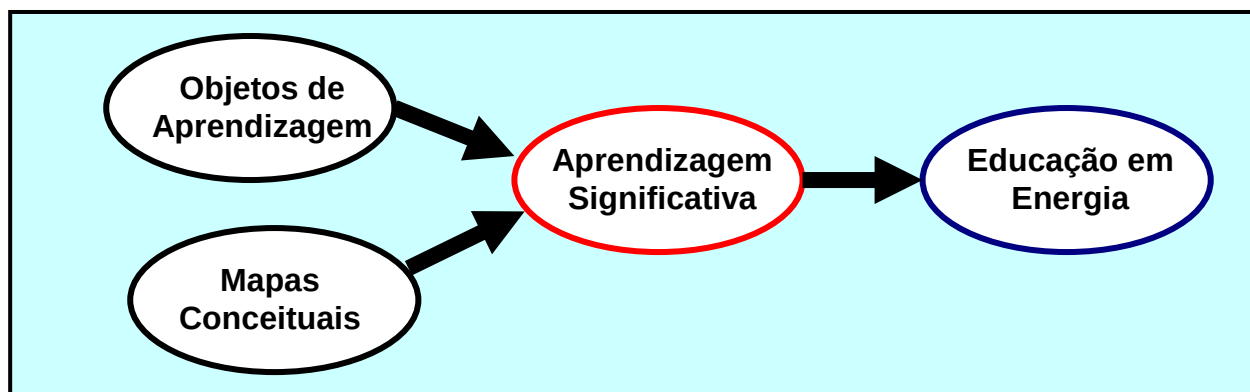


Figura 1.1: Metodologias e referenciais teóricos para a realização do trabalho

A teoria da Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel (1963) e as definições de mapas conceituais e objetos de aprendizagem serão discutidas no capítulo 4.

1.4 Estrutura dos capítulos

Essa publicação é constituída de 7 capítulos e 3 anexos.

O **capítulo 1** apresenta uma visão geral do trabalho desenvolvido.

O **capítulo 2** apresenta uma visão histórica da utilização da energia no mundo, bem como os aspectos econômicos, sociais e ambientais relacionados à produção e ao uso da energia.

No **capítulo 3** discute-se o conceito de uso racional de energia e a contribuição da educação formal para os programas de conservação. Nesse capítulo também são discutidos os principais aspectos da educação em energia, seu estado da arte no Brasil, bem como sua contribuição para o planejamento energético de um país ou região.

A aprendizagem significativa proposta por Ausubel (1963) e a utilização de organizadores gráficos, como mapas conceituais, no contexto da educação em energia, são objetos de estudo do **capítulo 4**. Também nesse capítulo procura-se discutir a utilização de ferramentas computacionais para a elaboração desses mapas.

No **capítulo 5** é apresentada uma descrição detalhada da proposta metodológica para a educação em energia. Essa proposta está apoiada na exploração de mapas conceituais e objetos de aprendizagem, tendo como tema central a energia e seu uso racional.

O **capítulo 6** detalha a aplicação da proposta junto aos estudantes da modalidade “Educação de Jovens e Adultos – EJA” e traz uma discussão dos principais resultados obtidos no desenvolvimento do trabalho.

O **capítulo 7** é reservado às considerações finais sobre o trabalho desenvolvido. Em seguida são apresentadas as **referências bibliográficas** que fundamentam o trabalho desenvolvido.

O **Anexo A** traz o questionário diagnóstico aplicado aos estudantes.

O **Anexo B** apresenta as questões referentes à avaliação dos estudantes sobre a proposta desenvolvida.

Amostras de trabalhos desenvolvidos pelos alunos são apresentadas no **Anexo C**.

CAPÍTULO 2 – ENERGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE

A energia é um elemento vital em qualquer sociedade. Ela está presente em todas as atividades humanas, sustentando as facilidades e os confortos da vida moderna e, de certa forma, o seu consumo pode ser considerado como um dos indicadores do nível de desenvolvimento de uma população.

O crescente aumento da população e o processo de automação, nos mais diversos setores da sociedade, especialmente após a Revolução Industrial, quando o carvão mineral substituiu a lenha como fonte dominante, têm causado muitas modificações nos padrões de consumo, o que tem gerado um crescente aumento da demanda de energia ao longo do tempo, fazendo aumentar cada vez mais a intervenção humana na natureza.

Dessa forma, esse capítulo traz uma discussão acerca do macroconceito da energia¹(NYIMI, 2006), ou seja, da relação entre energia, sociedade e meio ambiente. Recorrendo-se à evolução das necessidades energéticas da humanidade no decorrer da História, procura-se relacionar a questão dos padrões de consumo com aspectos sociais e ambientais.

2.1 Uso da energia pelo Homem: a linha do tempo

Durante muito tempo, o homem pôde se utilizar dos recursos disponíveis na natureza para suprir suas necessidades energéticas sem, no entanto, provocar mudanças significativas no espaço geográfico que ocupava. O homem primitivo utilizava-se, basicamente, de dois tipos de energia: a energia dos alimentos para satisfazer a demanda energética do seu corpo e a energia proveniente da força motriz dos próprios indivíduos ou de tração animal. Por outro lado, sem domínio de tecnologias, o homem adaptou seu estilo de vida ao ciclo solar. Nas regiões mais frias, para tornar possível a vida durante os períodos mais frios, eram necessárias as migrações para regiões mais quentes (HILUY, 2009).

¹ Para Nyimi (2006), as relações da energia só podem ser compreendidas quando contextualizadas. Dessa forma, o seu macroconceito pretende mostrar a essência do conceito de energia, sem limitar sua extensão à Física. Trata-se das interações da energia com a biosfera, a esfera social e a esfera econômica.

A descoberta do fogo, por volta de 100.000 a.C, foi um passo muito importante para a evolução da humanidade e permitiu, inicialmente, aquecimento nos períodos de frio e, posteriormente, o cozimento de alimentos e a iluminação, por meio da queima da madeira, que passou a ser uma matéria prima largamente utilizada.

Segundo estudos de Hiluy (2009) e Dias (2003), no curso da sua evolução, o homem continuou a desenvolver técnicas de combustão. Data da pré-história a fundição e moldagem de metais de maneira artesanal, através do calor do fogo, o que permitiu a confecção de instrumentos e artefatos que o auxiliaram no seu cotidiano.

O uso da energia eólica para a navegação à vela foi um aproveitamento energético importante, atingindo o seu ápice com o povo fenício no segundo milênio antes de Cristo (TESSMER, 2002), permitindo a descoberta e colonização de novos continentes. Nessa fase, também tiveram sua importância os moinhos a vento e os moinhos hidráulicos, que eram utilizados, especialmente, para a moagem de cereais.

As extrações de carvão mineral tiveram início entre os séculos XV e XVI, mas, segundo Dias (2003), foi a partir da Revolução Industrial que ele assumiu uma participação crescente como fonte de energia térmica. O seu uso intensivo foi estimulado pela inserção da tecnologia da máquina a vapor por Thomas Newcomen e do seu posterior aperfeiçoamento por James Watt².

Apesar da importância do que foi exposto, a evolução da humanidade, em termos de consumo de energia, pode ser considerada moderada até a Revolução Industrial. Foi a partir dela que teve início a construção de ferrovias, em virtude da necessidade de transporte de um volume cada vez maior de produtos, que deixaram de ser produzidos, basicamente, de forma artesanal, para se tornarem cada vez mais industrializados, o que contribuiu imensamente para a expansão das cidades³. Foi também nessa época que as indústrias de ferro e aço foram bastante beneficiadas, principalmente após a invenção dos alto-fornos.

² Por volta do ano de 1698, Thomas Newcomen instalou um motor a vapor para esgotar água em uma mina de carvão. No ano de 1765, James Watt aperfeiçoa o sistema introduzindo um condensador na máquina de Newcomen, o que aumentou consideravelmente a sua eficiência.

³ A partir da Revolução Industrial o volume de produção cresceu exponencialmente e a produção de bens deixou de ser artesanal e passou a ser maquinofaturada. O acesso das populações a bens industrializados gerou grande deslocamento de pessoas para os centros urbanos à procura de trabalho.

Diante da expansão tecnológica, começam a surgir limitações ao uso do carvão. Assim, teve início no século XIX a utilização de novas fontes de energia, como o petróleo, fazendo então surgir novas indústrias com dependência dos combustíveis de origem fóssil. Nesse período, o uso de tais combustíveis evoluiu bastante, representando, até hoje, uma importante fonte de energia mundial.

A invenção do automóvel movido a gasolina, em 1885, gerou muitas mudanças no modo de vida das grandes cidades. O motor a diesel (1897) e os dirigíveis aéreos revolucionavam os limites da tecnologia, que não parava de se expandir. Diante das limitações tecnológicas e da necessidade de iluminação, surgiu, então, junto com o petróleo, a energia elétrica. Em 1879, foi inventada a primeira lâmpada elétrica, por Thomas Edison. No fim do século XIX e início do século XX, o setor elétrico foi amplamente beneficiado, especialmente pela utilização de lâmpadas incandescentes e motores elétricos, além de outras tecnologias que foram se desenvolvendo a partir da eletricidade (TEIXEIRA, 2008).

O século XX, mais precisamente o ano de 1939, foi palco da descoberta da energia nuclear, uma forma de energia ainda largamente questionada devido aos elevados riscos para o meio ambiente devido à produção de resíduos radioativos e ao escape accidental de radiações, como o ocorrido na usina de Chernobyl no ano de 1986. A descoberta, chamada de fissão nuclear, deu-se quando cientistas alemães, ao bombardear átomos de urânio com nêutrons, observaram que eles se dividiam em dois fragmentos, desprendendo, nesse processo, grande quantidade de energia na forma de calor. Anos mais tarde, foram feitas descobertas em relação à geração de energia tendo-se como base a fusão de núcleos, processo semelhante ao que ocorre no sol, isto é, átomos de hidrogênio fundindo-se e se transformando em átomos de hélio, mediante temperaturas elevadíssimas. No entanto, a dificuldade no controle da fusão nuclear é o motivo para que as usinas nucleares atuais continuem tendo como base a fissão do Urânio.

Também o aproveitamento das radiações solares para a geração de energia é hoje uma realidade. Além da energia térmica, tem-se também a geração de energia solar fotovoltaica, que é o aproveitamento da energia solar para a conversão em energia elétrica.

De acordo com Souza (2005), no início do ano de 1920 a indústria de energia solar começou a alcançar seu auge, o qual, se estendeu até as vésperas da Segunda Guerra Mundial. Entretanto, seu crescimento declinou em meados do ano de 1950, quando o baixo custo do gás natural de petróleo justificou o seu uso como principal meio de aquecimento dos lares norte-americanos. O mundo permaneceu indiferente em relação às possibilidades da energia solar até a crise do petróleo na década de 1970; hoje em dia, as pessoas vêm utilizando a energia solar para gerar eletricidade e outras finalidades.

Ainda segundo Souza (2005), os programas espaciais iniciados no fim da década de 1950 marcaram uma nova aplicação da energia solar que praticamente não encontrava concorrentes. A partir do ano de 1960 as naves e satélites espaciais demandaram um desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica. Todavia, os custos de implantação de sistemas fotovoltaicos ainda continuam relativamente elevados, colocando limites à sua larga utilização.

A partir da primeira crise petrolífera, na década de 1970, passou-se a considerar o hidrogênio como uma possível fonte de energia, através da conversão eletroquímica, usando células de combustível⁴, que até então tinha como grande aplicação prática a utilização em missões espaciais (SANTOS e SANTOS, 2005).

Entre as fontes alternativas de energia propostas atualmente, podemos destacar projetos para aproveitamento do potencial do deslocamento das massas de ar para produção de energia elétrica, além de empreendimentos que utilizam a energia do sol para aquecimento da água e para a produção de energia elétrica, tanto em instalações domésticas como comerciais.

Os esgotos, o lixo produzido nas cidades e os resíduos orgânicos das atividades agrícolas também têm sido aproveitados como forma de energia, através da produção de biogás. Para tanto, a tecnologia dos biodigestores já se encontra bastante difundida.

As pesquisas em biocombustíveis se intensificaram por ocasião da Segunda Guerra Mundial. No entanto, não são tão recentes. A patente de um motor movido a

⁴ Uma célula de combustível pode ser definida como um dispositivo eletroquímico que transforma continuamente a energia química em energia elétrica (e algum calor) desde que lhe seja fornecido o combustível e o oxidante. O combustível é o hidrogênio ou um composto que o tenha na sua constituição e o oxidante é o oxigênio (SANTOS e SANTOS, 2004).

óleos vegetais por Rudolf Diesel, datada do ano de 1900, impulsionou, na Europa, as primeiras pesquisas para a produção de biocombustíveis. O motor foi apresentado oficialmente na Feira Mundial de Paris, na França, no ano de 1898. O combustível então utilizado era o óleo de amendoim (DIESEL, 1937). Porém, a utilização do biodiesel inicia-se na Europa por volta do ano de 1991, sendo a Alemanha considerada a pioneira e a atual maior produtora e consumidora desse biocombustível, que atualmente é responsável por cerca de 42% da produção mundial (TEIXEIRA *et al*, 2008a).

Os biocombustíveis vêm sendo atualmente testados e utilizados em várias partes do mundo. Outros países como Argentina, Estados Unidos, Malásia, França e Itália também já produzem o biodiesel em escala comercial, sendo o mesmo utilizado tanto em veículos automotores quanto para a geração de energia elétrica.

Apesar de muitas pesquisas realizadas com a utilização do etanol para a produção de biodiesel, os países que fazem uso desse biocombustível o produzem através da rota metílica. Um dos motivos para produção a partir do metanol é a pouca disponibilidade de biomassa para a produção de etanol. O Brasil o faz a pela rota etílica, a partir do etanol de cana-de-açúcar. Além disso, o bagaço da cana também tem sido bastante utilizado em projetos de cogeração, em geral para a produção de eletricidade e calor (TEIXEIRA *et al*, 2008a).

Apesar de, a cada dia, se elevarem os números de empreendimentos baseados na exploração de diversas fontes alternativas e do amplo reconhecimento de que a disponibilidade de petróleo e seus derivados no mercado é finita e de que a dependência excessiva desses recursos traz sérios problemas sócio-econômicos e ambientais (SAAD, 2005) , o modelo atual de consumo de energia no mundo ainda está fortemente apoiado na utilização de combustíveis fósseis, conforme pode ser observado na figura 2.1.

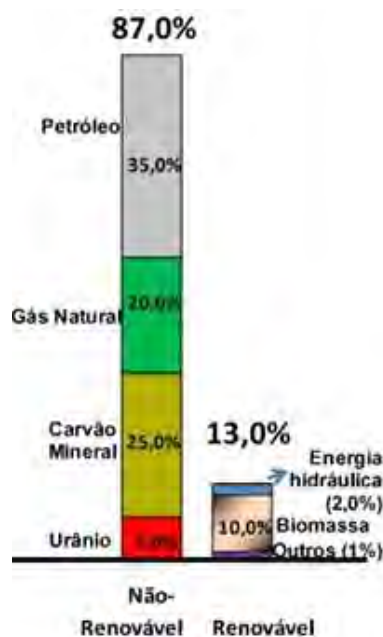


Figura 2.1: Matriz energética mundial de 2008 (IBGE, 2008 apud YOKOTA, 2010)⁵

A figura 2.1 mostra que a matriz de energia mundial fortemente apoiada na exploração de fontes não-renováveis, incluindo a queima de combustíveis como o petróleo e seus derivados, carvão mineral e gás natural.

2.2 Projetos e programas públicos brasileiros de conservação e incentivo à utilização de fontes alternativas de energia

Foi a partir de 1973, ocasião de duas crises mundiais do petróleo, que houve uma maior preocupação em se buscar fontes alternativas de energia.

Em 1975 inicia-se no Brasil o Programa Nacional do Alcool (PROALCOOL), um programa de substituição de derivados do petróleo. Inicialmente o programa previa a adição do álcool à gasolina, gerando uma pequena economia do petróleo importado. O programa foi desenvolvido no intuito de minimizar a dependência externa de divisas quando dos elevados aumentos dos preços do petróleo e de seus derivados (TEIXEIRA, 2008). No entanto, para Leite (2007), o incentivo à indústria do álcool buscava atender também o mercado de açúcar, que variava de ano para ano, diante da

⁵ IBGE. 2008 apud YOKOTA, P. **Esforços japoneses para gerar energia renovável**. 2010. Disponível em: <http://www.asiacomentada.com.br/2010/04/esforcos_japoneses_para gerar energia renovavel>. Acesso em: 01 out .2010

crise na economia brasileira. No final de 1974 os preços do açúcar começaram a cair, alcançando US\$ 336,12/TM em maio de 1975, ocasionando grave crise setorial. Ancorados na elevação do preço do petróleo, os empresários canavieiros passaram a encarar, como provável saída a curto prazo, a elevação da produção de álcool para fins energéticos. De início, essa alternativa sequer necessitaria de novos investimentos, já que as destilarias instaladas no Brasil, em 1975, tinham uma capacidade produtiva entre 1,2 e 1,8 bilhão de litros, enquanto a produção efetiva não passava de 0,6 bilhão de litros (BRAY *et al*, 2000, SZMRECSÁNYI, 1979, BACCARIN, 2010).

Na ocasião do segundo choque do petróleo, ocorrido entre 1979 e 1980, os preços do petróleo cresceram muito (chegando quase a triplicar). Com isso, na década de 1980, passou-se a produzir álcool em escala suficiente para abastecer os veículos que circulavam exclusivamente com esse combustível (cerca de 70% dos veículos novos da época).

O PROALCOOL, que priorizava a produção de álcool a partir de insumos como a cana-de-açúcar, criou incentivos à ampliação das destilarias existentes, bem como à instalação de novas unidades produtoras (TEIXEIRA, 2008). O programa propiciou uma grande expansão dos canaviais, aproveitando-se a grande extensão territorial brasileira, o clima propício à cultura da cana e o domínio da tecnologia de fabricação do etanol.

O projeto teve seu ápice no início da década de 1980, mas foi descontinuado na década seguinte. Segundo Jardim (2007), a queda nos preços internacionais do petróleo fez com que o governo revisse a sua estratégia, e abandonasse o PROÁLCOOL à própria sorte e, em uma década, as vendas de veículos a álcool se tornaram irrisórias e o setor só não colapsou por conta da abertura das exportações de açúcar e da manutenção da mistura de álcool anidro na gasolina.

Nos dias atuais a tecnologia brasileira dos motores “*flex fuel*” permitiu um maior crescimento de consumo de álcool combustível no país. Além disso, as pesquisas para mistura de álcool no diesel e o desenvolvimento do biodiesel, também têm aberto novas perspectivas de mercado (JARDIM, 2007).

No âmbito da conservação de energia, o Brasil vem desenvolvendo iniciativas desde o início da década de 1980, ocasião da criação de dois importantes programas

nacionais: o Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica (PROCEL) e o Programa Nacional da Racionalização Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET). Tais programas representam a intenção do governo federal de estabelecer uma política pública para controlar a demanda de energia.

O PROCEL é um programa coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e mantido pelas Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRÁS). Através do “Selo Procel de Economia de Energia”, o programa procura orientar o consumidor nas escolhas de equipamentos que apresentem melhores níveis de eficiência energética, em termos de energia elétrica. O PROCEL também oferece cursos e material didático com a temática da energia para estudantes e professores através do programa PROCEL NA ESCOLA.

O CONPET é um programa vinculado ao MME e gerido com recursos da PETROBRÁS e busca incentivar o uso racional de energia no transporte, na indústria, no comércio, na agropecuária e também no setor residencial. Para aparelhos domésticos a gás é concedido o “Selo Conpet de Eficiência Energética”, que procura orientar o consumidor no ato da compra de equipamentos energeticamente mais eficientes. O CONPET, através do CONPET NA ESCOLA, desenvolve também oficinas de trabalho com a temática da energia para professores e alunos, tanto do ensino fundamental quanto do ensino médio.

Como incentivo à utilização de fontes alternativas de energia, foram criados em 1996 o Centro Nacional de Referência em Biomassa (CENBIO) e, em 2003, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA). O CENBIO está voltado para o desenvolvimento de pesquisas e empreendimentos que visam o uso da biomassa para aplicações com fins energéticos. O PROINFA objetiva, principalmente, financiar empreendimentos de geração a partir da energia eólica, da biomassa e de pequenas centrais hidrelétricas. Tais financiamentos são viabilizados com suporte do Banco Nacional do Desenvolvimento econômico e Social (BNDES).

A partir de 2003, o biodiesel ganhou destaque e foi criado o Programa Nacional de Produção do Biodiesel (PNPB), que teve seu marco na lei nº 11.097/2005, quando foi criada a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) como órgão regularizador das atividades relativas à sua produção, importação,

exportação, estocagem, distribuição, revenda e comercialização (BRASIL ANP, 2009) e se estabeleceu a obrigatoriedade de adição desse biocombustível ao óleo diesel em percentuais que partiram de 2% em janeiro de 2008 e chegaram a 5% em 2010. A partir da criação do programa, intensificaram-se as discussões sobre a inserção do biocombustível como alternativa na matriz energética brasileira.

O programa brasileiro busca reconhecer o potencial do biodiesel de gerar renda para as populações mais pobres, especialmente as rurais, principalmente através do incentivo à agricultura familiar de matérias-primas ligadas à produção desse combustível (TEIXEIRA *et al*, 2008a). Dessa forma, objetiva a produção de biodiesel pela rota etílica (ao contrário de outros países, que o fazem a partir do metanol) e a partir da grande variedade de plantas oleaginosas brasileiras, conforme a tabela 2.1, cujas informações são baseadas no Zoneamento Agrícola de Risco Climático (BRASIL MAPA, 2006), que, segundo o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2006), é uma ferramenta técnico-científica que serve de apoio para concessão de crédito de custeio agrícola e de orientação aos produtores.

Tabela 2.1: Potencialidades de produção de oleaginosas das regiões brasileiras (TEIXEIRA *et al*, 2008a)

Cultura	Regiões e estados brasileiros com potencial de produção	Teor de óleo	Rendimento do óleo (kg/ha)
Mamona	Todos os estados da região Nordeste	43% a 45%	500 a 900
Soja	Todos os estados da região Sul Todos os estados da região Centro-Oeste São Paulo e Minas Gerais (região Sudeste) Região Nordeste: Maranhão e Piauí	17%	200 a 400
Algodão	Todos os estados das regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste, além do estado do Paraná. Região Norte: Tocantins	15%	100 a 200
Dendê	Região Nordeste: Bahia Região Norte: Pará	20%	3000 a 6000
Girassol	Todos os estados da região Centro-Oeste Região Sul: Rio Grande do Sul e Paraná Região Sudeste: São Paulo Região Nordeste: Maranhão e Piauí	28% a 48%	500 a 900
Amendoim	Estado de São Paulo	40% a 43%	600 a 800
Pinhão-manso	Todos os estados da região Nordeste, além do estado de Minas Gerais	50% a 52%	1000 a 6000

As informações contidas na tabela 2.1 evidenciam a possibilidade de diversas culturas, em todos os estados brasileiros, que se tornam potenciais produtores de biodiesel. Isso ocorre especialmente pelas excelentes condições climáticas brasileiras.

Entre outros objetivos do PNPB destacam-se também a garantia do suprimento e da qualidade do produto, a preços competitivos, além do desenvolvimento de pesquisas em tecnologia para a sua produção, em benefício de agricultores e pequenas comunidades (TEIXEIRA *et al*, 2008a).

Nesse sentido, Encinar *et al* (2007) afirma que o etanol é freqüentemente usado como um álcool apropriado para a transesterificação de óleos vegetais, sendo de interesse considerável, por ser de natureza agrícola, além do fato de que o átomo de carbono adicional proveniente da molécula de etanol gera aumento no poder calorífico e no número de cetano, importantes indicadores da qualidade do combustível.

Apesar de apresentar desvantagens como o fato do etanol ser menos reativo do que o metanol e dos seus ésteres⁶ possuírem maior afinidade à glicerina (subproduto do processo de fabricação do biodiesel), dificultando a sua separação do combustível (FELICIANO FILHO; PEREIRA JÚNIOR, 2007), a utilização de etanol no processo de produção do biodiesel apresenta também outras vantagens, de acordo com Teixeira *et al* (2008a):

- quando utilizado juntamente com a biomassa (como é o caso de quase toda a totalidade da produção brasileira), tem-se um combustível renovável;
- o etanol não é tóxico como o metanol;
- a produção alcooleira no Brasil já está consolidada.

Além disso, uma maior utilização do biodiesel favorece uma diminuição na importação de diesel de petróleo, fortalecendo também a valorização das oleaginosas brasileiras, além de estimular a geração de emprego e renda.

Um aspecto positivo é que a produção do biodiesel pela rota etílica tem provocado um considerável aumento na produção de etanol no Brasil, especialmente a partir da cana-de-açúcar, dando novo fôlego à indústria do álcool combustível.

⁶ O biodiesel pode ser produzido por meio da reação de óleos vegetais com um intermediário ativo, formado pela reação de um álcool com um catalisador, processo conhecido como transesterificação (Sales *et al.*, 2006).

No final do ano de 2008, o Brasil começou a explorar petróleo da camada pré-sal, em pequena escala, numa região litorânea compreendida entre os estados de Santa Catarina e Espírito Santo. No entanto, ainda existem dúvidas quanto às estimativas da quantidade total de petróleo e gás natural contidos na camada pré-sal encontrada.

De acordo com a EPE (BRASIL EPE, 2009), a crise econômica que repercutiu no Brasil nos dois últimos meses do ano de 2008 não foi suficiente para alterar, de forma significativa, a expansão do consumo de energia no país. Considerando todas as formas de energia utilizadas, foram consumidos, em 2008, 252 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep), um crescimento expressivo de 5,6% em relação a 2007.

A figura 2.2 mostra o perfil da matriz energética brasileira em 2009:

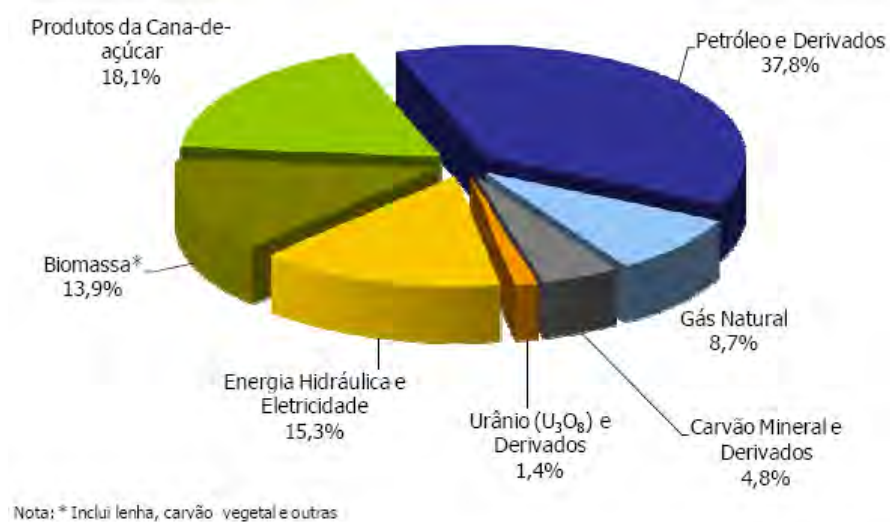


Figura 2.2: Perfil da matriz energética brasileira em 2009 (EPE, 2010).

Na comparação da figura 2.2 (matriz energética brasileira) com a figura 2.1 (matriz energética mundial), podem ser percebidas diferenças em relação à participação de fontes renováveis. A matriz brasileira apresenta-se mais diversificada que a matriz mundial. As fontes renováveis corresponderam a cerca de 47,3% da matriz brasileira. Segundo a EPE (BRASIL EPE, 2010), a significativa redução da geração termelétrica no país e a retração da atividade industrial em setores como a siderurgia, foram fatores determinantes para o menor consumo de alguns energéticos, como o gás natural e o carvão metalúrgico.

A tabela 2.2 mostra os Resultados Preliminares do Balanço Energético Nacional 2010 (ano base 2009), produzido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2010).

Tabela 2.2: *Dados preliminares do Balanço Energético 2010 (EPE, 2010)*

	2009	2008	Variação
OFERTA TOTAL (Milhões de tep)	243,9	252,6	-3,4%
ENERGIA NÃO RENOVÁVEL	128,6	136,6	-5,9%
Petróleo e derivados	92,1	92,4	-0,3
Gás natural	21,3	25,9	-17,7%
Carvão Mineral e derivados	11,7	14,6	-19,4%
Urânio (U ₃ O ₈) e derivados	3,4	3,7	-7,6%
ENERGIA RENOVÁVEL	115,3	116,0	-0,6%
Energia hidráulica e Eletricidade	37,3	35,4	5,2%
Lenha e Carvão Vegetal	24,6	29,2	-15,8%
Produtos da Cana-de-açúcar	44,1	42,9	2,8%
Outras renováveis	9,3	8,5	10,2%

Conforme a tabela 2.2, a oferta de energia não renovável no país sofreu redução de quase 6% entre 2008 e 2009. Nesse contexto, o destaque é para a redução do consumo de carvão mineral e seus derivados. A EPE (BRASIL EPE, 2010) atribui esse resultado à queda da atividade do setor siderúrgico, fortemente afetado pela crise econômica de 2009.

O Brasil também tem adotado o horário de verão. Para um melhor aproveitamento da luz natural no verão, todos os anos, desde 1985, nos estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste e Distrito Federal, os relógios são adiantados em uma hora. O horário de verão busca ainda reduzir a demanda energética no horário de pico (entre 18 e 20 horas), promovendo, dessa forma, uniformização na curva de carga e menor sobrecarga nas linhas de transmissão e distribuição.

De acordo o Ministério das Minas e Energia (BRASIL MME, 2010), nos últimos anos a redução média da demanda tem se situado em torno de 5%, nas regiões onde foi aplicada a medida e os seus resultados demonstram que essa redução da demanda de ponta tem evitado novos investimentos da ordem de dois bilhões de reais a cada ano, na construção de usinas geradoras de energia.

2.3 A conservação de energia dentro do contexto ambiental

Problemas ambientais não são recentes e se intensificam à medida que a população mundial cresce. Segundo Pedrini (1997), embora algumas sociedades primitivas já soubessem usar de modo sustentável os recursos naturais, outras civilizações, com características nômades, permaneciam em um determinado lugar até extinguirem os recursos ambientais e energéticos daquele local.

Qualquer atividade humana, incluindo a produção e o uso da energia, tem efeitos no meio ambiente.

Nem a matéria, nem a energia podem ser criadas ou destruídas, embora Einstein tenha descoberto que matéria e energia podem ser convertidas uma na outra sob condições especiais. Nenhuma forma de vida ou tecnologia humana, por mais sofisticada que seja, pode criar algo do nada; do mesmo modo, tudo aquilo que é descartado, rejeitado, não desaparece simplesmente. O fluxo constante de matérias necessárias para manter um ser vivo ou uma economia precisa vir de algum lugar, assim como o de resíduos emitidos tem um destino e causa algum efeito no ambiente (SÃO PAULO, 1999, p. 14).

De acordo com a **Segunda Lei da Termodinâmica**, nos processos reais de transformação, a **energia útil sofre uma degradação**, podendo gerar, conforme já mencionado, resíduos poluentes que, ao serem lançados na atmosfera, tendem a agravar problemas ambientais, dentre os quais podemos destacar o aquecimento por efeito estufa e a chuva ácida.

Nesse sentido, maior atenção tem sido dada aos impactos ambientais tanto da produção quanto da transmissão e do uso da energia na sociedade. Dentro desse contexto, a poluição do ar e as emissões de CO₂ e outros gases de efeito estufa têm sido cada vez mais consideradas em discussões acerca da matriz energética empregada no Brasil e no mundo, a fim de se buscar soluções práticas para o problema.

Apesar de reuniões internacionais para se discutir problemas ambientais decorrentes do desenvolvimento, como a Conferência Mundial de Estocolmo, ocorrida em 1972, e a Eco 92, realizada no Rio de Janeiro no ano de 1992, segundo Trigueiro (2005), esforços para mudanças na matriz energética mundial na direção das fontes renováveis ou menos poluentes, ganharam velocidade a partir da ratificação do

Protocolo de Kyoto, que virou tratado internacional a partir de fevereiro de 2005, estabelecendo entre as nações metas e prazos (entre 2008 e 2012) para a redução das emissões de gases de efeito estufa.

Concebida para que seus tratados comesçassem a valer após 2012, quando se encerra a validade do *Protocolo de Kyoto*, foi realizada a Convenção do Clima (COP15), em Copenhague, na Dinamarca, em dezembro de 2009. No entanto, os 12 dias de reunião com cerca de 130 chefes de estado, não resultaram em um acordo que substituísse o de Kyoto. Assim, uma nova conferência sobre o tema, a COP16, está prevista para acontecer no mês de dezembro de 2010, na cidade do México.

Segundo Goldemberg (2003), os sistemas energéticos são a principal fonte das emissões de dióxido de enxofre (82% do total emitido), óxidos de nitrogênio (76% do total emitido) e compostos orgânicos não metânicos (56% do total emitido), além de terem uma significativa participação (46% do total emitido) na emissão de monóxido de carbono.

As emissões de CO₂ na queima de combustível líquido ou gasoso e também na queima do carvão, pelas indústrias e pelo setor de transporte, têm sido apontadas como responsáveis por grande parte das emissões de poluentes.

A cultura da cana-de-açúcar, tão difundida no Brasil, especialmente para a produção de etanol e também para seu posterior uso na fabricação de biodiesel, e, em menor escala, para a fabricação de açúcar e aguardente, produz grande quantidade de massa orgânica por hectare e, mesmo podendo também ser apontada como boa sequestradora de carbono da atmosfera, também apresenta problemas. Teixeira (2008) aponta problemas como o uso de grandes extensões de terras em regiões canavieiras, resultando, por exemplo, em menos espaço para a vida silvestre; a utilização de queimadas para abertura de novos espaços para o cultivo da cana⁷, ocasionando problemas tais como empobrecimento do solo e poluição do ar; utilização de pesticidas e herbicidas para controle de ervas daninhas, causando mortes de pessoas por envenenamento; além dos problemas sociais relacionados ao seu cultivo, como o

⁷ Nos dias atuais têm existido muitas campanhas em prol da mecanização da produção da cana-de-açúcar. No entanto, além da questão ambiental, deve-se também levar em conta outra dimensão do problema: a mecanização também tem gerado desemprego entre os trabalhadores dos canaviais.

transporte precário dos cortadores de cana e a baixa remuneração a que estes são submetidos.

O potencial hidrelétrico, altamente explorado no Brasil é classificado como um tipo de energia menos agressivo ao meio ambiente, comparativamente ao carvão e ao petróleo, mas gera, como todo empreendimento energético, impactos ambientais inevitáveis. Como exemplos desses impactos pode-se citar o alagamento de terrenos e consequente liberação de gás metano para a atmosfera (devido ao processo de decomposição de raízes de plantas presentes no local) e mudanças nos níveis e cursos de rios, podendo trazer prejuízos à fauna e à flora da região em que se vai instalar a central hidrelétrica.

Resta salientar que a escolha do terreno a ser alagado necessita também de um grande estudo de impactos econômicos e sociais, uma vez que tais áreas poderiam ser excelentes produtoras de alimentos, por exemplo. Além disso, os processos de transmissão da eletricidade gerada para determinados pontos de consumo pode implicar na necessidade da poda ou até mesmo de derrubamentos de árvores de uma determinada região para diminuir o risco de que os galhos possam entrar em contato com a rede elétrica, o que acarretaria falhas técnicas e consequentes interrupções no fornecimento de energia.

Existe ainda a preocupação com as usinas nucleares que, apesar de parecerem bastante seguras, apresentam o risco de acidentes que causem vazamento de radiação para o meio ambiente, além da geração de lixo atômico. A reciclagem dos resíduos nucleares é apontada por especialistas como uma opção para reduzir os perigos de contaminação do ambiente e diminuir a quantidade de rejeitos a serem descartados.

De acordo com Teixeira (2008), mesmo as energias eólica e solar, consideradas energias limpas, têm sua contribuição para a degradação ambiental, seja desfigurando paisagens, ocupando grandes extensões territoriais, ou ainda provocando poluição sonora pelo movimento das hélices dos cata-ventos, no caso da energia eólica.

Goldemberg (2003) ressalta ainda que, em algumas situações, a energia não tem papel dominante, mas, apesar disso, é importante de uma forma indireta, como nas degradações costeira e marinha, devido, em parte, a vazamentos de petróleo.

Dessa forma, esforços para a conservação de energia, tanto do ponto de vista da implementação de tecnologias mais eficientes, quanto da redução do consumo e da diminuição dos desperdícios, podem contribuir para diminuir e/ou retardar os respectivos impactos negativos ao meio ambiente. Nesse contexto, insere-se a necessidade de educação do consumidor final.

2.4 Energia e Sociedade

Questões referentes ao “estilo consumista de vida” (TRIGUEIRO, 2005) têm impacto considerável sobre a sociedade como um todo. Os problemas atuais, inclusive os problemas ecológicos, são provocados pela nossa maneira de viver (GADOTTI, 2000), sendo fundamental a modificação dos padrões de consumo, em busca da sustentabilidade.

De acordo com Gadotti (2000), o tema da sustentabilidade originou-se na economia (desenvolvimento sustentável) e na ecologia, para inserir-se definitivamente no campo da educação, sintetizando-se no lema “uma educação sustentável para a sobrevivência do planeta”. No entanto, para o autor, esse conceito pode ser ampliado para além da sustentabilidade econômica, permeando todas as instâncias da vida e da sociedade, podendo-se falar em uma sustentabilidade ambiental, social, política, educacional, curricular etc. Para Gadotti (2000), não há “desenvolvimento sustentável” sem “sociedade sustentável”, o que requer de nós uma consciência e uma cidadania planetárias, isto é, reconhecermos que somos parte da Terra e que podemos viver em harmonia com ela.

No contexto da construção de uma sociedade sustentável, a necessidade de se modificar padrões de consumo em busca da sustentabilidade foi um dos temas debatidos no Fórum Econômico Mundial, ocorrido na Suíça no mês de janeiro de 2010 e que reuniu representantes de várias indústrias multinacionais, de vários setores da economia. O foco dos debates sobre o tema foi propor novos modelos de negócios para incorporar valores sustentáveis para o consumidor.

Segundo Trigueiro (2005), o modelo capitalista não se baseia em conceitos de sustentabilidade, mas na maximização dos lucros e no entendimento de que a natureza

é apenas, ou acima de tudo, fonte de matéria-prima e energia. Assim, existe uma urgência em aprofundar debates sobre os modelos de desenvolvimento que cada região ou país terá. Modelos estes que deverão estar pautados num equilíbrio entre o que se produz e o que se consome e que se preocupem em buscar alternativas para se reduzir problemas como desigualdades sociais, discriminação racial e concentração de renda, por exemplo. Tais problemas, de acordo com Goldemberg (2003), afetam diretamente o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)⁸ e se relacionam diretamente com o consumo de energia pelas diferentes camadas sociais. Para Goldemberg (2003), ricos e pobres diferem tanto em suas rendas *per capita* quanto em necessidades, aspirações e formas de vida e, conseqüentemente, diferem fundamentalmente em seus usos da energia. Os pobres não apenas consomem menos energia do que os ricos, mas também diferentes tipos de energia e como conseqüência, o impacto ambiental da energia consumida pelos diferentes grupos da sociedade difere de um grupo para outro.

No contexto do consumo de energia, a inserção da tecnologia da máquina a vapor no modo de produção provocou uma ruptura no sistema, exigindo uma nova ordem de grandeza no seu uso. Este impacto demonstra que o tipo de opção de consumo feita pelos indivíduos pode afetar consideravelmente todos os setores da sociedade. Essa hipótese não se refere apenas à geração e à transmissão de energia ou aos seus efeitos sobre o meio-ambiente, mas implica que conservar energia reduz a necessidade de atender a uma demanda muito alta, podendo poupar divisas, que serão empregadas para atender outras necessidades, não menos emergenciais da população, como saúde, educação e segurança pública, por exemplo.

No cenário dessas desigualdades sociais, vale a pena destacar que ainda persistem no país grandes desigualdades no abastecimento de água entre a população carente e as camadas mais ricas da sociedade. Boa parte da população carente não tem acesso aos serviços de tratamento e abastecimento de água, fazendo proliferar doenças e aumentar

⁸ Conforme Goldemberg (2003), o IDH é uma composição de fatores como Longevidade (medida pela expectativa de vida; Instrução (medida por uma combinação da alfabetização de adultos e anos médios de escolaridade) e Padrão de vida – medido pelo poder de compra, baseado no PIB *per capita*, ajustado para o custo de vida local. Para o autor, o IDH não basta para medir o desenvolvimento de um país, uma vez que não leva em conta as disparidades sociais.

os índices de mortalidade, enquanto cresce entre os mais ricos seu consumo *per capita* (O LÍQUIDO... 2010).

Enquanto no país cresce a indústria automobilística e o transporte por rodovias acaba por ser uma das prioridades na matriz de transporte, grande parcela da população ainda enfrenta diversos problemas quanto ao uso dos transportes coletivos. Além disso, historicamente, o petróleo tem sido motivo de diversas lutas armadas (TEIXEIRA, 2008).

Além disso, no tocante à energia elétrica, ainda existem populações que não possuem acesso a esse recurso, apesar de esforços governamentais como a implantação do programa “Luz para Todos”.

CAPÍTULO 3 - EDUCAÇÃO PARA O USO RACIONAL DE ENERGIA

O consumo de energia tem sofrido um crescente aumento em todo o mundo e diversos países, inclusive o Brasil, vêm desenvolvendo políticas públicas e de planejamento que contemplam a eficiência energética e o uso racional de energia. Porém, de acordo com Rios *et al* (2006), apesar dos esforços de parte da comunidade mundial preocupada com o futuro do planeta, o ritmo das mudanças não tem sido adequado ao necessário, como se pode constatar nas dificuldades de implementação de medidas como aquelas previstas na Agenda 21 e no Protocolo de Kyoto, o que tem demonstrado, de acordo com Dias (2003), uma urgência em se formar recursos humanos mais sensíveis às necessidades da sociedade.

A conscientização acerca do uso racional da energia deve atingir todos os domínios da sociedade, inclusive o domínio da educação. Nesse sentido, aponta-se a necessidade de se integrar à educação formal conhecimentos sobre energia que busquem a eficiência energética, através da adoção de tecnologias e atitudes que otimizem o uso da energia e de medidas de sensibilização dos estudantes, de seus familiares, amigos, entre outros.

3.1 Uso racional e eficiência energética: racionalizar *versus* racionar

A utilização de recursos energéticos é algo tão comum no cotidiano moderno que, muitas vezes, não se tem a consciência de quanto é complexo e oneroso o abastecimento energético dos vários segmentos da sociedade. Diante desse fato, têm aumentado as preocupações com a sua crescente demanda.

O termo “Uso Racional da Energia” insere-se no contexto dessa preocupação e refere-se à forma como a energia tem sido utilizada pelos indivíduos. Nesse sentido, *racionalizar* a utilização da energia significa tornar racional ou reflexivo o seu uso, com o intuito de minimizar desperdícios. Segundo Dias (2003) o termo “uso racional da energia” pode ser entendido nas Engenharias como sinônimo de “conservação de energia”. Esse autor salienta, porém, que o conceito de conservação de energia não é uniforme em todas as áreas do conhecimento e que não é raro haver a sua interpretação como o “Princípio de Conservação de Energia” ensinado na Física.

De acordo com Mesquita e Franco (2004), a idéia de conservação de energia na Engenharia tem evoluído para o conceito de "Eficiência Energética". Para esses autores, este conceito está associado ao crescimento econômico, à produtividade, à proteção do meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável, que visa garantir o atendimento das necessidades atuais das sociedades sem comprometer a capacidade de atendimento das necessidades das gerações futuras. Dessa forma, consegue-se otimizar a utilização de energia associada a uma atividade, contribuindo assim para a redução dos gastos com esse insumo.

De acordo com Teixeira (2008), a eficiência energética de um conversor é definida como sendo a relação entre a quantidade de energia consumida por determinado equipamento e a quantidade de energia efetivamente utilizada por ele para realizar a tarefa a que se destina.

Considerando-se as definições de eficiência energética dadas por esses autores, pode-se entender que "Uso Racional de Energia" e "Eficiência Energética" são conceitos intimamente relacionados e referem-se a uma mudança nos padrões de consumo, o que contribui imensamente para que não se faça necessário *racionar*, isto é, limitar a quantidade da energia a ser fornecida, como ocorrido em Cuba no ano de 2009¹, ou para evitar interrupções, programadas ou não, no seu fornecimento² e poupar capital que seria utilizado para suprir a sua demanda. No entanto, tal mudança deve encontrar subsídio em programas especialmente desenvolvidos para esclarecer os consumidores com relação ao "Por que economizar energia?" e ao "Como economizar energia?".

3.1.1 Por que economizar energia?

Como postulado pelo Princípio da Conservação da Energia, a energia não se perde nem se destrói, podendo parecer irrelevante a preocupação com a economia de energia.

¹ As autoridades cubanas adotaram o racionamento de energia em fábricas e repartições públicas, para reduzir em 12% o consumo de eletricidade entre junho e dezembro de 2009.

² As interrupções no fornecimento de energia elétrica têm sido comumente designadas pelo termo "apagão".

Embora a energia efetivamente se conserve, processos energéticos implicam, inevitavelmente, em aumento da entropia, o que, na prática, significa conversão de parte da energia em outras formas que não podem ser colocadas à disposição dos consumidores (por não atender às necessidades humanas).

Quando se fala, por exemplo, em apagar as luzes ao sair de um ambiente ou em se reduzir o tempo no banho, associa-se essas ações a um “desperdício de energia”, que, segundo Silva (2008), se refere às transformações irreversíveis, isto é, transformações cuja energia não se consegue reaproveitar. Por exemplo, não é possível se apropriar da energia elétrica usada no chuveiro e colocá-la de volta no sistema, o que significa que a energia útil foi degradada, isto é, foi transformada em um outro tipo de energia que não pode ser aproveitado, impondo limites aos processos reais de conversão de energia em trabalho. Segundo Teixeira (2008), a população em geral desconhece a questão da degradação da “qualidade” sofrida pela energia em cada processo de transformação a que ela é submetida.

Por outro lado, questões relacionadas à geração e à utilização de energia estão intimamente ligadas ao meio ambiente, de forma que qualquer economia individual de energia representa uma contribuição para diminuir os empreendimentos em energia, o que resulta em uma menor intervenção humana na natureza. Segundo Pimentel *et al* (1999), entre a população, são pouco conhecidos os benefícios ambientais da conservação da energia, indicando uma necessidade de educação do cidadão para o seu uso racional.

Segundo Teixeira (2008), qualquer esforço individual para a economia de energia pode ser considerado um ato de cidadania, pois, está pautado na necessidade de se agir orientado para a defesa da qualidade de vida da população como um todo. Nesse contexto insere-se a idéia de Gadotti (2000), de que, numa época de convergência de crises, com o advento do aquecimento global e de profundas mudanças climáticas, existe a necessidade de uma **educação para a sustentabilidade**. Assim, a motivação para a economia de energia está intimamente ao desenvolvimento sustentável que, para

Gutiérrez³ (1990 *apud* GADOTTI, 2000), parece ser impossível de ser construído sem uma educação para isto.

Existem ainda os benefícios relacionados ao peso da energia no orçamento familiar. Qualquer esforço em prol de uma economia de energia implica em menores valores a serem pagos em faturas de energia elétrica, menores gastos com combustíveis ou com botijões de gás de cozinha, por exemplo. Tais economias podem ser significativas, principalmente em países com grande disparidade de renda e especialmente entre as famílias de menor poder aquisitivo.

3.1.2 Como economizar energia?

Quando se fala em economia de energia, pensa-se, *a priori*, em redução de consumo. Mas, na realidade, trata-se de aumentar a eficiência energética, que, segundo a Comissão Européia de Energia (2006), não quer dizer que os cidadãos tenham que abandonar ou renunciar às atividades para poupar energia. As novas tecnologias e um comportamento mais eficaz permitirão que os mesmos façam mais, melhorando as suas condições de vida, em vez de reduzir o seu conforto.

O aumento da eficiência energética tem sido um dos grandes desafios da humanidade, uma vez que a sociedade moderna demanda uma injeção sempre crescente de energia em todos os seus níveis. Assim, há a necessidade de educação do consumidor final, em ações informativas sobre as maneiras mais eficientes de se poupar energia, incentivando, dessa forma, mudanças comportamentais em relação ao seu uso.

Conforme proposto por Teixeira (2008), a abordagem de como economizar energia pode ser essencialmente dividida em duas vertentes: mudança de hábito e mudança técnica.

O termo “mudança de hábito” refere-se à utilização da energia de forma criteriosa e deve concentrar esforços para assegurar que todos os cidadãos tenham acesso à informação clara e precisa acerca dos principais comportamentos e ações que

³ GUTIÉRREZ, F. **Sinto, percibo, sueño, amo...ergo sum.** Costa Rica, Heredia: Ilpec, 1990 *apud* GADOTTI, M. **Pedagogia da Terra.** São Paulo: Peirópolis, 2000.

favorecem a economia de energia. Tratam-se de ações simples como reduzir o tempo no banho, reutilizar a água da lavadora de roupas, diminuir a chama dos queimadores do fogão quando a água começar a ferver, andar mais a pé ou de bicicleta para gerar economia de combustível, evitar o consumismo exagerado, entre outras.

O termo “mudança técnica” refere-se à aquisição de equipamentos energeticamente mais eficientes, que, em geral, podem ser identificados por certificações específicas. Trata-se de um incentivo para que os consumidores passem a considerar o consumo de energia e a eficiência energética como fatores decisivos no ato da compra de novos equipamentos, em contrapartida às expectativas em relação à estética, à marca e ao preço do produto a ser adquirido. Trata-se também de esclarecer os benefícios de se trocar equipamentos menos eficientes (geralmente os mais antigos), por outros que contemplem maior eficiência nas transformações de energia.

3.2 Educação em energia e seus objetivos

A busca da eficiência energética em termos de comportamento dos consumidores deve estar pautada em uma constante sensibilização das massas para os benefícios de uma economia de energia, por mais modesta que ela possa representar, tanto para os indivíduos em particular quanto para a sociedade como um todo.

A Comissão Europeia de Energia (2006) aponta três objetivos gerais da educação em energia:

- identificar o que a sociedade e as pessoas podem fazer em busca da sustentabilidade do ponto de vista energético;
- aumentar a sensibilização para estas questões;
- explicar os benefícios dessas ações.

A figura 3.1 ilustra o potencial da educação em energia:

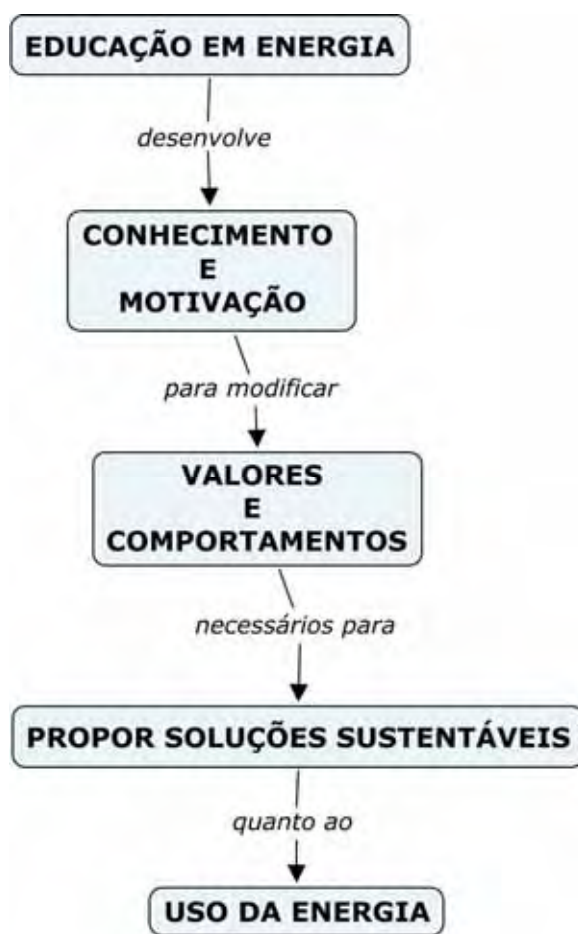


Figura 3.1: *Potencial da educação em energia.*

De acordo com a figura 3.1, a educação em energia tem um grande potencial a ser explorado, pois procura oferecer ao indivíduo argumentos concretos que possam estimular mudanças de valores e comportamentos em relação ao uso da energia.

Dessa forma, entende-se que a educação em energia voltada para a sensibilização das massas deve estar apoiada em propagandas que divulguem idéias que alertem a população para os efeitos negativos do consumismo exagerado. Tais propagandas necessitam de divulgação nas diferentes mídias: rádio, televisão, *Internet*, entre outras formas de comunicação.

3.3 Educação em energia no ambiente de educação formal

Para Wanderley *et al* (1999), a educação é um instrumento de transformação social, não só a educação formal, mas toda ação educativa que propicie a reformulação de hábitos, aceitação de novos valores⁴ e que estimule a criatividade.

Considerando essa afirmação, nesta subseção procura-se discutir as potencialidades da educação formal na construção de hábitos sustentáveis, de modo a promover uma mudança nos padrões de consumo de energia por meio do ensino.

Nesse sentido, Silva (2006) afirma que as melhorias na área da educação podem resultar em melhorias em diversos setores, tornando-se então cada vez mais importante traçar metas em busca de um melhor aproveitamento do uso da energia para toda a população, salientando os benefícios que a energia pode oferecer.

A Comissão Européia de Energia (2006) reconhece quatro tipos principais de intervenientes na educação em energia no ambiente formal:

- *Estudantes*: são os intervenientes mais importantes e devem estar no centro do processo quando se concebe e se executa um programa de educação em matéria de energia, considerando de forma adequada a idade, o gênero, as diferenças culturais e o nível educativo.
- *Professores*: constituem a principal ligação em termos de informação e motivação e constituem a ponte de ligação entre os conhecimentos científicos e o mundo dos estudantes (SILVA *et al*, 2006). Segundo Furukawa (1999), o professor tem o papel multiplicador de conceitos na sociedade. A sua prática

⁴ De acordo com Lewin (1945 *apud* OLIVEIRA, 2006), a aceitação de novos valores relaciona-s a um processo de reeducação, que implica em mudanças de conhecimento e crenças, de valores e padrões, de necessidades emocionais e da conduta cotidiana, com ética e responsabilidade. Para o autor, no entanto, a reeducação só influencia a conduta quando o novo sistema de valores e crenças domina a percepção do indivíduo e a grande dificuldade de mudar-se gradualmente crenças e valores está na tendência natural das pessoas de hostilizar os novos valores e a serem leal aos antigos.

pedagógica é essencial para a construção do conhecimento e para a aceitação de novos valores.

- *Responsáveis educativos:* compete-lhes desenvolver o quadro adequado que incentive a elaboração de projetos educativos para sensibilização dos estudantes sobre economia de energia. Os intervenientes locais e regionais, como as autoridades locais, as organizações ambientais, de transportes e de energia, devem ser integrados nesse processo.
- *Agências de energia regionais e locais:* Juntamente com outros intervenientes locais, as agências de energia⁵ devem ser um elemento importante em iniciativas pedagógicas dessa natureza, porque podem fornecer recursos informativos e aconselhar as escolas. As agências também são intervenientes importantes fora da escola. No contexto brasileiro, esses órgãos correspondem a companhias que fazem a prestação de serviços públicos de energia, como água e energia elétrica, num município ou região. Considerando o comportamento como um dos parâmetros que têm uma relação direta com o consumo de energia (COMISSÃO EUROPÉIA DE ENERGIA, 2006), esse tipo de intervenção constitui um importante elemento de programas relacionados ao planejamento energético de uma comunidade ou país, no sentido de ampliar conhecimentos e orientar os consumidores a zelar pela conservação de energia em suas casas, escolas e comunidades.

Além dos quatro tipos de intervenientes reconhecidos pela Comissão Europeia de Energia (2006), esse trabalho acrescenta mais um tipo: a Universidade.

Segundo Teixeira *et al* (2008b), a Universidade, dentro do contexto da energia, deve ter uma atuação voltada para a promoção de uma melhor qualidade de vida, no

⁵ Agências de energia atuam nas questões energéticas, tanto do lado da procura como da oferta, oferecendo um conjunto de serviços com base em necessidades específicas locais em matéria de energia. Podem aconselhar as autoridades locais sobre todos os aspectos relacionados com a energia, além de dar assistência técnica na concepção de projetos de energia, de património e de infra-estruturas, bem como prestação de informações públicas sobre esses temas (COMISSÃO EUROPÉIA DE ENERGIA, 2006).

sentido de oferecer o suporte técnico e conceitual para fomentar as campanhas de natureza educacional que incentivem, nas outras esferas da sociedade, as mudanças culturais e comportamentais em termos de utilização da energia. Nesse contexto, as pesquisas acadêmicas, especialmente as pesquisas em engenharia, apresentam fundamental importância para o desenvolvimento de tecnologias energeticamente mais eficientes.

3.4 Os pilares para a educação em energia

Quanto aos pilares para a educação em energia, tomando-se como base o trabalho de Furukawa (1999), esse trabalho propõe três. São eles: domínio conceitual, contextualização e interdisciplinaridade.

O *Domínio conceitual* está ligado à construção de bases teóricas, no contexto do conhecimento formal, para estimular ações e mudanças de hábito que contemplem a sustentabilidade do ponto de vista energético. Dessa forma, os conteúdos a serem abordados na sala de aula devem contemplar os vários aspectos do tema energia, tendo foco na sensibilização do estudante para a tomada de atitudes em relação ao uso da energia, especialmente no que diz respeito ao domínio das tecnologias, como aquelas que se referem à utilização de veículos automotores e equipamentos de uso doméstico em geral.

A *Contextualização* está relacionada à adequação do conteúdo a ser abordado na escola à realidade de cada estudante, ou seja, com a realidade da comunidade à qual ele pertence. De acordo com Furukawa (1999), isto significa propor reflexões e atividades de acordo com o contexto em que o aluno está inserido e onde irá atuar como trabalhador, cidadão e agente ativo de sua comunidade. De acordo com Teixeira (2008), um dos aspectos positivos da temática da energia é que ela é global, interdisciplinar e possibilita um elevado grau de contextualização dos conteúdos e propostas pedagógicas a ela pertinentes. A maior vantagem dessa contextualização é que ela permite investigações práticas e encoraja avaliações críticas fundamentais acerca dos desperdícios e das mudanças de hábito.

A busca pela *interdisciplinaridade* está ligada à interação entre as diferentes áreas do conhecimento científico e as diversas disciplinas do currículo formal. Gadotti (2000) extrapola o conceito de interdisciplinaridade e se apóia na visão de Piaget⁶ (1972 *apud* GADOTTI, 2000, p. 37) de que a interdisciplinaridade seria uma “forma de pensar” para se chegar a “transdisciplinaridade”, isto é, uma etapa não apenas de interação entre as disciplinas, mas de “superação das fronteiras entre as ciências”, sem opor uma à outra. Para Gadotti (2000), a transdisciplinaridade não anula as disciplinas, mas as aproxima, as fortalece naquilo que elas têm de comum e implica em mudar a maneira de pensar.

Mudar a maneira de pensar é fundamental para a busca de uma visão mais global do mundo. A interdisciplinaridade representa uma ruptura com o modo linear de ler o mundo, uma forma de articulação entre os saberes. O modo linear de pensar reduz a **complexidade do real**, produzindo receitas, fórmulas feitas e preconcebidas (GADOTTI, 2000, p.39, grifo do autor).

Para Gadotti (2000), o pensamento fragmentado que simplifica as coisas e destrói a possibilidade de uma reflexão mais ampla sobre questões da própria sobrevivência da humanidade e do planeta deve, aos poucos, ser substituído pela interdisciplinaridade.

No contexto da educação em energia, acredita-se que os três pilares, estando articulados entre si e, em conjunto, oferecem a base para uma proposta metodológica que contemple uma visão integrada e não fragmentada da questão da energia e estimule hábitos sustentáveis em relação ao seu uso.

3.5 A educação em energia e o planejamento energético

Em todos os setores da sociedade, assim como acontece com o setor de energia, é preciso planejar para garantir um equilíbrio entre a demanda e a oferta e, conseqüentemente, a disponibilidade de energia em face do crescimento no seu uso.

⁶ PIAGET, J. **L'épistémologie des relations interdisciplinaires**. Paris : OCDE, 1972 *apud* GADOTTI, M. **Pedagogia da Terra**. São Paulo: Peirópolis, 2000.

Além disso, de acordo com Viana (2004), a atividade de planejamento energético é indispensável na resolução de conflitos envolvendo oferta e demanda de energia, meio ambiente e desenvolvimento econômico.

O planejamento energético é tido como um instrumento para a realização de projeções de níveis mínimos e máximos de consumo de energia em um futuro próximo, podendo se tornar uma ferramenta eficaz na investigação de alternativas para atender à crescente demanda, apesar de não serem poucas as críticas sobre a sua validade. Silva e Bermann (2002) afirmam que essas críticas questionam a validade do uso dessa ferramenta para auxiliar as tomadas de decisão, em virtude da incapacidade de responder às demandas da sociedade sem degradar os recursos energéticos e de prever e/ou solucionar com rapidez e eficácia situações de crises na oferta de energia.

No setor de energia, as pesquisas e políticas concentram-se, principalmente, em buscar alternativas sustentáveis para a sua geração e no aumento das tarifas a serem pagas, especialmente pela energia elétrica. As projeções de consumo no Brasil são realizadas por meio da EPE, órgão do governo que realiza estudos associados ao Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica (PDEE), abrangendo um período de 10 anos, e que serve de referência para a implantação de novas instalações de geração e transmissão necessárias para atender ao crescimento do mercado de energia.

Silva e Bermann (1999) elaboraram uma estrutura de planejamento energético composta por três etapas de análise: diagnóstico local, constituído pela análise das potencialidades energéticas endógenas e das peculiaridades econômicas, sociais e energéticas das comunidades; análise da demanda, que consiste na identificação das demandas social e econômica através dos usos finais; e análise da oferta de energia e suas implicações econômica, social, tecnológica e ambiental. Essa estrutura permite avaliar o leque de alternativas de oferta de energia e identificar aquelas mais adequadas em termos econômicos, social, ambiental e tecnológico.

Adicionalmente, Teixeira (2008) afirma que um bom planejamento energético deve incluir iniciativas de natureza educacional que incentivem, nos diferentes tipos de consumidores, uma mudança de hábito em relação aos seus critérios de escolha e consumo, que devem estar focados no uso eficiente da energia.

No entanto, as campanhas de natureza educacional junto à população em geral, têm surtido pouco efeito em termos de redução de consumo, provavelmente em virtude de sua pouca divulgação nas mídias. Nesse sentido, a Comissão Europeia de Energia (2006) sugere que, para produzir uma iniciativa bem sucedida de educação em matéria de energia, é importante combinar o conhecimento de energias, o conhecimento do público-alvo e a experiência em matéria de comunicações e apresentações, relacionada com o meio de comunicação utilizado, bem como recorrer a especialistas pedagógicos.

Assim, acredita-se que tais intervenções, quando bastante divulgadas e desenvolvidas de forma permanente, têm potencial de alterar comportamentos individuais.

Quanto à educação escolar, essas ações devem adotar não apenas um caráter informativo, mas apoiar-se numa abordagem interdisciplinar dos conceitos, com discussões de propostas e possíveis soluções para essa questão, objetivando a formação de cidadãos com maior grau de consciência em relação ao problema e criando motivações para um controle geral e contínuo do uso da energia (TEIXEIRA, 2008).

Embora seja difícil perceber seus resultados a curto prazo, empreendimentos dessa natureza podem ser o ponto de partida para uma ampla revisão de valores pessoais, abrindo novas possibilidades no planejamento energético de uma região ou país, uma vez que pequenas economias de energia poderão refletir em menores preocupações com a sua oferta e demanda.

3.6 Educação em energia no Brasil

De acordo com Teixeira (2008):

Tão importante quanto se criar políticas contra a degradação ambiental e o desenvolvimento de novas tecnologias para geração de energia, é considerar o aprendizado dos alunos (desenvolvimento dos conteúdos programáticos) como uma **estratégia de conscientização** (entendendo melhor as mudanças causadas pela ação do homem) e **tomada de atitudes**, para um desenvolvimento sustentável (p.53, grifo nosso.)

Considerando-se essa linha de pensamento, existem vários projetos que contemplam a educação em energia no Brasil e no mundo.

O trabalho de Dias (2003) propõe um modelo educacional para a conservação de energia e trata da capacitação de professores para uma abordagem contextualizada, junto aos estudantes, do tema “uso racional de energia”. O mesmo autor possui ainda artigos internacionais como o publicado em DIAS *et al* (2004) e um livro paradidático, publicado pela editora da Unesp (DIAS *et al*, 2006), que apresenta sugestões de atividades didáticas, exemplos de aplicação e uma vasta bibliografia para uma reflexão sobre questões relacionadas ao uso da energia.

Outros trabalhos abordando a questão da educação em energia no ambiente formal de ensino podem ser citados como o trabalho de Teixeira (2008), que relata a aplicação de uma ferramenta educacional para o uso racional de energia, fazendo uso de novas tecnologias como o computador, junto aos alunos do Ensino Médio, e o trabalho de Silva (2006), que relata um estudo de caso com alunos do Ensino Médio sobre o uso racional de energia elétrica nas suas residências.

Podem ser citadas também as publicações Teixeira *et al* (2008b), e Teixeira *et al* (2009), que tratam, respectivamente, do uso racional de energia elétrica no setor residencial como um tema propício para a promoção de uma maior interação entre a Universidade e as escolas de nível médio e de uma proposta metodológica para a abordagem das temáticas da conservação e da eficiência energética na Educação de Jovens e Adultos. Adicionalmente, o trabalho de Rios *et al* (2006), trata da educação em energia como um fator essencial para a mudança comportamental em termos de uso racional de energia.

Ainda podem ser citados os trabalhos de Nyimi (2006), que trata da questão energética como um tema complexo e que requer uma visão multidisciplinar por parte dos pesquisadores, e o de Furukawa (1999), que apresenta propostas para a realização de algumas atividades abordando os usos finais da energia no cotidiano, objetivando delinear ações para a sensibilização do cidadão para o uso racional da energia.

Há ainda uma grande contribuição de programas públicos brasileiros que buscam promover o uso racional de energia por meio da educação do consumidor, seja ela formal ou informal.

O Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica (PROCEL) orienta os consumidores na aquisição de equipamentos com maior eficiência energética. Para tanto, existe o já mencionado programa de concessão do “Selo PROCEL de Eficiência Energética”. Vale a pena ressaltar que o assunto “selo PROCEL” está inserido no conteúdo das apostilas desenvolvidas pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, como parte dos temas a serem desenvolvidos na disciplina Física, do Ensino Médio.

O PROCEL também atua junto às escolas, através do projeto “PROCEL na Escola”. Por esse projeto, conforme mencionado anteriormente, o PROCEL desenvolve material didático sobre a energia como “A natureza da paisagem”, além de proporcionar cursos de capacitação de professores para o trabalho com projetos sobre a temática da energia na sala de aula.

O Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET), também atua de forma semelhante ao PROCEL. Além da concessão do “Selo CONPET de Eficiência Energética”, o CONPET ainda realiza projetos com abrangência nacional em parceria com governo, escolas e empresas. Através do projeto “CONPET na Escola”, o CONPET promove oficinas de capacitação de alunos e professores sobre o tema energia, além de fornecer material instrucional na forma de cartilhas, livros e vídeos sobre o assunto.

Também é interessante citar o *kit* de mídias paradidáticas desenvolvido pelo Programa de Eficiência Energética da ELETROPAULO, com a aprovação e apoio da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e do Serviço Social do Comércio (SESC São Paulo). Nesse *kit*, destaca-se a mídia “Uma viagem eletrizante”, que tem como tema central o bom uso da energia elétrica e o vídeo “Chocante”, que trata da importância e dos perigos da energia elétrica, desenvolvido numa parceria entre a ELETROPAULO e a TV Cultura – Fundação Padre Anchieta.

As publicações citadas podem ser consideradas como um esforço acadêmico para contribuir com a questão da conservação de energia e com o planejamento energético de uma região, no sentido de desenvolver propostas e estratégias que contemplem a educação e a conscientização dos consumidores quanto à necessidade

de usar a energia de forma racional e eficiente, buscando a minimização dos desperdícios.

CAPÍTULO 4 – APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, MAPAS CONCEITUAIS E OBJETOS DE APRENDIZAGEM NA DA EDUCAÇÃO EM ENERGIA

Para exercer com eficácia o seu papel formador, a escola atual tende a levar em conta novas propostas pedagógicas.

Na discussão dessas propostas, muito se tem considerado sobre metodologias que valorizem a “bagagem cultural” dos alunos e não contemplem apenas a memorização de conteúdos. E para este propósito, muitas teorias e recursos didáticos têm sido desenvolvidos, considerando-se também o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC’s), em especial o computador, para ampliar as possibilidades de ensino.

A cada dia surgem novas possibilidades de se usar como computador como ferramenta auxiliar ao processo de ensino-aprendizagem. Nesse contexto, o presente capítulo procura discutir ferramentas pedagógicas digitais que têm aporte na Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por Ausubel (1963). Este capítulo faz também uma abordagem sobre representações gráficas do conhecimento baseadas nessa teoria, procurando investigar, por meio da literatura, como tais representações podem ser empregadas na construção de ferramentas destinadas a formar cidadãos conscientes de seu papel em questões importantes, como é o caso da energia.

4.1 Aprendizagem Significativa

Para Ausubel (1978), a Aprendizagem Significativa ocorre quando uma informação nova é adquirida mediante o esforço do aprendiz em associar a informação nova com conceitos preexistentes em sua estrutura cognitiva. Ainda segundo o mesmo autor, é preciso identificar os conceitos e as relações hierárquicas existentes entre eles, apontando similaridades e diferenças.

Ausubel (1963), em sua teoria da Aprendizagem Significativa, procura contrastar esse tipo de aprendizagem com a aprendizagem “mecânica”, por memorização simples. O mesmo autor defende a tese de que para haver uma aprendizagem significativa, deve existir uma relação entre o “conhecimento prévio” do aprendiz,

construído ao longo de sua vida, e o novo conhecimento que ele começa a construir.

De acordo com Tavares (2008), quando o aprendiz se depara com um novo corpo de informações, pode decidir apenas memorizar esse conteúdo e, desse modo, a sua aprendizagem será mecânica, pois ele só conseguirá simplesmente reproduzir esse conteúdo de maneira idêntica àquela que lhe foi apresentada. Nesse caso, não existiu um entendimento da estrutura da informação que lhe foi apresentada, e o aluno não conseguirá transferir o aprendizado da estrutura dessa informação apresentada para a solução de problemas equivalentes em outros contextos.

No entanto, quando o aprendiz tem pela frente um novo corpo de informações e consegue fazer conexões entre esse material que lhe é apresentado e o seu conhecimento prévio em assuntos correlatos, ele estará construindo significados.

Esse conhecimento prévio é chamado por Ausubel (1963) de conceitos subsunçores, conceitos âncoras ou ainda conceitos de esteio, por serem essenciais para uma nova interpretação da informação que está sendo disponibilizada ao estudante. Assim, a nova informação obtida pelo aprendiz é transformada em conhecimento, que vem a completar ou corrigir conceitos pré-existentes em sua mente, passando então a realmente fazer sentido para ele.

Segundo Ausubel (1963), duas condições são exigidas para a aprendizagem significativa: a disposição efetiva do aluno em aprender e a qualidade do material a ser oferecido ao aluno, que deverá ser potencialmente significativo.

A *disposição do estudante para aprender* está intimamente relacionada ao comportamento motivacional, que, de acordo com Maslow (1970), é explicado pelas necessidades humanas, sendo resultado dos estímulos que agem sobre os indivíduos, levando-os à ação. Segundo o autor, para que haja ação ou reação é preciso que um estímulo seja implementado, seja decorrente de algo externo ou proveniente do próprio organismo.

Maslow¹ (1970 apud SERRANO, 1997), em sua Teoria da Hierarquia das Necessidades Humanas, postula que as necessidades das pessoas obedecem a uma escala de valores a serem transpostos, que estão colocadas numa pirâmide, em cuja

¹ MASLOW, A. **Motivation and Personality**, 2nd ed., Harper & Row, 1970, apud SERRANO, D. **Teoria de Maslow**. 2000. Disponível em: < <http://www.portaldomarketing.com.br/Artigos/maslow.htm>>. Acesso em 12 out. 2010.

base estão as necessidades mais baixas (necessidades fisiológicas) e no topo, as necessidades mais elevadas (as necessidades de auto realização), conforme a figura 4.1.

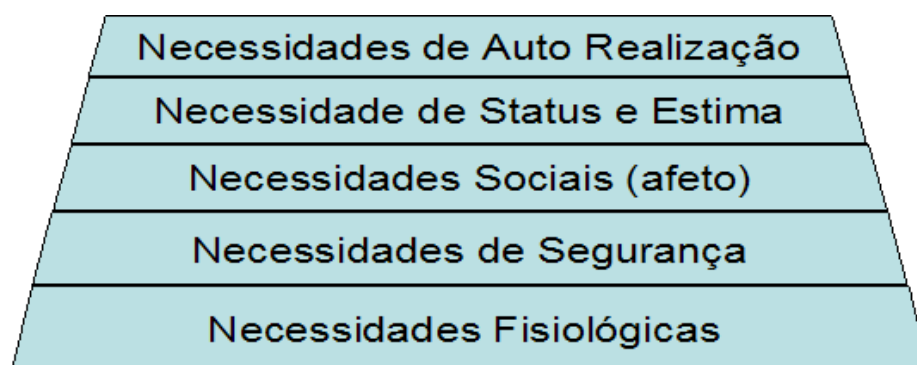


Figura 4.1: Pirâmide das necessidades humanas (SERRANO, 2000, adaptada de MASLOW, 1970)

De acordo com a figura 4.1, no momento em que o indivíduo realiza uma necessidade, surge outra em seu lugar, exigindo sempre que as pessoas busquem meios para satisfazê-la (SERRANO, 2000). Poucas pessoas procurarão satisfazer suas necessidades de *status*, por exemplo, se suas necessidades básicas estiverem insatisfeitas. Assim, as necessidades sociais surgem no comportamento, quando as necessidades inferiores (fisiológicas e de segurança) encontram-se relativamente satisfeitas.

Da mesma forma, no contexto escolar, a motivação do indivíduo para a realização das atividades escolares e para o aprendizado só poderá acontecer se outras necessidades básicas, como alimentação e saúde, estiverem atendidas. E quanto maior essa motivação, maiores as chances de se promover uma aprendizagem significativa. Para Cabral (2001), se o estudante quiser realmente aprender, buscará fazer muito mais do que memorizar o conteúdo abordado (aprendizagem mecânica ou memorística). Ele procurará estabelecer relações entre o conhecimento que ele já traz consigo (conceitos subsunçores) e a nova informação, aumentando as possibilidades da nova informação ser convertida em conhecimento.

O material oferecido ao aluno deverá ser potencialmente significativo, isto é, relacionável aos conceitos já existentes em sua estrutura cognitiva. Ou seja, ele tem

que ser lógica e psicologicamente significativo. O significado lógico depende exclusivamente da natureza do material, enquanto o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem, independente do material, mas que pode ser potencializado por ele (CABRAL, 2001). Nesse contexto, a motivação para aprender relaciona-se intimamente com a qualidade do material proposto, em termos de potencial significativo.

A teoria de David Ausubel é uma teoria cognitiva e seu foco principal é o processo de aprendizagem que ocorre dentro da sala de aula.

4.2 Organizadores gráficos (OG)

Organizadores gráficos podem ser definidos como representações visuais que são acrescentadas aos materiais instrucionais (JONASSEN *et al*, 2003) e constituem ferramentas de ensino/aprendizagem que fazem uso de um conjunto de símbolos e de pouco texto para representar uma informação acerca de um determinado tema, de modo ordenado, fácil e rápido.

Os OG's foram desenvolvidos tendo como base a Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel (1963) e partem de idéias gerais sobre um determinado tema, enfocando os conceitos mais importantes e procurando fazer relações entre esses conceitos.

Um mapa conceitual constitui um exemplo de organizador gráfico e, juntamente com a teoria da Aprendizagem Significativa e os objetos de aprendizagem, serão discutidos nas próximas subseções.

4.2.1 Objetos de Aprendizagem (OA)

Diferentemente de ser um conceito muito bem estabelecido, a concepção de objeto de aprendizagem (OA ou LO, do inglês *learning object*), é uma concepção emergente (ASSIS, 2005), que possui diferentes abrangências em sua conceituação, o que pode ser explicado pelo fato desse campo de estudo ser relativamente novo. Nesse

sentido, pesquisadores de diversas áreas têm concentrado esforços para estabelecer padrões para as definições de objetos de aprendizagem.

Ainda de acordo com Assis (2005), diversas áreas de conhecimento tais como a Educação, a Ciência da Computação, a Tecnologia da Informação e a Psicologia ainda buscam esta definição. Buscam também estar envolvidas em estudos a respeito das práticas relacionadas ao uso da tecnologia para fins educacionais. Dessa forma, a terminologia utilizada para descrever um objeto de aprendizagem e suas características reflete a diversidade de contribuições desses vários campos de estudo.

De acordo com Nunes² (2003 *apud* BASTOS, 2005):

O pioneiro no uso de objetos de aprendizagem ou objetos educacionais, como eram chamados em 1997, foi o projeto Educational Object Economy – EOE. Este projeto teve início oferecendo informações a partir da indicação de endereços de um conjunto de simulações para que os usuários trocassem experiências e formassem uma comunidade de aprendizagem. Em seguida, essas simulações foram organizadas em bancos de dados, com regras de catalogação que possibilitavam recuperá-las e reutilizá-las em contextos variados (p. 42).

Para Tarouco *et al* (2003), objetos de aprendizagem podem ser definidos como recursos suplementares ao processo de aprendizagem, que podem ser utilizados em vários contextos para apoiar a aprendizagem. O termo geralmente aplica-se a materiais educacionais projetados e construídos em pequenos conjuntos com vistas a maximizar as situações de aprendizagem onde os recursos podem ser utilizados (TAROUCO *et al*, 2003).

Para Wiley (2000), a idéia básica dos objetos de aprendizagem é que eles sejam como blocos com os quais será construído o contexto de aprendizagem, como blocos do tipo LEGO.

Ainda segundo Wiley (2000) objetos de aprendizagem são elementos de um novo tipo de instrução, baseada no uso do computador, tratando-se de uma tecnologia

² NUNES, C. A. .A. Objetos de aprendizagem. Rio de Janeiro, 2003 *apud* BASTOS, C. A. R. **Curso Hipermedia Interativo de Física:** adaptação de um curso presencial através do uso e reuso de objetos de aprendizagem. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciências e Informática. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, 2005. 150f.

instrucional, e, como toda tecnologia, é agente de mudanças. Ainda segundo o mesmo autor, objetos de aprendizagem são como entidades digitais entregues via *Internet*, significando que qualquer pessoa pode ter acesso a eles e usá-los, simultaneamente, com outros usuários.

Para Mendes *et al* (2004) e Bastos (2005), OA's são pequenas unidades de recursos de aprendizagem digitais construídos através da combinação de hipertexto (HTML)³, Java e outras linguagens e ferramentas de autoria, onde podem ser incluídos jogos, textos, áudio, vídeos, gráficos, imagens, animações, apresentações, questionários, exercícios etc, desenvolvidos em conformidade com padrões técnicos para serem usados em diferentes contextos de aprendizagem (curso online, aulas à distância, etc.), por diferentes grupos de estudantes e tutores.

A utilização dos objetos de aprendizagem em diferentes contextos é conhecida na literatura como reusabilidade, e é tida como a principal característica dos OA's. Segundo Tarouco *et al* (2003), a reusabilidade pode ser entendida como a possibilidade de os OA's serem incorporados em múltiplas aplicações, permitindo atualizações que se façam necessárias para que possam ser utilizados em diferentes contextos.

Outra característica bastante importante de um OA é a sua granularidade, que consiste na mensuração do seu tamanho e do seu nível de detalhes. Ainda segundo Tarouco *et al* (2003), a granularidade de um objeto educacional deve ser escolhida de modo a maximizar seu uso em diferentes situações. Esta propriedade também pode ser encontrada na literatura como modularidade. Embora objetos educacionais maiores e mais ricos em detalhes sejam mais fáceis de administrar, são mais difíceis de recontextualizar para outros cenários de aprendizagem diferentes daqueles para os quais foram inicialmente previstos. Objetos educacionais menores podem ser mais precisamente definidos, além de apresentar maior possibilidade de recontextualização. Quanto menor a granularidade de um OA, maior a possibilidade de reusá-lo em outros contextos. Um OA desse tipo é conhecido como de sendo de granularidade fina.

³ Acrônimo de HyperText Markup Language, significando, em português, Linguagem de Marcação de Hipertexto.

O desenvolvimento da ciência dos computadores e/ou a utilização da *Internet* viabilizam a criação de material didático que possibilita a percepção visual de variáveis temporais de grandezas físicas, abstratas ou não (TAVARES; SANTOS, 2003), e uma interatividade que uma aula expositiva dificilmente poderia proporcionar. Nesse sentido, objetos de aprendizagem podem ser utilizados como uma ferramenta de apoio interativa, na qual o computador se transforma em uma ferramenta para a construção do conhecimento.

Objetos de aprendizagem podem ser armazenados em repositórios, de maneira a serem compartilhados de forma *on-line* ou estarem disponíveis para *download*. Um repositório é como uma biblioteca digital de uma ou várias instituições, geralmente acessível a qualquer pessoa. Os repositórios, em geral, fazem uso de uma estrutura de metadados (dado sobre dado), que é a descrição detalhada de um objeto, contendo informações como título, tamanho, descrição do conteúdo do objeto (tema que o objeto aborda), idioma, autor(es) e condições de uso, entre outras. Em geral, os repositórios possuem catálogos dos seus OA's, classificando-os por assunto.

O compartilhamento de OA's em repositórios também permite ao usuário emitir opiniões a respeito dos mesmos, aumentando ainda mais as possibilidades de reuso.

Na pesquisa bibliográfica verificou-se a existência de alguns repositórios, dentre os quais podem ser citados:

- RIVED⁴ (Rede Internacional Virtual de Educação): programa brasileiro da Secretaria de Educação a Distância - SEED do MEC, que, através da Fábrica Virtual e em parceria com algumas universidades, produz conteúdos pedagógicos digitais, na forma de objetos de aprendizagem, para o auxílio ao processo de aprendizagem nos currículos do ensino fundamental e médio. O desenvolvimento dos objetos acontece por meio de um trabalho interdisciplinar entre uma equipe técnica e uma equipe pedagógica. Além de disponibilizar os objetos gratuitamente na *Internet*, o RIVED ainda realiza capacitações sobre

⁴ Pode ser acessado pelo endereço eletrônico <http://rived.mec.gov.br>

como produzir e utilizar os objetos de aprendizagem nas instituições de ensino superior e na rede pública de ensino.

- LabVirt⁵ (Laboratório Didático Virtual): desenvolve o projeto “Escola do Futuro”, coordenado pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. O LabVirt disponibiliza simulações de Física e Química, *links* para outros *sites* relacionados, além de mostrar respostas de especialistas para questões enviadas através da sua página eletrônica.
- WISCONSIN ON-LINE RESOURCE CENTER⁶: biblioteca digital desenvolvida em parceria com 16 universidades. O repositório armazena os objetos nos seus próprios computadores e todo o material é propriedade intelectual do *Wisconsin On-Line Resource Center*, estando sujeito a restrições, ou seja, nenhum material pode ser copiado, reproduzido, disseminado ou publicado sem permissão expressa da instituição. Exceções são feitas apenas para membros do Centro, que podem utilizá-los no âmbito dos cursos oferecidos por suas instituições. Além disso, o *site* indica parágrafos da lei americana de direitos autorais e enfatiza que a sua utilização indevida estará sujeita a penas previstas em lei (MENDES *et al*, 2004).
- MERLOT⁷ (*Multimedia Educacional Resource for Learning and Online Teaching*): em parceria com universidades, o repositório disponibiliza uma seleção de objetos de aprendizagem e de diferentes tipos de material instrucional, com comentários a eles associados. MERLOT não armazena os objetos propriamente ditos, mas disponibiliza *links* para os mesmos, bem como seus metadados, onde são especificados custos ou licenças, quando for o caso.

⁵ Pode ser acessado pelo endereço eletrônico <http://www.labvirt.fe.usp.br>

⁶ Pode ser acessado pelo endereço eletrônico: <<http://www.wisc-online.com>>.

⁷ Pode ser acessado pelo endereço eletrônico: <<http://www.merlot.org>>.

O MERLOT também permite ao usuário adicionar links para outros objetos bem como fazer comentários a respeito dos objetos disponíveis.

Objetos de aprendizagem têm trazido novas possibilidades no desenvolvimento de material a ser usado na educação à distância. Um exemplo desse tipo de aplicação é o Núcleo de Educação Aberta e a Distância⁸ (NEAD), da Universidade Federal do Mato Grosso, que desenvolve projetos de capacitação com o objetivo de formar sua equipe para o atendimento à produção de Objetos de Aprendizagem.

Para Tavares e Santos (2003), os OA's funcionam como uma “ponte cognitiva”, facilitando a aprendizagem mais específica, que se inicia com um entendimento consistente dos conceitos mais inclusivos do tema considerado, e sua intenção principal é criar uma ligação sólida entre aquilo que se conhece e o que se pretende aprender, estando, portanto, em conformidade com a teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 1963).

4.2.2 Mapas conceituais (MC)

Mapeamento conceitual é uma técnica utilizada como recurso didático, que enfatiza os conceitos e as relações entre eles (MOREIRA, 1997).

A organização e a estruturação do conhecimento na forma de mapas conceituais é uma forma de acompanhar o desenvolvimento cognitivo dos estudantes e foi criada por Joseph Novak no ano de 1972, tendo como base os trabalhos de David Ausubel sobre Aprendizagem Significativa (1963), demonstrando claramente a necessidade de mudança de paradigma do modelo de aprendizagem mecânica para o modelo da aprendizagem significativa (TEIXEIRA *et al.*, 2009).

Os mapas conceituais são representações gráficas semelhantes a diagramas, que fazem relações entre conceitos ligados por palavras, representando uma estrutura que vai dos conceitos mais gerais até os mais específicos. Nesse tipo de representação, os conceitos mais gerais se encontram nos níveis mais altos, enquanto os mais específicos se encontram nos níveis mais baixos (CABRAL, 2007), de modo que se relacionem

⁸ Pode ser acessado pelo endereço eletrônico: <<http://www.nead.ufmt.br/>>.

entre si, de acordo com a figura 4.2. Essa idéia corresponde aos princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, respectivamente (CABRAL, 2007).

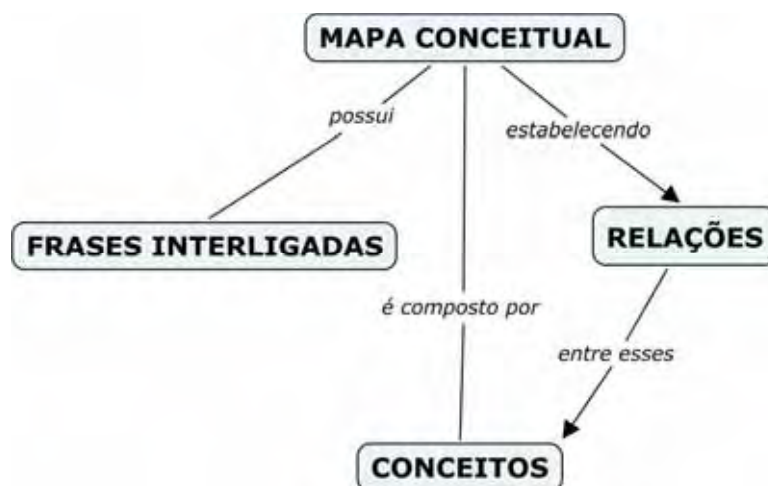


Figura 4.2: Definição de um mapa conceitual (adaptado de TAROUÇO et al, 2010).

O princípio da diferenciação progressiva prega que o conteúdo a ser apresentado ao estudante deve ser estruturado de forma que os conceitos mais gerais sejam abordados em primeiro lugar, para que, gradativamente, sejam introduzidos os conceitos mais específicos (CABRAL, 2007).

O princípio da reconciliação integrativa postula que a programação do material a ser apresentado ao aluno deve ser feita de maneira que haja exploração de relação entre idéias, apontando semelhanças e diferenças entre conceitos relacionados (CABRAL, 2007).

De acordo com Ferreira (2000), os MC's são utilizados para auxiliar a ordenação e a seqüenciação hierarquizada dos conteúdos de ensino, de forma a oferecer ao estudante, estímulos adequados para a aprendizagem significativa. Dessa forma, a informação nova freqüentemente é associada a conceitos mais inclusivos.

Cabral (2001) afirma que essa representação hierárquica, apresentada mediante a utilização dos mapas conceituais, torna possível a estruturação do conteúdo de forma significativa, seguindo critérios que observem pré e co-requisitos envolvendo o mesmo.

Segundo Zuasnábar (2000) e Cabral (2003), um mapa conceitual serve também de ajuda para a avaliação, visto que na avaliação a idéia principal é verificar o que o aprendiz sabe em termos conceituais, isto é, como o aprendiz estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina e integra conceitos de uma determinada disciplina.

Na construção dos MC's, os conceitos são apresentados dentro de retângulos ou elipses. Tais conceitos são interligados por linhas que possuem uma palavra ou expressão de ligação, isto é, que expressam a descrição da relação entre esses conceitos.

A figura 4.3 representa parte de um mapa conceitual sobre o conceito energia, que embora seja um domínio bastante associado à área da Física, é uma temática de caráter interdisciplinar.

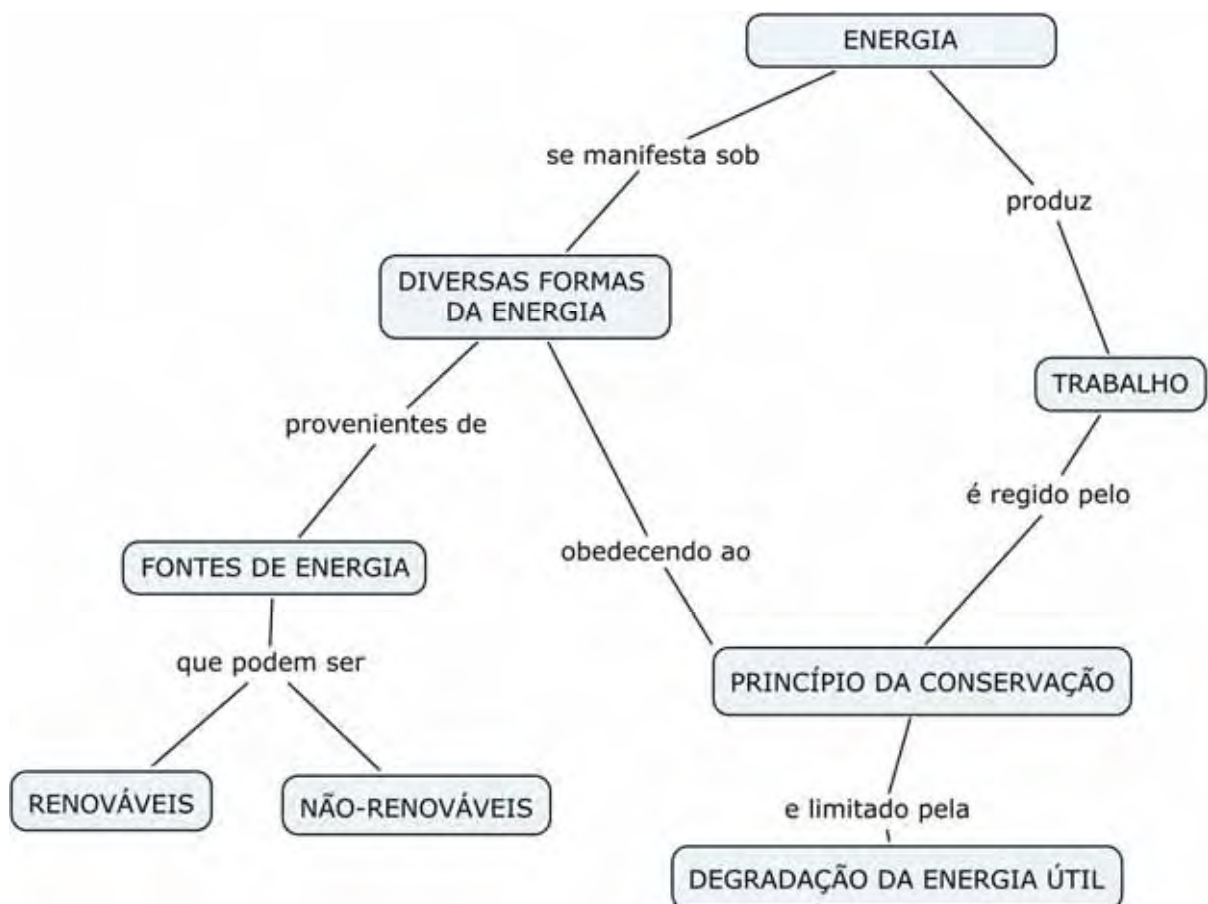


Figura 4.3: Exemplo de um mapa conceitual sobre a energia.

O MC representado na figura 4.3 parte do conceito mais abrangente (energia), que é apresentado no topo da representação. Conceitos mais específicos como diversas formas e fontes de energia, fontes renováveis e não-renováveis, trabalho, princípio da conservação da energia e degradação da energia útil são apresentados nos níveis mais baixos do mapa. A observação da figura 4.3 permite ao leitor identificar os conceitos inter-relacionados por termos ou proposições, evidenciando uma associação entre os conceitos abordados.

Para Puga e Bianchini (2006), para confeccionar um mapa conceitual é necessário o uso de lápis e papel ou de um software. No entanto, em qualquer uma dessas situações, o importante é que o mapa seja um instrumento capaz de revelar significados atribuídos a conceitos, bem como as relações existentes entre esses conceitos num determinado contexto.

Kawasaki (1996), destaca três fatores que devem reger a escolha de determinadas informações em detrimento de outras:

- Adequação de uma mídia para explorar determinado tipo de informação, já que uma mesma informação pode ser apresentada de diversas formas;
- Perfil dos aprendizes: alunos não alfabetizados ou deficientes visuais, por exemplo, podem necessitar de um software totalmente construído com recursos de áudio;
- Recursos materiais disponíveis para a utilização do programa: nesse aspecto o mesmo autor destaca que o uso de material muito sofisticado pode, em alguns casos, criar maiores limitações para o projeto, uma vez que podem requerer mais tempo, pessoal especializado e equipamento adequado.

Em mapas conceituais, as ligações entre os conceitos podem ser direcionadas, deixando-se explícita a sequência que dá sentido à relação entre os conceitos: para as ligações direcionadas deve-se fazer uso de setas e não de linhas para representar tais ligações. Pode-se também utilizar setas bidirecionais para representá-las. Além disso, a utilização de palavras ou termos de ligação entre esses conceitos é opcional, embora seja a forma mais comum de se expressar essa relação.

O recurso do mapeamento conceitual tem sido bastante utilizado na atualidade por empresas em processos de capacitação de pessoal, tanto em cursos ministrados nas próprias empresas quanto em cursos à distância, por meio de *softwares* educacionais e/ou via *Internet*.

Mapas conceituais e objetos de aprendizagem também têm sido bastante explorados na adaptação de cursos presenciais para plataformas de educação à distância (EAD), como é o caso do trabalho de Bastos (2005), que propõe um curso interativo de Física por meio da exploração de objetos de aprendizagem.

4.2.3 Ferramentas computacionais para a elaboração de mapas conceituais

Uma das características positivas do mapeamento conceitual é a possibilidade de se construir mapas com o uso do computador.

Para Ontoria *et al* (2006) uma vantagem de se utilizar o computador para a confecção dos mapas é que este permite um trabalho feito por partes, com a possibilidade de modificação durante o processo e de potencializar a criatividade com a inserção de imagens e cores do próprio computador, sendo possível ainda experimentar diferentes formas e evitar repetições do mapa ou de uma parte já elaborada.

Alguns *softwares*, construídos especificamente para a confecção de mapas conceituais, permitem que nos conceitos possam ser inseridos *links* para objetos de aprendizagem em diferentes formatos como texto, som e imagem, animações, etc. Em cada conceito podem ser apontados ainda outros mapas conceituais, que são então agregados ao mapa principal.

Através de pesquisa bibliográfica foram observadas algumas ferramentas computacionais para a construção de mapas conceituais como os *softwares* *Decision Explorer*, *Inspiration* e *CmapTools*.

O *CmapTools*, desenvolvido pelo *Institute Human Machine Cognition (IHMC)*, da *University of West California*, foi o *software* escolhido para o desenvolvimento desse trabalho devido aos seguintes fatores:

- O *CmapTools* é um software de distribuição gratuita⁹;
- Utiliza tecnologia JAVA, podendo, assim, ser executado em várias plataformas;
- Possui interface amigável com o usuário e de fácil manuseio, inclusive para iniciantes;
- Apresenta suporte para arquivos de som (formato *wave*);
- Apresenta suporte para arquivos gráficos (formatos *jpeg* e *bmp*);
- Apresenta suporte para arquivos de vídeos (formatos *Mpeg*, *Avi*, *Quick Time*);
- Apresenta possibilidade de exportação para os formatos *gif*, *pdf* e *html*.

Também foram observadas no *CmapTools* outras funcionalidades, que embora não tenham sido utilizadas no desenvolvimento deste trabalho, abrem possibilidades de emprego em trabalhos futuros. Uma dessas funcionalidades é a possibilidade de que o usuário possa compartilhar os mapas conceituais através da *Internet*, trabalhando de forma colaborativa e *on-line* com outros usuários. Para tanto, o software apresenta a ferramenta denominada *CmapServer*.

4.3 Expectativas do uso de mapas conceituais e objetos de aprendizagem na educação em energia com alunos de EJA

Após o estudo da fundamentação teórica que envolve a utilização de mapas conceituais e da sua identificação como uma estratégia pedagógica de grande relevância, direcionou-se este trabalho para a construção de um roteiro de conceitos relacionados ao tema energia e à pesquisa e/ou construção de objetos de aprendizagem que sugiram ações que contemplem o seu uso racional.

A exploração dos mapas propostos e dos objetos de aprendizagem a eles incorporados deverá proporcionar ao estudante o aprimoramento do conhecimento que ele traz incorporado à sua vivência e à construção de novos conceitos, através da interligação de significados. Nesse sentido, concorda-se com o pensamento de Gadotti

⁹ O software está disponível para download no endereço eletrônico: <<http://cmap.ihmc.us>>.

(2010), que, numa perspectiva freireana¹⁰, defende a criação de uma nova epistemologia, baseada no respeito pelo senso comum que trazem os setores populares em sua prática cotidiana, problematizando esse senso comum e incorporando-lhe um raciocínio mais rigoroso, mais crítico e científico.

Do mesmo modo, a utilização do computador no contexto do trabalho com alunos de EJA, está de acordo com a ênfase dada atualmente pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, de acordo com as “Orientações Escolares Complementares aos Parâmetros Curriculares” (PCN+, 2001), que estimulam o aprendizado da tecnologia para o desenvolvimento do conhecimento no contexto das diversas disciplinas e não o aprendizado da informática como uma disciplina isolada.

Quanto à escolha da modalidade EJA para a aplicação da proposta desse trabalho, deve-se considerar que essa modalidade de ensino apresenta diversas peculiaridades, que vão desde os diferentes níveis de conhecimento dos educandos e de seus ritmos de aprendizagem, até à intencionalidade dos mesmos ao procurarem a escolarização.

Dessa forma, buscam-se elementos que permitam ao estudante construir e/ou aprimorar seu próprio conhecimento através da “navegação” pelos mapas conceituais e da realização das atividades propostas, considerando o uso do computador como uma ferramenta facilitadora para esse fim, conforme a afirmação de Bovo (2001):

O computador obedece ao ritmo próprio de cada aluno e permite refazer as atividades quantas vezes forem necessárias. Ressalte-se, ainda, o fator prontidão com que o aluno recebe o *feedback* às suas interações. É ainda considerado um instrumento ideal de motivação. Assim, acredita-se que o computador seja o instrumento que contribui, efetivamente, para superação das dificuldades na aprendizagem do aluno da educação de Jovens e Adultos e auxilia-os na melhoria da qualificação para o trabalho (p.108).

¹⁰ A perspectiva freireana refere-se ao pensamento do educador e pedagogo Paulo Freire (1921 – 1997), que propunha uma educação a partir do conhecimento do educando e do seu nível de consciência do mundo, pregando contra a concepção bancária de educação, na qual a mente do educando é comparada a um depósito de informações prontas (GADOTTI, 2010). A perspectiva freireana muito se assemelha à concepção de Jean Piaget (1896 – 1980) na crítica que fazem à educação tradicional. Segundo Martin (2007), na defesa por uma educação de qualidade, ambos defendem que uma nova educação faz-se necessária para que mudanças sociais ocorram. Para Freire estes alicerces são encontrados dentro da própria sociedade, na conscientização, na investigação de temas geradores, no diálogo entre iguais. Já para Piaget a reestruturação está em implantar uma pedagogia ativa na educação das crianças, incluindo a psicologia na educação como forma de organizar e orientar o trabalho do educador. Segundo Martin (2007), Freire e Piaget advogam, também, por uma boa formação de professores.

No que diz respeito à motivação dos estudantes de EJA para a realização das atividades constantes da proposta deste trabalho, são consideradas as afirmações de Gadotti (2010), de que o aluno adulto não pode se tratado como uma criança, cuja história de vida apenas começa, e de que ele quer ver aplicação imediata do que está aprendendo. Nesse sentido, a abordagem do tema junto a essa modalidade de ensino busca contextualizar os conteúdos, considerando sua aplicação no cotidiano dos estudantes e apóia-se na afirmação de Freire (1987), de que uma aprendizagem significativa somente se dará a partir de um processo que proporcione uma análise crítica da prática social dos homens, contribuindo para que estes repensem a sua forma de atuar no mundo.

Dessa forma, no contexto da educação em energia tem-se a expectativa de que, com uma aprendizagem considerada significativa, os estudantes desta modalidade de ensino (EJA) em particular, possam modificar a sua maneira de perceber a energia, o que poderá promover mudança de comportamentos em relação ao seu uso.

CAPÍTULO 5 – A PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A EDUCAÇÃO EM ENERGIA

Uma questão desafiadora para a educação em termos de energia é a escolha das referências metodológicas mais adequadas para motivar os estudantes dentro de um contexto social, no que se refere às alterações de comportamento que tenham efeitos duradouros.

Ao se analisar a importância da educação no processo de construção do ser humano, pode-se observar o quanto são relevantes projetos e ações que versem sobre temas como a preservação do meio ambiente e o uso racional de energia (PEREIRA; SAUMA FILHO, 2007). Nesse sentido, Teixeira (2008) alerta que:

[...] pode-se aproveitar um dos aspectos positivos da temática da energia: **ela é global, interdisciplinar e possibilita um elevado grau de contextualização** dos conteúdos pedagógicos a ela pertinentes. A maior vantagem dessa contextualização é que ela permite investigações práticas e encoraja avaliações críticas fundamentais acerca dos desperdícios e das mudanças de hábito (p.58, grifo do autor).

Nessa perspectiva, Bispo (2004) adverte que a interdisciplinaridade deve estar presente na ação do professor, que preside a ação de deslocar-se de uma para outra área do conhecimento, na busca do entendimento do mundo. Assim, entende-se que um trabalho interdisciplinar demanda materiais adequados e o uso de metodologias diferenciadas por parte do professor¹.

Essa iniciativa apóia-se também nas afirmações de Teixeira (2008), de que cabe à comunidade científica desenvolver atividades, no domínio da educação, que permitam a divulgação das informações e dos programas existentes e promover boas práticas, e de Dias *et al* (2000) de que, apesar dos programas de conscientização até então realizados, ainda percebe-se a necessidade de uma maior sensibilização dos grupos envolvidos quanto à questão energética.

¹ Na busca pelas metodologias mais adequadas para esse fim, o professor precisa ser capacitado para a prática interdisciplinar, que “foge” do contexto da sua formação inicial. Daí a importância dos cursos de capacitação de professores para trabalhar com questões complexas, como é o caso da energia. Também é importante destacar a necessidade de se discutir práticas pedagógicas sob o ponto de vista da interdisciplinaridade nos cursos de licenciatura.

Procurando atender a essa necessidade, apresenta-se uma proposta metodológica para a educação em energia que estimule o raciocínio do estudante, evitando uma aprendizagem mecânica, por memorização, combatida por Ausubel (1963), e que é uma característica marcante do ensino tradicional.

5.1 Estrutura da proposta

Esta proposta foi concebida para ajudar a compreensão da temática escolhida para a Educação Básica, e apresenta a seguinte estrutura:

- Público-alvo:

A proposta tem como público alvo alunos do Ensino Médio, da modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA) presencial.

- Duração:

A proposta foi concebida para ser desenvolvida ao longo de três semestres letivos, período de duração do Ensino Médio na modalidade EJA. Estima-se que a exploração de cada eixo temático deva durar cerca de um bimestre letivo ou conforme a “resposta” de cada turma.

Essa estimativa contempla as cargas horárias das disciplinas Física e Química², que são de duas horas-aulas semanais cada uma no currículo do Ensino Médio na rede pública de ensino do estado de São Paulo.

No entanto, a duração da exploração de cada eixo temático da proposta poderá ser ajustada, conforme a participação e colaboração de professores de outras

² Em geral, propostas dessa natureza encontram menor resistência quando aplicadas ao contexto das Ciências, em especial a Física e a Química no Ensino Médio. Assim, fez-se uma estimativa do período de duração de cada eixo temático levando-se em conta sua aplicação nas aulas dessas disciplinas. Porém, a questão do número de aulas para a exploração da proposta deve ser bem planejada, para não prejudicar a abordagem de outros temas previstos na grade curricular das disciplinas.

disciplinas, como História, Geografia, Sociologia e Matemática, por exemplo, no caso de se desenvolver na escola um projeto pedagógico interdisciplinar com essa temática.

Nesse sentido, Bispo (2004) alerta que, independentemente de um projeto coletivo da escola, o professor pode refletir e ousar iniciar o processo de interdisciplinaridade, na expectativa de que suas atitudes suscitarão as parcerias necessárias para um trabalho coletivo.

- Objetivos

A presente proposta tem como objetivos principais:

- Estimular hábitos sustentáveis em relação ao consumo das diversas formas de energia;
- Reconhecer as implicações sociais e ambientais de uma demanda crescente de energia pela sociedade;
- Promover auditorias energéticas no ambiente doméstico;
- Discutir as implicações financeiras do consumo exagerado de energia no orçamento familiar;
- Discutir as possíveis soluções para diminuição do consumo de energia nas residências;
- Abrir espaço para a divulgação dos “novos saberes” dos estudantes, em termos de energia, entre seus filhos, familiares, amigos e comunidade.

- Metodologia e referenciais teóricos

A presente proposta consiste em **trabalhar diretamente com os alunos**, procurando-se inserir os tópicos sobre uso racional de energia no currículo das disciplinas do Ensino Médio.

Esta proposta objetiva aproximar o estudante dos conceitos relacionados a essa temática, procurando expandir sua sensibilidade para a necessidade do uso racional dos recursos energéticos.

Apesar de encontrar maior aporte nas disciplinas Física e Química, a proposta pode ser desenvolvida com a colaboração de professores de diferentes disciplinas. No contexto dessa proposta, o aluno ganha autonomia, principalmente na exploração das atividades no computador. No entanto, todas as atividades requerem reflexão e **participação ativa do professor**.

A proposta está direcionada para a exploração de um roteiro de estudos e atividades, na forma de **mapas conceituais**, tendo como tema central a **Energia** e como referencial teórico o modelo da **Aprendizagem Significativa de Ausubel** (AUSUBEL, NOVAK E HANESIAN, 1980; AUSUBEL, 2003).

No contexto da proposta, o processo de ensino-aprendizagem é **mediado pelo uso do computador**, que tem sua utilização na modalidade EJA defendida por Bovo (2001), que afirma que seu uso auxilia esses alunos na sua qualificação para o trabalho³. Além disso, sua utilização está de acordo com a Lei das Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB, 1996), que aponta a informática aplicada à educação como um instrumento para a inovação, uma vez que se trata de uma ferramenta bastante valorizada pela sociedade e capaz de promover mudanças relevantes na qualidade do ensino. Ainda segundo a LDB, conforme já se mencionou, a informática na educação não deve ser ministrada como uma disciplina isolada, mas utilizada no contexto das diferentes disciplinas.

Os mapas conceituais desenvolvidos têm seus conteúdos enriquecidos com a inserção de diferentes **objetos de aprendizagem**, que prevêm a utilização de recursos textuais, gráficos e sonoros relacionados ao tema, que podem ser utilizados em diferentes contextos, adequando-se à abordagem dos vários aspectos da energia.

- Definição e organização dos conteúdos

Para Bovo (2001), se a educação visa ao desenvolvimento da pessoa como um todo, a dimensão pedagógica da Educação de Jovens e Adultos deverá estar voltada

³ Em geral, os alunos de EJA já estão trabalhando. No entanto, muitos deles procuram, pela escolarização, melhorar suas condições de trabalho. Nesse sentido, saber utilizar o computador é tido aqui como uma habilidade que pode auxiliar o estudante na busca por melhores empregos.

para a promoção dessa pessoa e os conteúdos devem ser selecionados a partir do universo temático dos alunos.

Tomando essa afirmação como premissa, ao se planejar os conteúdos a serem abordados por essa proposta, percebe-se a necessidade de um diagnóstico inicial que investigue o perfil sócio-econômico dos estudantes e as suas concepções sobre **eficiência energética e uso racional de energia**, bem como suas motivações para o retorno à escola⁴ e sua familiaridade com o uso do computador.

Essa investigação permite detectar possíveis falhas conceituais dos alunos em relação aos temas abordados, possibilitando o melhor planejamento de uma proposta metodológica para a sua abordagem. Ao mesmo tempo, investigando-se a intencionalidade dos mesmos ao procurarem a escolarização, procura-se melhorar a contextualização dos conteúdos, para motivar a permanência dos mesmos na escola⁵.

A necessidade desse diagnóstico inicial pode ser justificada com a afirmação de Lenzi (2003):

Tomar a Educação de Jovens e Adultos como temática não nos remete, inicialmente, só a pensar na faixa etária que caracteriza esse grupo de homens e mulheres os quais, voltam a estudar, mas também a vê-los num determinado contexto cultural. Olhar esse grupo em seu contexto exige, dialeticamente, demarcar o lugar teórico do qual se vale esse olhar, que tem como pressuposto básico a corrente histórico-cultural. Esta compreende as condições nas quais esse homem vive como determinante da própria vida e do modo de viver de cada sujeito.

No contexto dessa proposta, o diagnóstico inicial deverá ser feito com a aplicação de um ou mais questionários. A opção pela forma impressa ou eletrônica de tais questionários deverá ficar a critério do aplicador.

Sugere-se que tais questionários sejam respondidos durante o horário das aulas, evitando, dessa forma, acúmulo de tarefas para o aluno trabalhador.

⁴ Em geral, na modalidade EJA encontram-se alunos que, por motivos diversos, deixaram de estudar há alguns anos.

⁵ A evasão escolar na modalidade EJA, em geral, é alta. Na sua experiência como docente dessa modalidade de ensino e baseando-se em relatos dos alunos em sala de aula, a autora desse trabalho tem observado que são diversas as causas para essa evasão, que vão desde a impossibilidade de frequência do aluno devido a turnos de trabalho diferenciados e/ou problemas domésticos, até a falta de contextualização dos conteúdos abordados nas diferentes disciplinas e que conduzem os estudantes à pergunta “quando e onde vou usar o que estou aprendendo?”.

Na definição dos conteúdos também é importante levar em consideração que a EJA é uma oportunidade para aqueles que retomaram os estudos e cada etapa do curso deverá ser concluída em tempo reduzido. Dessa forma, é importante avaliar a organização do tempo curricular na prática pedagógica, uma vez que não há tempo para trabalhar todos os conteúdos da proposta do ensino regular, sendo necessário identificar os conteúdos mais significativos.

Para formatar essa proposta, procurou-se agrupar os conteúdos a serem abordados em três eixos temáticos, cada um deles indicado para um Termo⁶ da modalidade EJA do Ensino Médio, conforme mostrado no quadro 5.1.

O quadro 5.1 apresenta também os principais tópicos abordados em cada eixo temático e os principais recursos e atividades previstos para a exploração de cada um deles.

⁶ A modalidade EJA é dividida em três etapas, denominadas termos. Cada termo, com duração de um semestre letivo, corresponde a uma série (de um ano letivo) do ensino regular. No caso do Ensino Médio, a modalidade EJA é composta de três termos.

Quadro 5.1: Organização dos tópicos que compõem a proposta de educação em energia

EIXO TEMÁTICO	TEMA	INDICAÇÃO	PRINCIPAIS TÓPICOS	PRINCIPAIS RECURSOS/ATIVIDADES
1	A Energia, o meio ambiente e a sociedade	1º Termo de EJA do Ensino Médio	- O conceito de energia, suas diversas formas e seus processos de transformação - Por que economizar energia? - Princípio da Conservação da Energia - Histórico do consumo de energia pelo Homem e Impactos da produção e do uso da energia pela sociedade	- Exploração do Mapa conceitual - Objetos de aprendizagem: simulação interativa, apresentações em <i>PowerPoint</i>, vídeo de curta duração - Registro fotográfico - Apresentação do registro fotográfico
2	Uso racional da água	2º Termo de EJA do Ensino Médio	- Distribuição da água no mundo - O ciclo da água - A questão da qualidade da água e estação de tratamento - Como economizar água no ambiente doméstico?	- Exploração do Mapa conceitual - Exploração dos Objetos de aprendizagem: imagem, simulação interativa, apresentações em <i>PowerPoint</i>, vídeo de curta duração - Análise da conta de água - Construção de gráficos
3	Uso racional de energia elétrica	3º Termo de EJA do Ensino Médio	- O que é e de onde vem a energia elétrica? - O que são conversores de energia? - Potência elétrica e eficiência energética - Como economizar energia elétrica nas residências?	- Exploração do Mapa conceitual - Exploração de Objetos de aprendizagem: simulação interativa, apresentações em <i>PowerPoint</i>, vídeo de curta duração. - Análise da fatura de energia elétrica - Construção de gráficos

A figura 5.1 apresenta a seqüência didática sugerida para a exploração de cada eixo temático e sugere que a exploração de cada um deles deva se iniciar com uma breve discussão, no ambiente da sala de aula, sobre o tema central em questão.



Figura 5.1: Seqüência didática sugerida para a exploração de cada eixo temático.

Todos os eixos temáticos apresentam um **caráter investigativo** na abordagem dos seus conteúdos. Para tanto, uma pergunta contextualizada é sugerida no início de cada eixo e deverá orientar o debate inicial.

Como os alunos muitas vezes se perguntam o porquê de se estudar um determinado assunto, essa pergunta também poderá ser usada, no contexto do debate, para se introduzir o tema a ser estudado e para se destacar suas importantes aplicações no dia-a-dia das pessoas.

Além disso, essa discussão deverá estimular os estudantes a apresentarem suas concepções sobre o tema, o que poderá orientar o professor na evolução dos assuntos relacionados a essa temática, uma vez que considera as idéias prévias dos alunos, denominadas por Ausubel, conforme mencionado anteriormente, de conceitos **subsunçores** ou conceitos âncoras, fundamentadas no senso comum e nas experiências

vivenciadas por eles no cotidiano. Espera-se, dessa forma, que o estudante possa estabelecer relações entre o seu senso comum e o conhecimento científico.

Discussões dessa natureza estão de acordo com as orientações curriculares da Secretaria de Estado da Educação para o professor de EJA, que propõem uma metodologia voltada para aulas dialogadas, que possam remeter o estudante a uma atitude de investigação.

Por outro lado, a discussão desses conceitos também deverá permitir aos estudantes confrontarem suas concepções. Segundo Teixeira (2008), trocas de informações e experiências entre os estudantes são de extrema importância, pois fornecem subsídios para a construção coletiva do conhecimento.

A apresentação dos mapas conceituais procura informar, já no início de cada eixo temático, o que os alunos deverão aprender em cada um deles. Assim, o mapa conceitual procura **organizar os conceitos e estabelecer relações entre eles** para a posterior realização das atividades no computador e das tarefas propostas. Todos os mapas conceituais pertencentes a essa proposta metodológica foram desenvolvidos com a utilização do software *CmapTools*.

Espera-se, dessa forma, colaborar para que as concepções que os alunos trazem consigo possam interagir com as novas informações, servindo de base para a construção de novos significados. Moreira (2005), exemplifica a atribuição de novos significados ao conceito de conservação de acordo com a teoria de Ausubel. Segundo ele, esse conceito tem sua aquisição diferenciada em ciências: à medida que o aprendiz vai aprendendo significativamente o que é conservação da energia, conservação da carga elétrica, conservação da quantidade de movimento, o subsunçor “conservação” vai se tornando cada vez mais elaborado, mais diferenciado, mais capaz de servir de âncora para a atribuição de significados a novos conhecimentos. Este processo característico da dinâmica da estrutura cognitiva chama-se, como já foi mencionado, **diferenciação progressiva**.

Cada eixo temático tem seu conteúdo complementado com a realização de **tarefas específicas**. Os estudantes deverão utilizar o que foi aprendido na execução dessas tarefas.

A discussão dos seus resultados possibilita uma melhor avaliação pelo professor, podendo orientá-los na continuidade da aplicação da proposta. A discussão de resultados possibilita também uma auto-avaliação dos alunos, especialmente no que diz respeito às dificuldades encontradas para a realização das tarefas.

5.2 Descrição dos eixos temáticos

Esta subseção apresenta uma descrição detalhada dos conteúdos e atividades de cada eixo temático desta proposta.

5.2.1 Eixo temático 1: A energia, o meio ambiente e a sociedade

➤ Objetivo geral

A exploração desse eixo temático tem como objetivo geral:

“Discutir o conceito de energia e as implicações ambientais e sociais decorrentes do seu uso”.

Nesse momento em que o mundo está vivenciando situações consideradas decisivas no tocante ao uso racional de energia, torna-se necessário uma mudança de postura das lideranças políticas e conscientização da população da necessidade de se buscar um desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, a exploração desse eixo temático deve se iniciar com uma breve discussão, no ambiente da sala de aula, sobre o conceito de energia e as implicações da sua utilização, estimulando os estudantes a apresentarem suas concepções sobre o tema. Para tanto, sugere a seguinte questão inicial:

O que é energia e qual a sua importância na nossa vida?

➤ Objetivos e conteúdos específicos

O quadro 5.2 ilustra os objetivos específicos e os principais conteúdos a serem abordados em cada tópico do eixo temático “Energia, meio ambiente e sociedade”.

Quadro 5.2: Objetivos e conteúdos específicos do eixo temático “Energia, meio ambiente e sociedade”.

TÓPICO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PRINCIPAIS CONTEÚDOS	OBJETOS DE APRENDIZAGEM
O conceito de energia	- Criar subsídios para o entendimento do conceito - Discutir a importância da energia para a vida.	- O que é a energia?	
As diversas formas da energia e processos de transformação	- Apresentar algumas das formas sob as quais a energia se manifesta - Discutir processos de transformação de energia e suas limitações	- Energia que vem do sol - Energia das águas - Energia dos alimentos - Energia elétrica - Energia dos combustíveis - As transformações de energia no cotidiano e suas limitações	- Vídeo sobre os diversos tipos de energia e suas transformações (obtido da <i>Internet</i>) - Apresentação em <i>PowerPoint</i> sobre a fontes de energia renováveis e não-renováveis (desenvolvida pela autora desse trabalho)
Princípio da Conservação	- Perceber que a energia não se cria nem se perde, mas se transforma e as limitações nos processos reais de transformação - Criar justificativas para o uso racional de energia	- Energia mecânica - Energia cinética - Energia potencial - Dissipação e conservação - Força e coeficientes de atrito - Leis da Termodinâmica	- Simulação Interativa sobre a conservação da energia mecânica na descida de uma criança de um tobogã (desenvolvida pelo NOA- UFPB) - Mapa conceitual secundário (desenvolvido pela autora deste trabalho)

Quadro 5.2: Objetivos e conteúdos específicos do eixo temático “Energia, meio ambiente e sociedade”(continuação).

TÓPICO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PRINCIPAIS CONTEÚDOS	OBJETOS DE APRENDIZAGEM
Histórico do consumo de energia pelo Homem	Entender que o crescimento da população e a urbanização demandam maior quantidade de energia	A evolução dos usos da energia desde a descoberta do fogo	- Apresentação em <i>PowerPoint</i> sobre a evolução do consumo de energia pelo homem (desenvolvida pela autora deste trabalho)
Impactos da produção e do uso da energia pela sociedade	Entender os impactos de uma crescente demanda de energia pela sociedade	- Problemas ambientais como efeito estufa e chuva ácida	
Uso racional da energia: por que economizar?	- Criar motivações para o uso racional de energia	- Motivações para uso racional de energia - Racionar e/ou racionalizar - Dicas para economizar energia no ambiente doméstico	

➤ Mapa conceitual e atividades no computador

Após a discussão inicial, com a apresentação dos objetivos, sugere-se a apresentação do mapa conceitual ilustrado na figura 5.2.

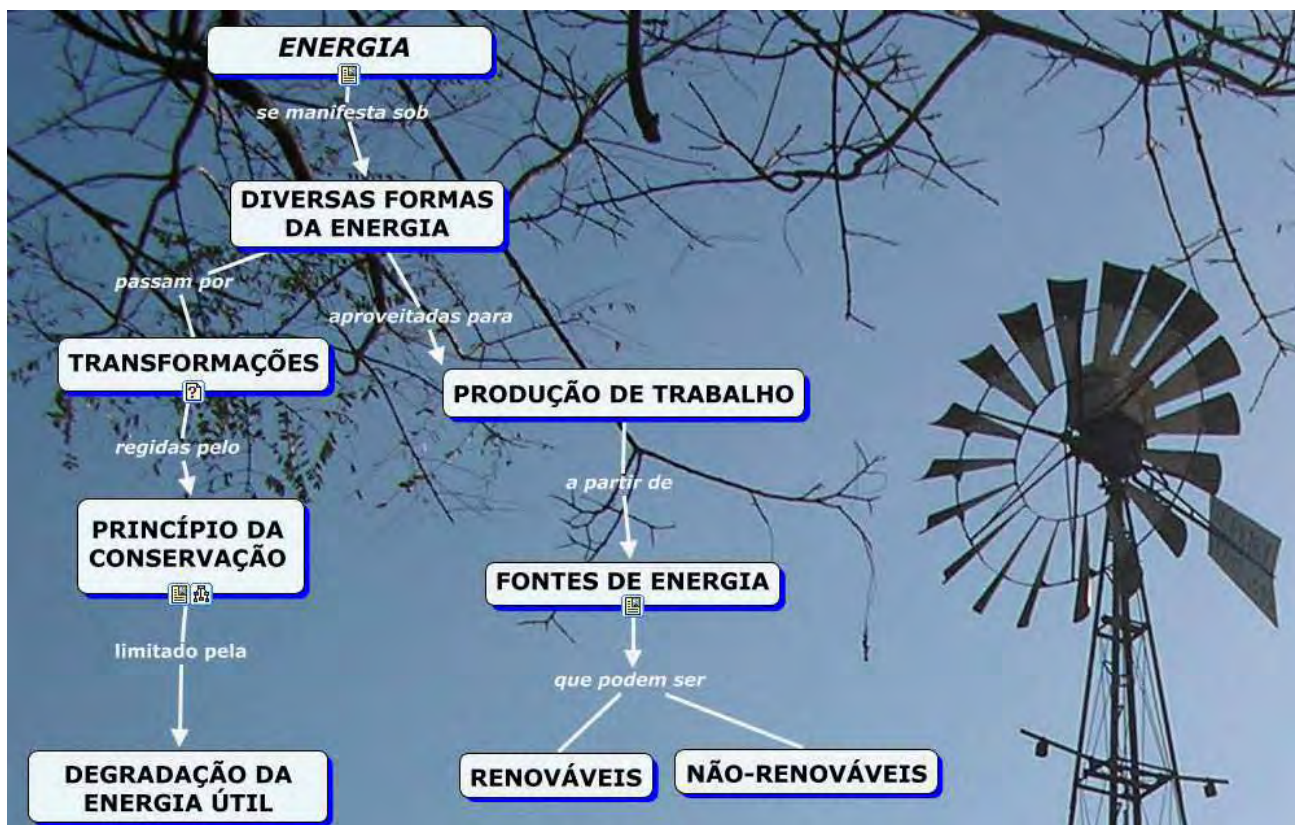


Figura 5.2: Mapa conceitual principal do eixo temático “Energia, meio ambiente e sociedade”.

O mapa conceitual proposto na figura 5.2 traz como conceito mais inclusivo a energia.

Clicando no ícone  sobre o conceito ENERGIA, o aluno poderá acessar uma apresentação no formato *PowerPoint*. Essa apresentação traz uma breve discussão sobre o conceito de energia e um breve histórico do seu consumo pelo Homem. Com pouco texto, a exploração da apresentação cria subsídios para o estudo do tópico e proporciona ao aluno compreender a capacidade do homem de promover modificações no ambiente em que vive a fim de suprir suas próprias necessidades.

O ícone sobre o conceito TRANSFORMAÇÕES dá ao usuário acesso a um vídeo de curta duração, obtido da *Internet*, que trata dos diversos tipos de energia e das transformações sofridas por ela. O vídeo aborda situações cotidianas em que ocorrem

transformações entre os diversos tipos de energia. A exploração do vídeo permite a abordagem do conceito de energia por meio de exemplos do cotidiano e fazer relações entre as diversas formas nas quais a energia pode se manifestar.

Moran (2002) defende o uso do vídeo, afirmando que este desempenha um papel educacional relevante, transmitindo informações, modelos de comportamento, linguagens coloquiais e multimídia e também privilegiando alguns valores.

Clicando no ícone  sobre o conceito PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO, o usuário poderá abrir uma simulação de um movimento de uma criança ao longo de um tobogã, tendo como foco a conservação da energia mecânica do sistema. Essa simulação foi desenvolvida pelo Núcleo de Construção de Objetos de Aprendizagem (NOA) da Universidade Federal da Paraíba⁷.

A exploração dessa simulação requer a utilização de um software específico, denominado *Modellus*, que, assim como o *CmapTools*, é de livre distribuição e seu *download* pode ser feito gratuitamente⁸.

A figura 5.3 mostra a tela inicial da simulação em questão.

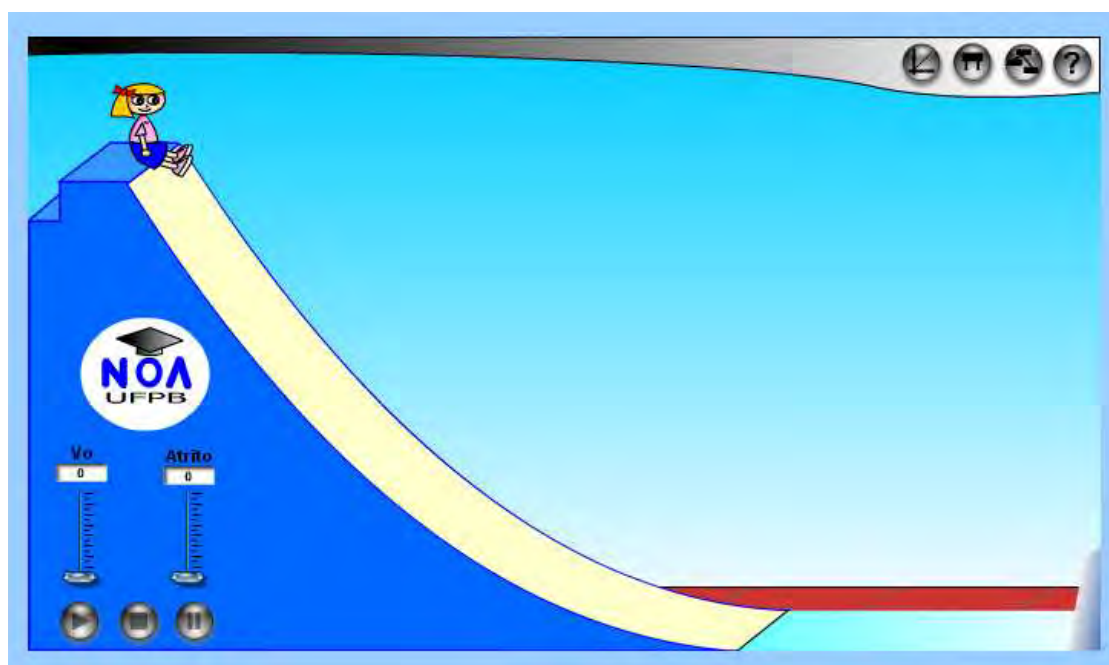


Figura 5.3: Tela inicial da animação sobre conservação da energia mecânica (desenvolvida pelo NOA – UFPB).

⁷ O *download* desta simulação pode ser feito a partir do endereço: < <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/>>.

⁸ Pode ser acessado através do link: < <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/port/modellus.htm>>.

Por meio dessa animação interativa, o usuário poderá controlar os valores da velocidade inicial da criança (no topo do tobogã) e o valor do coeficiente de atrito entre a superfície da rampa e a criança.

Para essa escolha, o professor deverá discutir a questão do atrito por contato entre superfícies, pois a força de atrito é uma força que está presente em praticamente todos os momentos do cotidiano, devendo-se considerar também que grande parte das superfícies, até mesmo aquelas consideradas polidas, apresentam algum grau de rugosidade, quando consideradas escalas microscópicas. Nesse sentido, o professor deverá explicar o significado do coeficiente de atrito como uma característica particular de cada par de superfícies, e que irá depender de diversos fatores como o grau de rugosidade das superfícies em contato, a velocidade relativa entre as superfícies, entre outros. O professor também deverá explicar que esses fatores irão influenciar no valor da energia mecânica da criança no seu movimento de descida.

A partir da escolha desses valores, o estudante poderá visualizar o movimento da criança ao longo de sua descida pelo tobogã e tem a opção de exibir um gráfico que representa as variações das energias cinética, potencial e mecânica da mesma.

Explorando essa animação, o professor deve enfatizar o significado da energia potencial gravitacional, enfatizando que o objeto possui esse tipo de energia, num determinado momento, em virtude da posição por ele ocupada (altura em relação a um referencial). Deve-se enfatizar também o significado da energia cinética, enfatizando que é um tipo de energia relacionada ao movimento do objeto (velocidade não nula, em relação a um referencial).

Conceituando esses dois tipos de energia, o professor deverá enfatizar também que a energia mecânica de um objeto em um determinado instante é a soma da energia potencial gravitacional com a energia cinética do mesmo, no instante considerado.

Feitas tais considerações e propondo aos alunos a análise do gráfico obtido, o professor poderá discutir as transformações de energia ocorridas ao longo do evento, dando ênfase à idéia de que um determinado tipo de energia poderá ser transformado em outro.

O professor poderá discutir também os conceitos de conservação e dissipação da energia no contexto da simulação. Nesse caso, quando se desce ao longo de um tobogã

sem atrito, a energia potencial gravitacional da criança é totalmente transformada em energia cinética, evidenciando uma situação na qual a energia mecânica se conserva. No entanto, quando se considera atrito entre as superfícies, parte da energia é transformada em energia térmica, que não poderá ser aproveitada, ilustrando uma situação onde há dissipação de parte da energia.

Dessa forma, criam-se condições para a discussão dos conceitos sobre TRANSFORMAÇÕES irreversíveis e DEGRADAÇÃO DA ENERGIA, que impõem limitações aos processos reais de transformação e estabelecem percentuais de aproveitamento de energia e relações de custo-benefício. Dessa forma, o professor poderá buscar justificativas para a questão “Por que devemos economizar energia?”

Um mapa conceitual secundário, mostrado na figura 5.4, pode ser acessado clicando-se no ícone  sobre o conceito PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO.

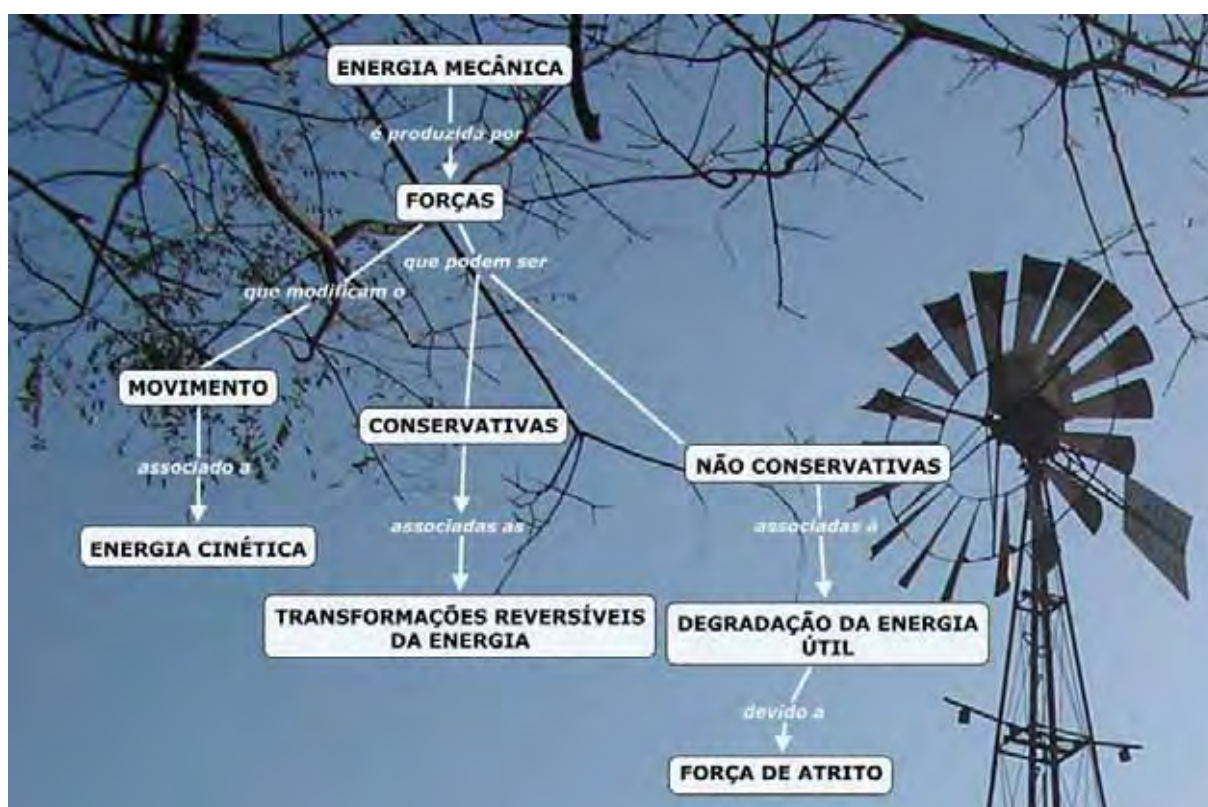


Figura 5.4: Mapa conceitual secundário do eixo temático “Energia, meio ambiente e sociedade”.

O mapa mostrado na figura 5.4, promove uma linha de raciocínio sobre a conservação da energia mecânica. A sua exploração cria subsídios para um melhor

entendimento acerca da relação entre a energia mecânica e a atuação de forças em um sistema.

O ícone  em sobre FONTES DE ENERGIA sobre o mapa principal desse eixo temático remete o usuário a uma apresentação no formato *PowerPoint*. Essa apresentação trata de FONTES RENOVÁVEIS e FONTES NÃO-RENOVÁVEIS de energia. O professor poderá explorar esses conceitos através dos exemplos apresentados, além de solicitar aos estudantes que pensem em outros exemplos que retratem a diferença entre essas fontes de energia.

➤ Proposta de tarefa para os alunos

Como tarefa para os alunos, o professor poderá sugerir o registro fotográfico de situações que evidenciam os diversos usos da energia nos diferentes setores da sociedade.

O registro fotográfico propicia a estimativa dos conhecimentos dos estudantes, de sua cultura e das suas expectativas e o valoriza como um ser social e, de acordo com Dantas (2004), configura-se como a base de uma compreensão do fenômeno da cultura, da construção do sujeito e do processo de encontro do indivíduo com os bens culturais que estão disponíveis e servem de caminho para compreender o mundo e a si próprio.

Ainda segundo Dantas (2004), a imagem veiculada em diferentes suportes entrelaça o cotidiano, revelando cenas, costumes de uma época, de uma sociedade, de uma cultura. De acordo com o autor, a partir da fotografia pode-se exercitar, experimentar, interpretar e ler imagens para construir narrativas mais diversificadas sobre o mundo, os fenômenos sociais, os sentimentos humanos e os acontecimentos cotidianos.

Por outro lado, esse registro deverá reforçar o princípio básico da reflexão, propiciando uma tomada de consciência do momento presente, para que se possa reavaliar seus comportamentos. O importante nessa proposta de atividade é que os estudantes possam produzir suas próprias imagens, podendo aprender com elas.

A partir do registro fotográfico, os alunos deverão montar uma apresentação, com o uso do computador, explicando o contexto de cada fotografia.

5.2.2 Eixo temático 2: Uso racional da água

➤ Objetivo geral

A exploração desse eixo temático tem como objetivo geral:

Sensibilizar os estudantes quanto à importância da água e a necessidade de seu consumo racional⁹.

A água, como tema gerador, tem ganhado uma atenção especial em termos de propostas de estudos, talvez pela sua abundância e distribuição no planeta, talvez pela sua proximidade do aluno ou, por fazer parte das sugestões apresentadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (QUADROS, 2004).

Sendo a água um recurso muito importante, sugere-se que a abordagem desse eixo temático se inicie com um debate, no ambiente da sala de aula, sobre a sua importância para a vida.

Para iniciar esse debate, sugere-se a questão:

Se a água é um produto encontrado livremente na natureza, por que é preciso se preocupar com a sua disponibilidade?

➤ Objetivos e conteúdos específicos

O quadro 5.3 ilustra os objetivos e os conteúdos específicos que podem ser explorados em cada tópico do eixo temático “Uso racional da água”.

⁹ Sobre a necessidade do consumo racional de água, é importante lembrar que fora do núcleo urbano, a água, em geral, vem das nascentes, o que dá outro contexto para essa questão. Nesse sentido, o eixo temático 2 foi desenvolvido tendo-se em mente sua aplicação com estudantes que residem na zona urbana. Caso a proposta seja aplicada no ambiente rural, os conteúdos desse eixo temático deverão ser adaptados para essa outra realidade.

Quadro 5.3: *Objetivos e conteúdos específicos do eixo temático “Uso racional da água”.*

TÓPICO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PRINCIPAIS CONTEÚDOS	OBJETOS DE APRENDIZAGEM
Distribuição da água no mundo	- Entender como a água está distribuída no planeta e as limitações para o seu uso diretamente da natureza.	- Distribuição da água nos biomas - Os diversos usos da água - Composição da água - Estados físicos da água	- Imagem sobre a disponibilidade da água no planeta (desenvolvida pela autora deste trabalho)
O ciclo da água	- Entender o mecanismo de formação de chuvas o papel do ciclo da água no equilíbrio dos biomas. - Compreender a necessidade de se combater a poluição da água.	- Mudanças de estado físico da água; -Etapas do ciclo da água: Precipitação, escoamento, infiltração, evapotranspiração - Tempo de residência das águas superficiais.	- Apresentação em <i>PowerPoint</i> sobre as etapas do ciclo da água e do conceito de tempo de residência das águas superficiais (desenvolvida pela autora deste trabalho)
A questão da qualidade da água	- Entender a necessidade das estações de tratamento de água e os parâmetros de qualidade da água.	- Diferenças entre água pura, água potável e água in natura - Água dura - Processo de destilação da água - Parâmetros de qualidade da água - Critérios de potabilidade da água e doenças decorrentes do consumo de água contaminada - Misturas e soluções químicas - Ácidos e bases: pH da água	

Quadro 5.3: Objetivos e conteúdos específicos do eixo temático “Uso racional da água” (continuação).

TÓPICO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PRINCIPAIS CONTEÚDOS	OBJETOS DE APRENDIZAGEM
Mananciais	- Entender a responsabilidade das pessoas na preservação dos mananciais.	- O que são mananciais e sua importância no abastecimento de água - Processo de eutrofização da água - Efeitos do derramamento de óleo na água - Ação dos detergentes na água - Tensão superficial e forças de atração e repulsão entre moléculas - Ligações químicas e polaridade das substâncias	
Estação de tratamento de água	- Entender a importância do tratamento da água e de usá-la racionalmente.	- Técnicas de separação de misturas - Processo de tratamento da água	- Vídeo sobre o funcionamento de uma estação de tratamento de água e as etapas desse tratamento (obtido da <i>Internet</i>)
Como economizar água nas residências?	- Identificar os fatores que compõem a cobrança da água e analisar padrões de consumo. - Entender a importância de se combater vazamentos. - Propor maneiras de se promover a economia de água nas residências.	- Entendendo a conta de água - Conversão entre unidades de volume - Cálculo de médias aritméticas simples e desvios em relação à média - Representação de dados de consumo de água por meio de gráficos	- Simulação interativa sobre consumo de água nas residências (desenvolvida pela SABESP)

➤ Mapa conceitual e atividades no computador

Após essa exposição de idéias, sugere-se a apresentação do mapa conceitual abordando o tema, seguido de explicações de cada uma de suas etapas.

O mapa conceitual sugerido para o eixo temático “uso racional da água” está mostrado na figura 5.5.

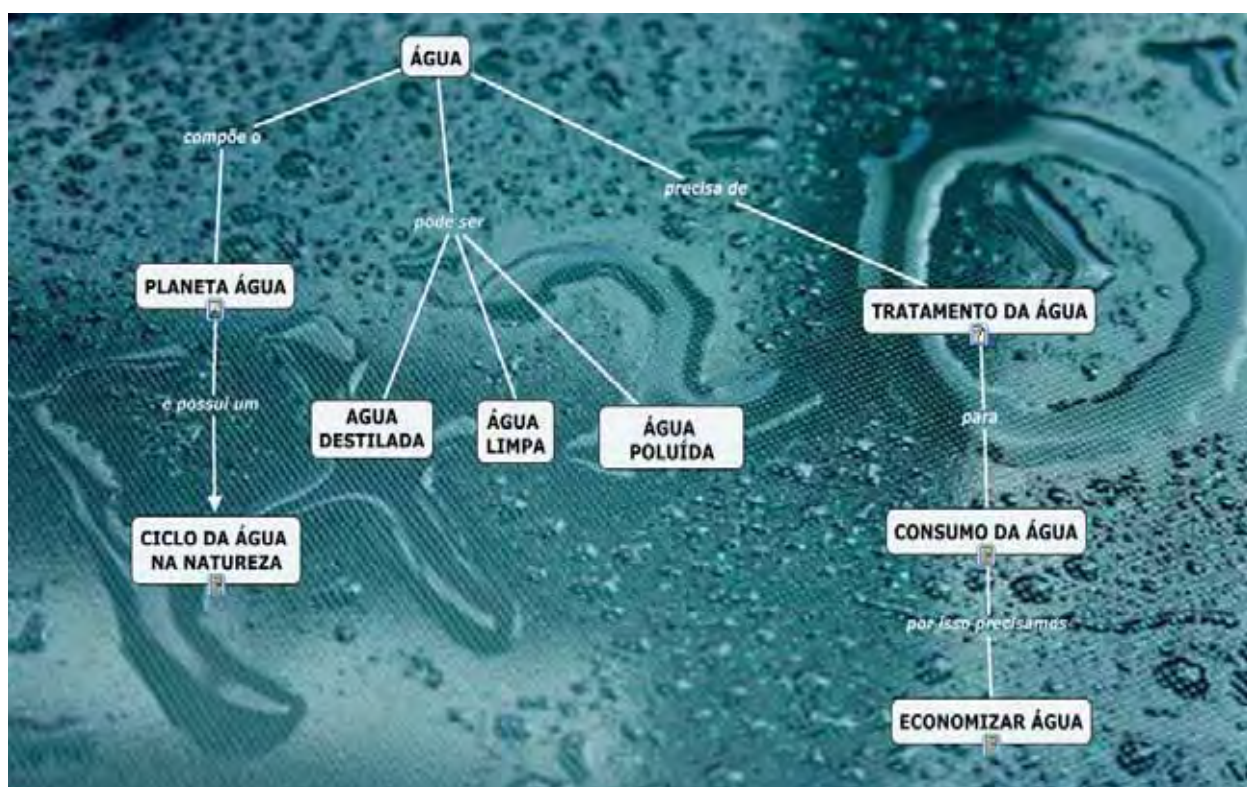


Figura 5.5: Mapa conceitual do eixo temático “Consumo racional da água”.

O mapa conceitual apresentado na figura 5.5 trata de importantes conceitos como a distribuição da água no planeta, o ciclo da água na natureza, a qualidade da água e a necessidade de se implantarem estações de tratamento de água nas cidades, enfatizando a necessidade do seu uso racional e propondo maneiras de se economizar água no ambiente doméstico.

O ícone , sobre o conceito PLANETA ÁGUA, dá acesso a uma imagem que ilustra a disponibilidade da água, enfatizando que a maior parte da água disponível no planeta está na forma sólida ou no mar, estando, dessa forma, imprópria para o consumo direto, enfatizando, mais uma vez, a necessidade de seu consumo racional.

Clicando no ícone  sobre o conceito CICLO DA ÁGUA NA NATUREZA, tem-se acesso a uma apresentação desenvolvida em *PowerPoint* que trata das etapas desse ciclo e do conceito de tempo de residência das águas superficiais. Ao tratar desse conceito, o enfoque dado nessa proposta é a de que os processos de mudanças de estado físico demandam energia, sendo o sol a sua principal fonte.

Com o entendimento do ciclo da água na natureza, torna-se mais fácil para os estudantes entenderem a importância de se conservarem os mananciais e por meio da compreensão do conceito de tempo de residência, pode-se compreender melhor a necessidade de não se poluírem as águas superficiais.

Explorando a questão da necessidade de se evitar a poluição das águas, o professor poderá, conforme o mapa da figura 5.5, discutir com os alunos os conceitos de ÁGUA DESTILADA (água pura) e ÁGUA POTÁVEL ou ÁGUA LIMPA (considerando-se os critérios de potabilidade da água), mostrando suas diferenças em relação à água “in natura”.

O professor poderá abordar também a questão do oxigênio dissolvido na água como um parâmetro de sua qualidade. Nesta abordagem, pode-se discutir o processo de eutrofização, seja ele natural ou como resultado das atividades humanas, a partir da grande concentração de nutrientes na água, especialmente o azoto e o fósforo, fazendo crescer plantas aquáticas e algas e impedindo a penetração da luz até as zonas mais profundas. O aumento da temperatura da água e a conseqüente diminuição da concentração de oxigênio nela dissolvido também podem ser abordados pelo professor. Os impactos negativos desses processos para os ecossistemas aquáticos também podem ser discutidos nessa abordagem.

Estabelecendo relações entre o ciclo da água e a sua distribuição do planeta, o professor deverá enfatizar que o balanço hídrico de uma determinada região tende a se manter, mas que devido ao uso que a população faz dessa água, torna-se necessário controlar este uso, uma vez que qualquer atividade humana, inclusive o uso da energia, provoca alterações no ciclo natural da água, devido a fatores como mudanças climáticas, por exemplo.

Quanto à questão da poluição da água, o professor poderá fazer uma abordagem de como o óleo de “fritura” é altamente poluente e, por isso, não deve ser descartado

na rede de esgoto ou no solo, enfatizando que existem outros destinos para esse óleo, como a fabricação de sabão e biodiesel, por exemplo. O professor poderá abordar ainda os impactos ambientais decorrentes da ação dos detergentes na água, em casos de limpeza de derramamentos de óleo, por exemplo. Nesse contexto, o professor poderá explicar que agentes como os fosfatos, aparecem em, praticamente, todas as fórmulas de detergentes e sabões. Como os fosfatos atuam como adubo para plantas aquáticas e algas, o professor poderá relacionar a ação dos detergentes com o processo de eutrofização das águas e outros danos causados ao meio ambiente.

Sobre o conceito TRATAMENTO DA ÁGUA, no ícone , o estudante terá acesso a um vídeo sobre o funcionamento de uma estação de tratamento de água (ETA) e as etapas desse tratamento: represamento, filtração, cloração, tratamento químico, decantação e filtração. O vídeo, de aproximadamente 7 minutos, é parte de uma teleaula de Química¹⁰ do Novo Telecurso¹¹. Além de abordar o funcionamento de uma ETA, o vídeo faz também uma abordagem rápida do ciclo da água da natureza e procura enfatizar que a água subterrânea não é suficiente para atender as necessidades humanas, justificando o tratamento da água dos rios.

Clicando-se no ícone  sobre o conceito CONSUMO DE ÁGUA, o estudante é direcionado para a página eletrônica da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP)¹², tendo acesso a uma simulação do consumo de água nas diferentes atividades diárias, dentro do ambiente doméstico.

A figura 5.6 ilustra a tela inicial da simulação interativa disponibilizada a partir do mapa conceitual desse eixo temático.

Nessa animação interativa, o estudante pode escolher o ambiente residencial que deseja explorar: casa ou apartamento.

¹⁰ Pode ser acessado pelo endereço eletrônico < <http://www.youtube.com/watch?v=QLp-MTyslnU>>.

¹¹ Nas décadas de 1990 e 2000, o projeto era conhecido como “Telecurso2000”. No final da década de 2000 o projeto passou por reformulações, com atualização de disciplinas, informações e conceitos, recebendo o nome de “Novo Telecurso”.

¹² A simulação, a partir da página eletrônica da SABESP, pode ser acessada a partir do seguinte endereço eletrônico: < <http://www.sabesp.com.br/Calandraweb/animacoes/index.html>>. A mesma simulação também pode ser acessada em: <http://princenews.net/externas/simulacao_agua.html>.



Figura 5.6: Tela inicial do simulador de consumo de água no ambiente residencial desenvolvido pela SABESP.

Clicando-se sobre CASA, o estudante poderá escolher o ambiente da casa que deseja analisar, conforme mostrado nas figuras 5.7 e 5.8.



Figura 5.7: Tela do simulador desenvolvido pela SABESP de consumo de água numa casa.



Figura 5.8: Simulação do consumo de água na cozinha de uma casa.

Manipulando a simulação, por meio do *mouse*, o estudante poderá selecionar o equipamento que desejar e, preenchida uma caixa de diálogo, como a mostrada na figura 5.8, o simulador mostrará os consumos diário e mensal de água do(s) equipamento(s) selecionado(s), em m^3 . O mesmo poderá ser feito escolhendo-se a opção apartamento.

O professor poderá explorar como é feita a distribuição de água em prédios, confrontando com o abastecimento de uma casa.

Para facilitar a compreensão do volume consumido, sugere-se que o professor explore a relação entre as unidades m^3 e *litros*.

➤ Proposta de tarefa para os alunos

A tarefa proposta nessa atividade consiste numa análise da conta de água, por meio do uso de conceitos de Estatística para organização e apresentação adequadas de dados.

Para a realização dessa tarefa, o professor poderá solicitar aos alunos que tragam a conta do mês atual. Em geral, essas contas costumam trazer o histórico do consumo de água, em m^3 , dos últimos 12 meses. Esse histórico de consumo também poderá ser verificado na página eletrônica da companhia de distribuição de água do município.

Na exploração do conceito de volume, sugere-se, mais uma vez, que o professor faça a relação entre as unidades m^3 e *litros*.

A partir do levantamento dos dados do consumo de cada residência, deve-se solicitar que cada aluno calcule a média de consumo anual familiar, para que se possa analisar o consumo mensal da residência a partir das flutuações em torno desse valor. Essa análise deverá permitir uma reflexão do estudante sobre as causas dessas flutuações.

Como a modalidade EJA apresenta, em geral, um público bastante heterogêneo, ao se fazer a comparação dos consumos de cada família, possivelmente haverá uma disparidade. O consumo de algumas famílias deverá ser muito pequeno, enquanto o de outras apresentará valores mais elevados. O professor poderá aproveitar essa oportunidade para discutir sobre as causas dessas diferenças.

No entanto, como as famílias em questão apresentam diferentes números de pessoas, o professor deverá solicitar que se calcule o consumo mensal e o consumo médio *per capita* dessas famílias.

A partir dos dados obtidos, cada aluno deverá, com auxílio do professor, construir um gráfico que represente esses consumos, fazendo uso do computador.

Numa posterior análise do gráfico obtido, deverão ser investigadas as causas das variações do consumo em cada mês do período considerado. A partir dessas reflexões, se tornará mais fácil propor maneiras de se economizar água.

5.2.3 Eixo temático 3: Uso racional da energia elétrica

➤ Objetivo geral

A exploração desse eixo temático tem como objetivo geral:

Conscientizar os estudantes sobre a importância da energia elétrica e da necessidade de seu uso racional.

Essa ação justifica-se pelo fato da energia elétrica estar presente a todo tempo ao nosso redor. Grande parte dos aparelhos e equipamentos que fazem parte de nosso dia-a-dia requer energia elétrica para seu funcionamento, permitindo a execução de diferentes funções como iluminar, aquecer, resfriar, centrifugar, triturar, emitir sons e imagens, e assim por diante. Que processos e fenômenos ocorrem no interior dos aparelhos para que uma mesma energia elétrica proporcione tantos efeitos diferentes? A compreensão desses fenômenos é indispensável para possibilitar o uso adequado, eficiente e seguro de aparelhos e equipamentos, além de condições para analisar, fazer escolhas e otimizar essa utilização (PCN+, 2002).

Para a exploração do eixo temático sobre a energia elétrica (eixo temático 3), sugere-se uma breve discussão inicial, no ambiente da sala de aula, sobre a importância da energia elétrica para a sociedade e também sobre a necessidade de seu uso racional.

Para iniciar esse debate, sugere-se a questão:

Por que devemos nos preocupar com o uso racional de energia elétrica em nosso dia-a-dia?

➤ Objetivos e conteúdos específicos

O quadro 5.4 ilustra os objetivos e os conteúdos específicos que podem ser explorados em cada tópico do eixo temático “Uso racional da energia elétrica”.

Quadro 5.4: Objetivos e conteúdos específicos do eixo temático “Uso racional da energia elétrica”.

TÓPICO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PRINCIPAIS CONTEÚDOS	OBJETOS DE APRENDIZAGEM
O que é e de onde vem a energia elétrica?	- Entender como se produz energia elétrica nas hidrelétricas. - Entender como a energia elétrica é distribuída. - Apresentar outras formas de se produzir de energia elétrica.	- Unidades para se expressar a energia - Produção de energia elétrica nas hidrelétricas - Transmissão da energia elétrica: tensão e potência elétrica	- Vídeo de curta duração sobre o que é a energia elétrica e como ela é produzida (obtido da <i>Internet</i>) - Mapa conceitual secundário que trata do aproveitamento da energia das águas para a transformação em energia elétrica (desenvolvido pela autora deste trabalho)
Conversores de energia	Entender o papel dos conversores de energia no consumo de energia elétrica.	- O que são conversores de energia? - Lâmpadas fluorescentes <i>versus</i> lâmpadas incandescentes: princípios de funcionamento e eficiências na transformação de energia - Chuveiro elétrico e consumo de energia - Refrigeradores e consumo de energia	- Apresentação em <i>PowerPoint</i> sobre o que são conversores de energia (desenvolvido pela autora desse trabalho)
Potência elétrica	- Investigar a potência dos equipamentos de uso doméstico e a sua participação no consumo residencial.	- Conceito de potência elétrica - Unidades de potência elétrica - Equipamentos com valores elevados de potência	

Quadro 5.4: Objetivos e conteúdos específicos do eixo temático “Uso racional da energia elétrica” (continuação).

TÓPICO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PRINCIPAIS CONTEÚDOS	OBJETOS DE APRENDIZAGEM
Eficiência energética	- Reconhecer o impacto da utilização de equipamentos antigos no consumo de energia elétrica de uma residência. - Estimular entre os estudantes a aquisição de equipamentos energeticamente mais eficientes.	- O conceito de eficiência energética - A eficiência dos principais conversores - Uso de algumas tecnologias energeticamente mais eficientes; - Selo PROCEL de eficiência energética	- Apresentação em <i>PowerPoint</i> sobre o conceito de eficiência energética e a eficiência de alguns conversores de energia (desenvolvido pela autora deste trabalho)
Como se pode economizar energia elétrica no ambiente doméstico?	- Identificar os fatores que compõem a fatura de energia elétrica. - Identificar os principais hábitos de desperdício de energia elétrica. - Propor formas de economizar energia elétrica nas residências.	- Fatura de consumo de energia elétrica - Cálculo de médias aritméticas simples e desvios em relação à média - Representação do consumo de energia elétrica por meio da construção de gráficos - Cálculo do consumo <i>per capita</i> de energia elétrica - Impactos ambientais das hidrelétricas - Aquecimento global e chuva ácida	- Simulação interativa sobre consumo de energia elétrica no ambiente doméstico (desenvolvida pela Bandeirante Energia S. A.) - Apresentação em <i>PowerPoint</i> contendo dicas de como economizar energia elétrica nas residências (desenvolvida pela autora deste trabalho) - Vídeo sobre impactos ambientais como chuva ácida e aquecimento global (obtido da <i>Internet</i>) - Fatura de energia elétrica

➤ Mapa conceitual e atividades no computador

Após o debate inicial, sugere-se a apresentação do mapa conceitual mostrado na figura 5.9, que tem a energia elétrica como conceito mais inclusivo, partindo para a exploração de outros conceitos como geração, transmissão e distribuição da mesma, conversores de energia elétrica, potência elétrica e eficiência energética.

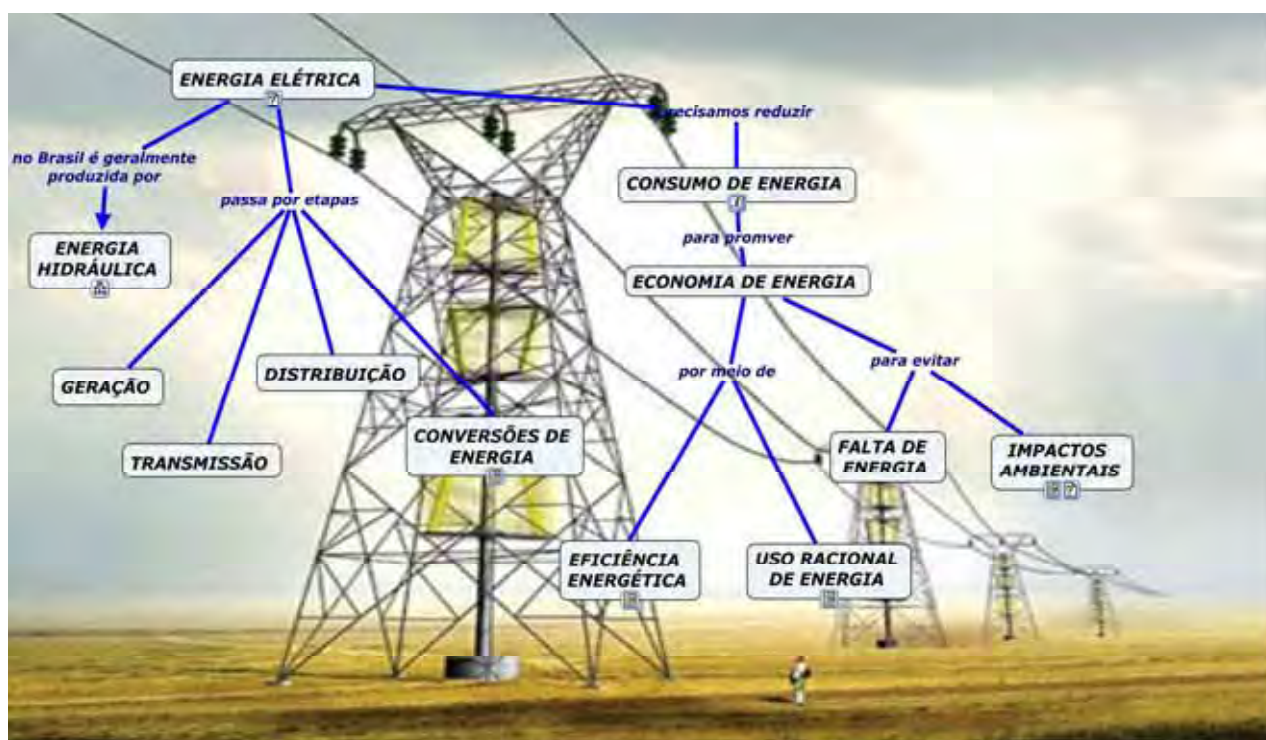


Figura 5.9: Mapa conceitual principal proposto para a exploração do eixo temático “Uso racional da energia elétrica”.

No mapa conceitual da figura 5.9, clicando em  sobre o conceito ENERGIA ELÉTRICA, o estudante pode assistir a um vídeo, obtido da *Internet*, sobre o que é a energia elétrica e como ela é produzida. O vídeo, de curta duração, aborda as formas de se produzir energia elétrica, e enfatiza a sua produção a partir das hidrelétricas, sem, contudo, deixar de explorar a sua produção a partir da energia eólica, da energia solar e das usinas nucleares.

Clicando no ícone  sobre o conceito ENERGIA HIDRÁULICA, o estudante terá acesso a um mapa secundário, ilustrado na figura 5.10, que trata do aproveitamento da energia das águas para transformação em energia elétrica.

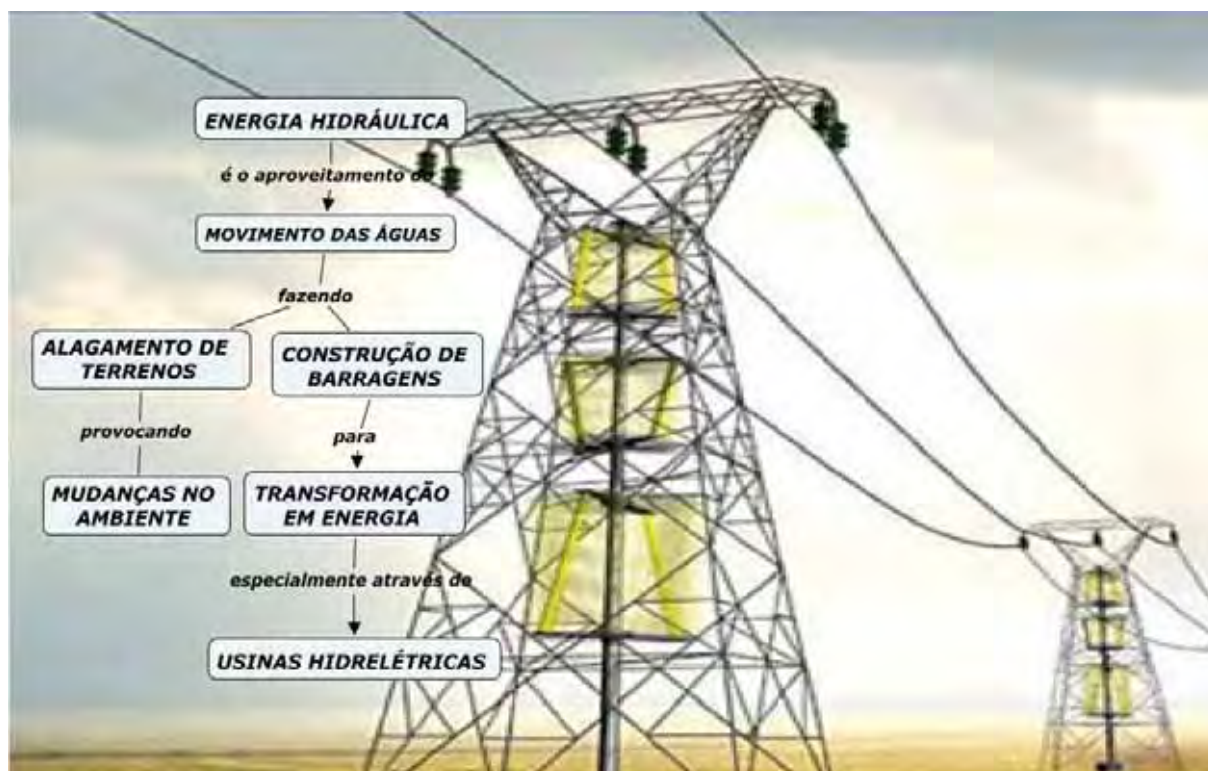


Figura 5.10: Mapa conceitual secundário para a exploração do eixo temático “Uso racional da energia elétrica”.

No mapa principal desse eixo temático, clicando-se em  sobre o conceito EFICIÊNCIA ENERGÉTICA se pode ter acesso a uma apresentação, desenvolvida pela autora deste trabalho, que trata da definição do conceito e da eficiência de alguns conversores, como as lâmpadas, por exemplo. No contexto dessa apresentação, é abordado o Selo PROCEL de Eficiência Energética.

Sobre o conceito CONVERSÕES DE ENERGIA, no ícone , disponibiliza-se uma apresentação sobre o que são conversores de energia, com alguns exemplos.

Em  sobre o conceito USO RACIONAL DE ENERGIA se disponibiliza um documento, desenvolvido pela autora deste trabalho, contendo dicas de economia de energia no ambiente doméstico

Ao clicar no ícone  sobre o conceito CONSUMO DE ENERGIA no mapa conceitual principal, o aluno terá acesso a um simulador de consumo de energia elétrica de diferentes equipamentos utilizados no ambiente doméstico. A figura 5.11 mostra a tela inicial do simulador, desenvolvido pela Bandeirante Energia S.A e obtido a partir da sua página eletrônica.

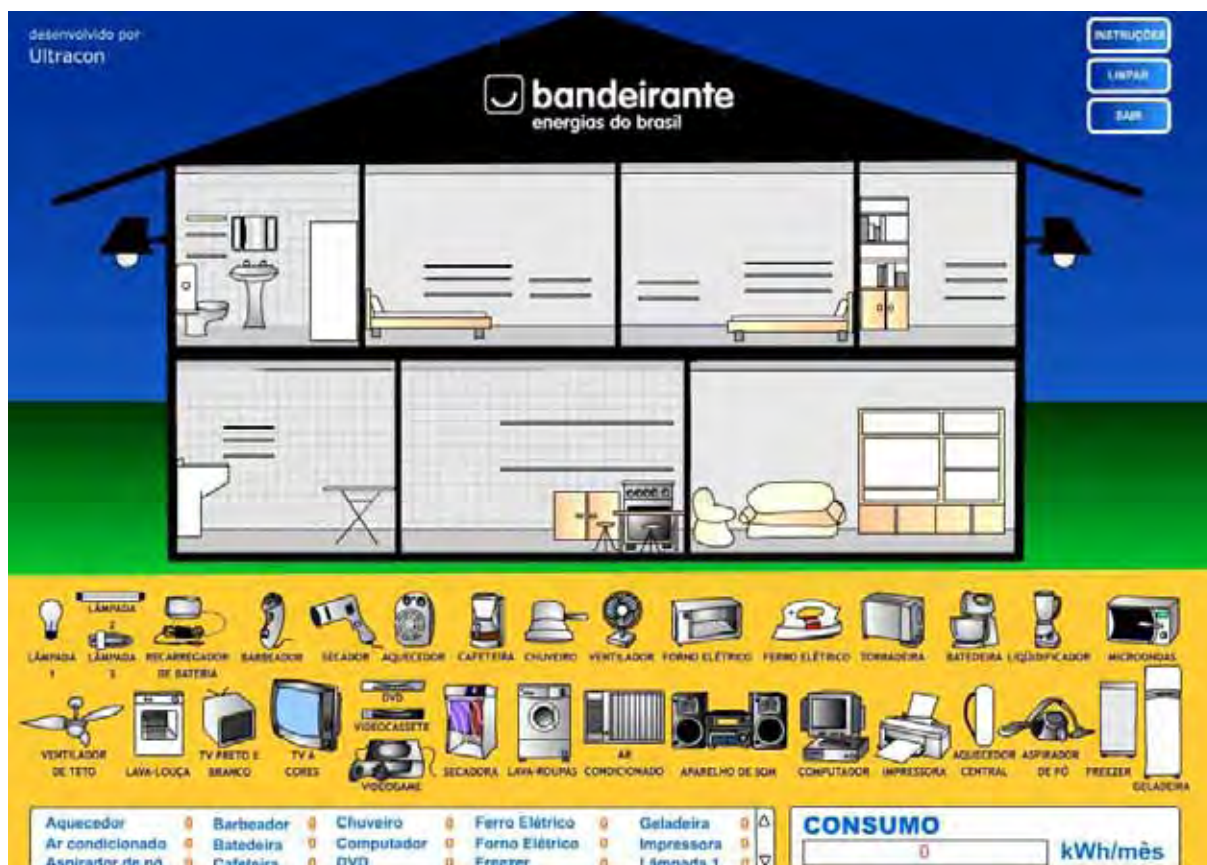


Figura 5.11: Tela inicial do simulador de consumo de energia elétrica desenvolvido pela Bandeirante S.A.

Para essa atividade, o professor deverá solicitar aos alunos que investiguem, nas suas residências, os valores de potência elétrica dos diferentes equipamentos.

Para explorar a simulação, o estudante deverá escolher os equipamentos que deseja utilizar e, na caixa de diálogo que se abre, deverá informar a potência de cada um deles, o número de dias que cada um deles é utilizado por mês e o tempo que cada um fica ligado diariamente.

Após serem preenchidas as informações solicitadas, o simulador fornecerá então o consumo mensal decorrente do uso desses aparelhos na residência, em kWh.

Comparando-se os dados fornecidos para cada equipamento, podem ser identificados os “campeões” de consumo de energia elétrica no setor residencial.

Identificados os equipamentos que mais consomem energia elétrica, o professor poderá discutir com os alunos as causas de um consumo elevado em determinados aparelhos.

Os impactos ambientais relativos ao setor energético são discutidos por meio de uma apresentação, que pode ser acessada através do ícone  sobre o conceito IMPACTOS AMBIENTAIS, no mapa conceitual principal. Um vídeo que trata de impactos como chuva ácida e aquecimento global também pode ser acessado através do ícone  sobre esse mesmo conceito. Nesse contexto, o professor poderá abordar também a questão da depleção da camada de ozônio (O₃), procurando diferenciá-la dos fenômenos do aquecimento global por efeito estufa e da chuva ácida.

➤ Proposta de tarefa para os alunos:

Essa tarefa procura explorar a fatura de consumo de energia elétrica.

Pode-se solicitar aos alunos que tragam a fatura do mês atual. Em geral, as concessionárias de energia elétrica apresentam nas faturas o histórico do consumo de energia elétrica, em kWh, dos últimos 12 meses.

Esse histórico de consumo também poderá ser verificado na página eletrônica da concessionária de distribuição de energia elétrica do município.

Como sugerido no trabalho com a conta de água, a partir da investigação do consumo de energia elétrica em cada residência, deve-se solicitar que cada aluno calcule a média de consumo anual familiar e, em seguida, o professor deverá solicitar que se calcule o consumo mensal e o consumo médio *per capita* dessas famílias.

Utilizando-se de um *software* específico, cada aluno deverá, com auxílio do professor, construir um gráfico que represente esses consumos.

A posterior análise do gráfico obtido, deverá fornecer subsídios para a identificação das causas das variações do consumo no período considerado.

Com a realização dessa tarefa o estudante poderá:

- entender o conceito de uso racional de energia;
- identificar alguns fatores que compõem a fatura de consumo de energia elétrica;
- identificar as causas de um consumo mais elevado em determinados meses do ano;
- analisar seus padrões de consumo;

- definir metas em relação à racionalização do seu consumo.

5.3 Avaliação

No contexto dessa proposta, os alunos poderão ser avaliados por meio de aplicação de questionários, dados sobre consumo de energia elétrica e água, relatórios das atividades realizadas, da frequência às aulas e das observações feitas pelos professores e alunos em sala de aula e no laboratório de informática.

O professor também poderá solicitar aos alunos que construam seus próprios mapas, mesmo que seja apenas no papel, como forma de avaliar a compreensão dos alunos sobre o tema proposto. Os temas desses mapas poderão incluir todo o assunto abordado em cada eixo temático ou apenas um tópico específico de cada um.

Como instrumento de avaliação da aprendizagem, mapas conceituais podem ser usados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno (MOREIRA, 2005).

CAPÍTULO 6 – APLICAÇÃO DA PROPOSTA: RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo discute os principais resultados da aplicação da proposta metodológica para educação em energia.

Para facilitar as análises, tais resultados foram divididos em quatro categorias: resultados da investigação do universo da EJA, resultados específicos da aplicação das atividades propostas, avaliação dos alunos sobre o trabalho desenvolvido e economia de energia no ambiente doméstico.

6.1. População investigada

A proposta metodológica para educação em energia foi aplicada junto aos alunos do Ensino Médio da modalidade EJA, de uma escola pública estadual do município de Guaratinguetá, estado de São Paulo.

A escola oferece a modalidade EJA presencial apenas para a etapa do Ensino Médio e contava, no início do primeiro semestre de 2009, com 267 estudantes matriculados nessa modalidade de ensino, divididos em seis turmas.

6.2 Amostra selecionada

Dos 267 alunos da modalidade EJA da escola, foi selecionada uma amostra inicial de 82 estudantes, matriculados no 1º Termo do Ensino Médio, no período noturno, no primeiro semestre letivo de 2009.

Os dados sobre reprovações e evasão escolar registrados no período de aplicação da proposta (fevereiro de 2009 a julho de 2010) estão mostrados na tabela 6.1.

Dos estudantes que iniciaram o Ensino Médio em fevereiro de 2009, 10% não concluíram o curso em julho de 2010 por motivos de reprovações (considerando-se todas as disciplinas) ao longo dos três semestres letivos em que esta proposta foi aplicada (primeiro e segundo semestres letivos de 2009 e primeiro semestre letivo de 2010). Foi registrado um índice de evasão escolar de, aproximadamente, 23% entre os alunos que iniciaram o curso em fevereiro de 2009.

Tabela 6.1: *Números de reprovação e evasão escolar ao longo do período de aplicação da proposta*

Amostra inicial	82 estudantes
Número de estudantes reprovados no período	8 (aproximadamente 10% da amostra inicial)
Número de estudantes evadidos no período	19 (aproximadamente 23% da amostra inicial)
Amostra final	55 estudantes (aproximadamente 67% da amostra inicial)

Da amostra inicial, 55 alunos concluíram o curso em julho de 2010, conforme mostrado na tabela 6.1.

6.3 Metodologia

A pesquisa realizada junto aos alunos da modalidade EJA contou a seguinte metodologia:

- investigação do universo da EJA, por meio da aplicação de questionários;
- aplicação da proposta metodológica, com a exploração dos eixos temáticos na sala de aula e no laboratório de informática da escola;
- avaliação dos impactos da aplicação da proposta, por meio da avaliação dos alunos sobre o trabalho desenvolvido e do acompanhamento do histórico economia de energia nas residências dos alunos, por meio do acompanhamento do histórico do consumo em suas residências.

6.4 Resultados da Investigação do universo da EJA

A investigação contemplou questões pertinentes à ciência, buscando elementos que permitam a construção de uma interface entre a pesquisa acadêmica e as escolas de Educação Básica, como subsídio à construção de uma proposta metodológica que

valorize a construção de novos saberes que valorizem a realidade social dos envolvidos.

Essa investigação permitiu detectar possíveis falhas conceituais dos alunos em relação aos temas abordados e seus resultados serviram para orientar o planejamento da aplicação da proposta metodológica, especialmente no que diz respeito à melhor contextualização dos conteúdos.

6.4.1 Metodologia da investigação e coleta de dados

A metodologia adotada para a obtenção dos principais dados dessa investigação foi a aplicação de um questionário, apresentado no ANEXO A, na forma impressa, que foi respondido durante o período das aulas.

As questões contemplaram, basicamente, os seguintes itens: perfil sócio-econômico, familiaridade com o uso do computador e concepções sobre eficiência energética e uso racional de energia.

6.4.2 Perfil sócio-econômico da amostra investigada

A tabela 6.2 apresenta uma visão geral do perfil sócio-econômico da amostra.

Tabela 6.2: *Perfil sócio-econômico da amostra investigada*

Número de alunos que iniciaram o Ensino Médio	82
Do sexo masculino	44
Do sexo feminino	38
Número de alunos que concluíram o Ensino Médio	55
Do sexo masculino	31
Do sexo feminino	24
Faixa etária	Entre 20 e 46 anos
Tempo afastado da escola	De 4 a 20 anos
Renda familiar	Até 3 salários mínimos (em média)
Número de pessoas na residência	4,2 (em média)

Os dados da tabela 6.1 e das figuras 6.1 e 6.2 revelam que a modalidade EJA possui um público bastante heterogêneo, especialmente em termos da faixa de etária e do tempo que essas pessoas se encontravam afastados da escola, o que implica em diferentes realidades sociais.

A figura 6.1 mostra os resultados da investigação das principais atividades econômicas exercidas pelos estudantes na ocasião do início do Ensino Médio.

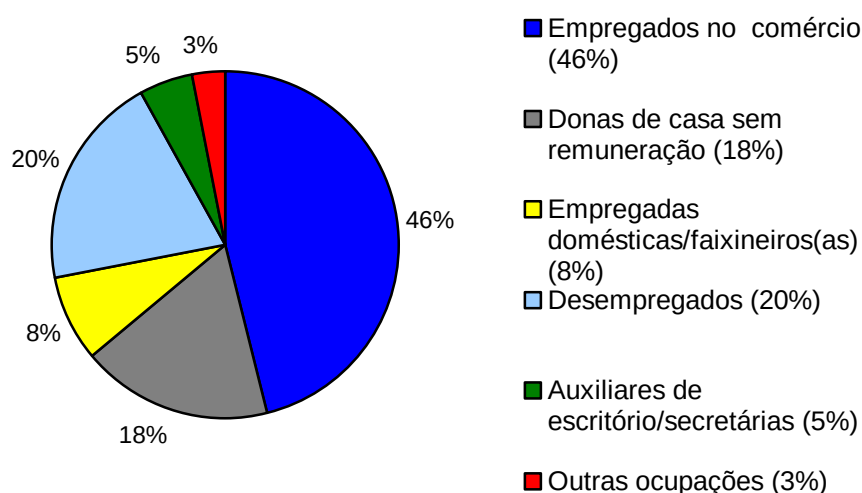


Figura 6.1: Principais atividades econômicas exercidas pelos estudantes.

A figura 6.2 ilustra a intencionalidade dos alunos dessa modalidade de ensino na busca pela escolarização.

Atenção especial foi conferida a esse item da investigação, visto que revela possíveis expectativas desses estudantes em relação aos conteúdos abordados na sala de aula, procurando-se criar motivações para a diminuição da evasão escolar e dos baixos níveis de participação dos adultos nas aulas, situações consideradas corriqueiras no universo da EJA.

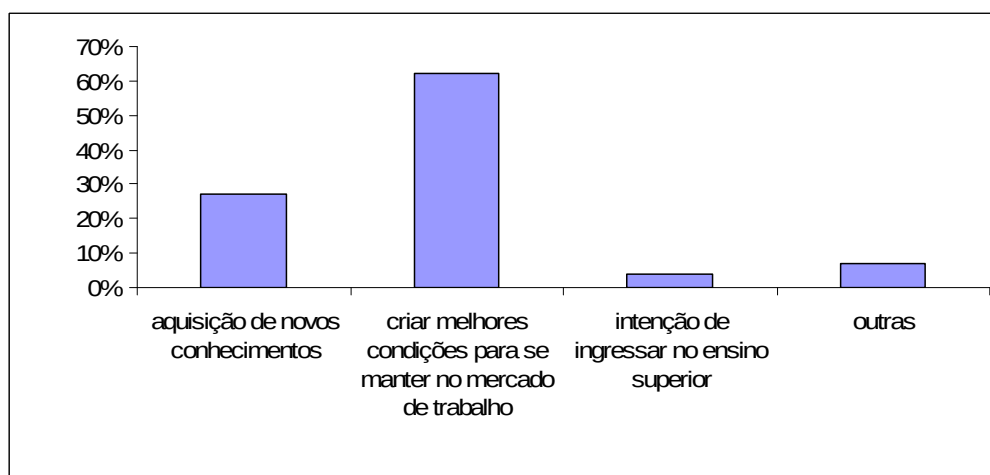


Figura 6.2: *Intencionalidade dos alunos na busca pela escolarização.*

A figura 6.2 mostra que a principal motivação dos estudantes para buscar a escolarização é criar melhores condições para se manter no mercado de trabalho, seguida da expectativa de aquisição de novos conhecimentos. Essa motivação pode ser explicada pelo aumento da exigência de mão-de-obra qualificada pelo mercado de trabalho.

Em debates promovidos na sala de aula, a expectativa de se criar melhores condições de trabalho é percebida entre os estudantes de maior faixa etária, em geral, acima de 30 anos. Essa parcela dos estudantes representa as donas de casa e/ou pais de família, em geral, bastante preocupados com a renda familiar. A expectativa da aquisição de novos conhecimentos também foi percebida entre essa parcela dos estudantes e pode ser entendida, segundo os próprios alunos, como uma necessidade de se “recuperar o tempo perdido” e/ou “não ficar para trás” em termos de conhecimento, em relação aos mais jovens.

A intencionalidade de ingresso no ensino superior foi percebida, em geral, entre os alunos de menor faixa etária (até cerca de 27 anos) e representa cerca de 4% das motivações dos estudantes em buscar a escolarização.

Cerca de 7% dos estudantes indicou a opção “outras”. Foi percebido que essa opção foi marcada por aqueles estudantes de menor faixa etária e que pararam de estudar há pouco tempo (cerca de 4 ou 5 anos). A principal justificativa dada por esses alunos para a evasão escolar no período próprio foram as reprovações sofridas no Ensino Médio regular. Nesse sentido, concorda-se com Bovo (2001), que afirma que o

grande desafio é a reconstrução de um vínculo positivo com a escola, uma vez que toda experiência que tenha sido um fracasso gera, nos jovens e adultos, uma auto-imagem negativa, levando-os à timidez, à insegurança e a muitos bloqueios.

No entanto, concorda-se ainda com outra afirmação de Bovo (2001), de que a escola é um espaço propício para se aprender a cuidar dos bens coletivos, discutir e participar democraticamente, reconhecer direitos e deveres e desenvolver a responsabilidade pessoal pelo bem-estar comum. Acredita-se que nesse contexto se encaixa a educação em energia, tendo em vista as preocupações atuais com a má distribuição da água e com os desperdícios de energia.

6.4.3 Familiaridade com o uso do computador

Este item de questões procurou avaliar a familiaridade dos estudantes com o uso do computador e também da *Internet*. Os resultados dessa pesquisa possibilitam um melhor planejamento da aplicação da proposta entre esses estudantes e, de certa forma, a direcionar as expectativas do trabalho em relação ao desempenho desses alunos com o uso da tecnologia.

A figura 6.3 mostra a familiaridade dos estudantes com o uso do computador no início do Ensino Médio.

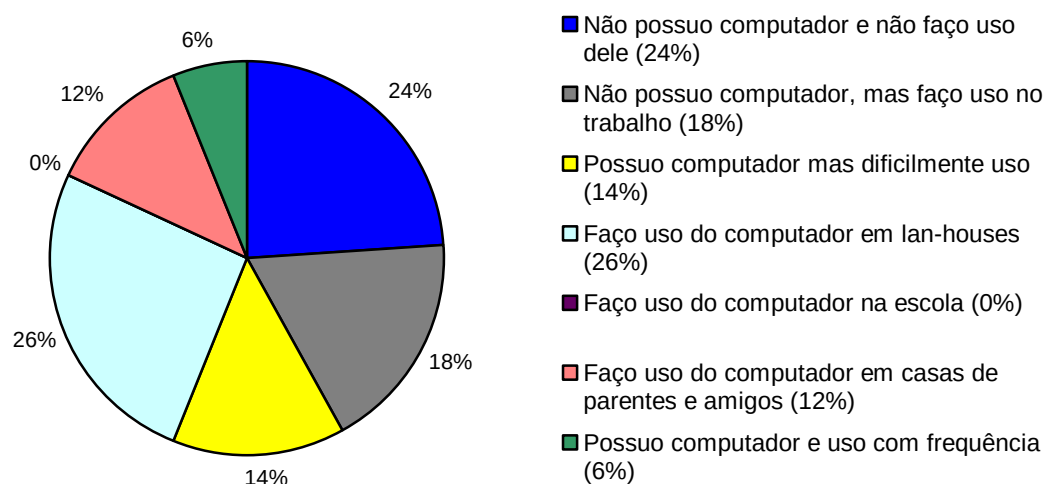


Figura 6.3: *Uso do computador entre os estudantes.*

A figura 6.3 revela que 24% dos alunos que, além de não possuírem computador em casa, não fazem uso dele. No entanto, cerca de 38% dos alunos, apesar de não possuírem o equipamento, fazem uso dele em casas de parentes e amigos e em *lan-houses*.

Nenhum aluno afirmou fazer uso do computador na escola, o que revela carência de projetos pedagógicos que façam uso dessa tecnologia.

As figuras 6.4 e 6.5 referem-se à investigação sobre a familiaridade dos alunos com o uso da *Internet* e seus objetivos entre os estudantes.

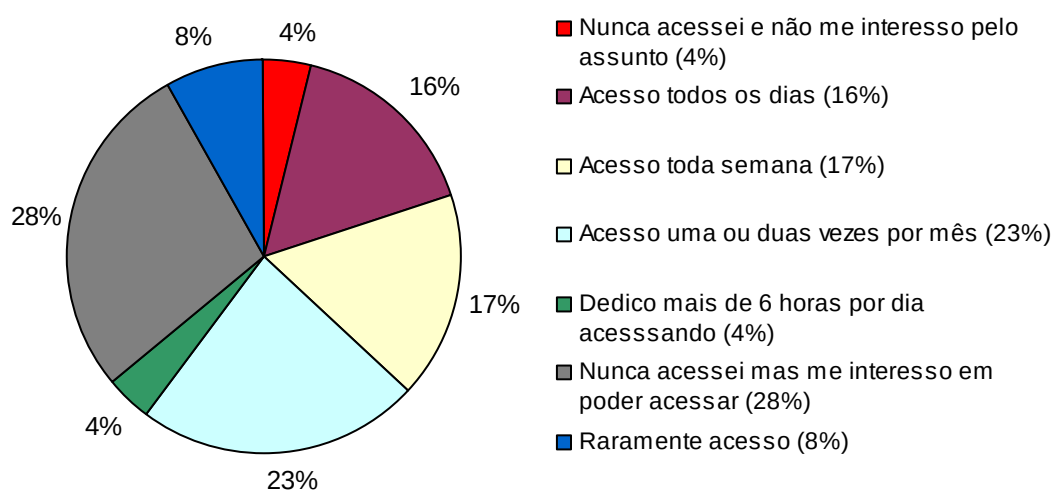


Figura 6.4: Familiaridade dos estudantes com o Uso da Internet.

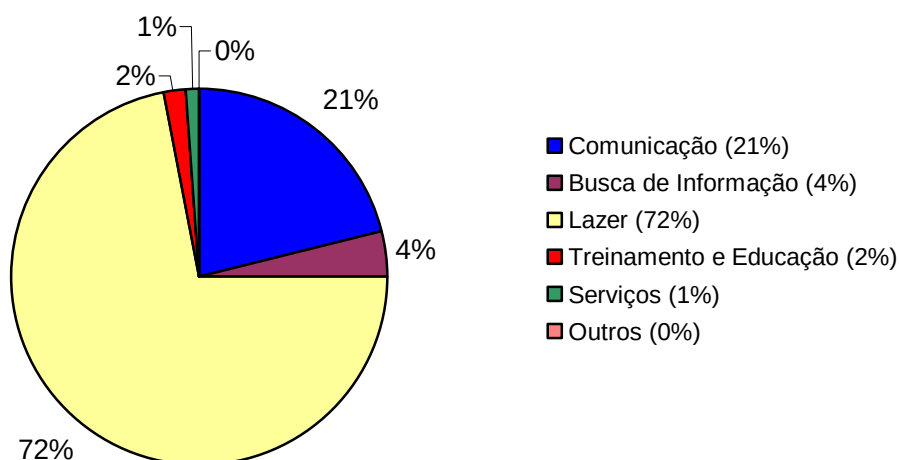


Figura 6.5: Uso da Internet e seus objetivos entre os estudantes

De um modo geral, foi possível perceber por meio de comentários feitos pelos alunos ao final do curso, que as atividades previstas nessa proposta criaram, entre os estudantes, um maior estímulo para melhorar suas habilidades com o uso do computador, tanto no que se refere ao lazer, especialmente para jogos (*on-line* ou não), participação em redes sociais e troca de mensagens instantâneas, quanto ao uso de ferramentas de busca para questões relacionadas ao universo escolar e ao cotidiano dessas pessoas. Para tanto, algumas dessas pessoas relataram a compra e/ou o desejo de adquirir um computador. Foram também obtidos relatos de pessoas que efetuaram cadastro em postos do programa “Acessa São Paulo”, para uso gratuito da *Internet*, ao mesmo tempo em que aumentou a frequência dos estudantes a *lan-houses*.

Nesse aspecto, Teixeira (2008) enfatiza que uma melhora dos alunos quanto às suas habilidades com a informática se apresenta como um recurso de grande potencial no processo de ensino-aprendizagem e grande atrativo para os alunos, em contrapartida à forma tradicional de ensino, possibilitando uma relevante evolução conceitual, importante para a mudança de comportamentos em prol da conservação de energia.

6.4.4 Principais concepções sobre eficiência energética e uso racional de energia

Este item de questões objetivou o diagnóstico sobre as concepções dos estudantes sobre eficiência energética e uso racional de energia. Nessas questões, evitou-se fazer perguntas diretas, evitando, com isso, que os alunos as interpretassem como uma argüição. Nesse sentido, procurou-se investigar a familiaridade desses alunos com as possíveis maneiras de se economizar as diversas formas de energia no ambiente doméstico. Essas questões também procuraram investigar as suas opiniões a respeito dos seus principais hábitos de consumo de energia.

Essa investigação foi feita no início e ao final do curso, com a expectativa de que se pudesse obter um número maior de subsídios para uma avaliação da aplicação dessa proposta junto ao público-alvo escolhido.

A figura 6.6 trata do nível de interesse dos estudantes por ações que objetivam a economia de energia, antes e depois da aplicação da proposta.

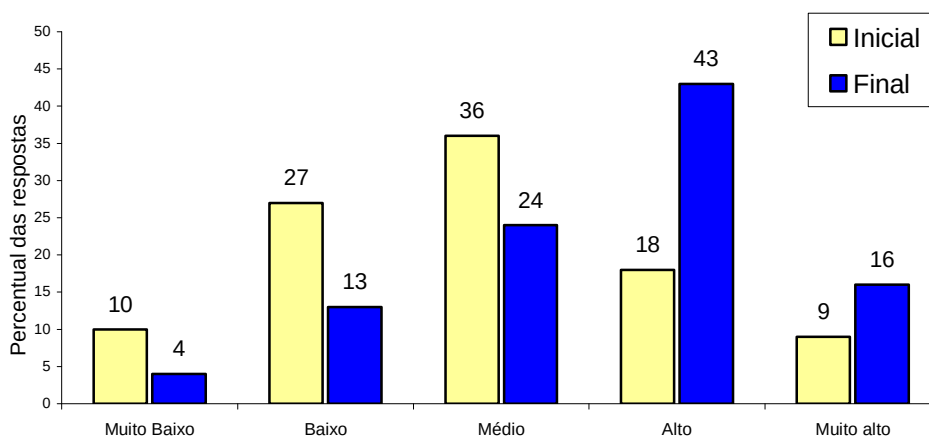


Figura 6.6: *Nível de interesse dos estudantes por assuntos relacionados à economia de energia.*

Os dados apresentados na figura 6.6 revelam relativo desinteresse dos estudantes por assuntos relacionados à economia de energia antes da aplicação da proposta, pois, aproximadamente, 36% dos alunos, consideravam ter um nível médio de interesse pelo tema, enquanto apenas 18% diziam apresentar alto interesse por esses assuntos.

Os resultados iniciais da figura 6.6 evidenciaram a necessidade de se investir no desenvolvimento de atividades educacionais que estimulassem um aumento nas motivações para a economia de energia.

A figura 6.7 apresenta as principais preocupações dos estudantes com questões referentes ao uso racional de energia, antes e depois da aplicação da proposta.

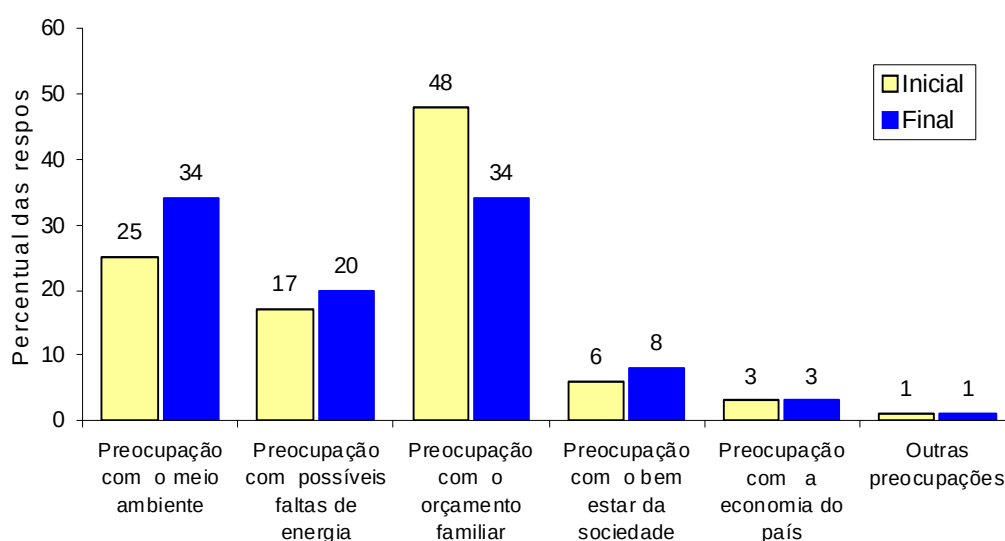


Figura 6.7: *Preocupações dos estudantes em relação ao uso racional de energia.*

Preocupações com o peso da energia na economia do país e com o bem estar da sociedade constituem a maioria das respostas na figura 6.7, que demonstra elevada preocupação por parte dos estudantes, com o “peso” do preço da energia, especialmente eletricidade, água e botijão de gás, no orçamento familiar. Essa preocupação pôde ser verificada, no cotidiano da sala de aula, principalmente entre os estudantes de faixa etária acima de 35 anos, especialmente entre as donas de casa e os pais de família. Ao final do curso, preocupações dessa ordem, embora tenham apresentado uma diminuição na incidência de respostas, ainda representam um alto percentual de respostas.

Ainda de acordo com a figura 6.7, percebe-se também um elevado percentual de respostas para as preocupações com o meio ambiente e com possíveis faltas de energia, uma vez que as questões ambientais estão cada vez mais presentes na vida das pessoas, sendo bastante tratadas pelas mídias, especialmente no que se refere ao desenvolvimento sustentável. O aumento nas preocupações ambientais relacionadas ao uso da energia pôde ser percebido nas respostas do questionário ao final do curso e também em relatos dos alunos sobre a avaliação do curso. Alguns desses relatos são apresentados na seção 6.6. Acredita-se que os trabalhos desenvolvidos durante a aplicação da proposta foram extremamente importantes para que houvesse um aumento considerável em preocupações dessa natureza, proporcionando aos alunos, através de uma aprendizagem significativa, uma visão mais crítica acerca das necessidades de se usar racionalmente a energia.

Percebeu-se um pequeno aumento nas preocupações com faltas de energia. Interrupções no fornecimento de energia elétrica, como ocorrido no final do ano de 2009, apesar de terem sido apontadas algumas falhas técnicas como suas possíveis causas, têm despertado relativa apreensão, por parte dos alunos, por possíveis “apagões”.

Preocupações com o peso da energia na economia do país e com o bem estar da sociedade constituem a minoria das respostas na figura 6.7, tanto no início quanto no final do curso, embora o estudo tenha evidenciado um ligeiro aumento da preocupação dos estudantes com o bem estar da sociedade.

Tais resultados sugerem uma grande necessidade de educação dos consumidores no que diz respeito aos benefícios de pequenas ações individuais em relação a economias significativas de energia, o que refletirá numa menor necessidade de investimentos em geração e transmissão, menor impacto ambiental, além de uma maior disponibilidade de verbas para outros setores da sociedade, como saúde, educação, transportes e segurança pública (TEIXEIRA *et al*, 2009).

A figura 6.8 trata da opinião dos estudantes sobre seus (e dos seus familiares) principais hábitos de desperdício de energia, antes e ao final da aplicação da proposta.

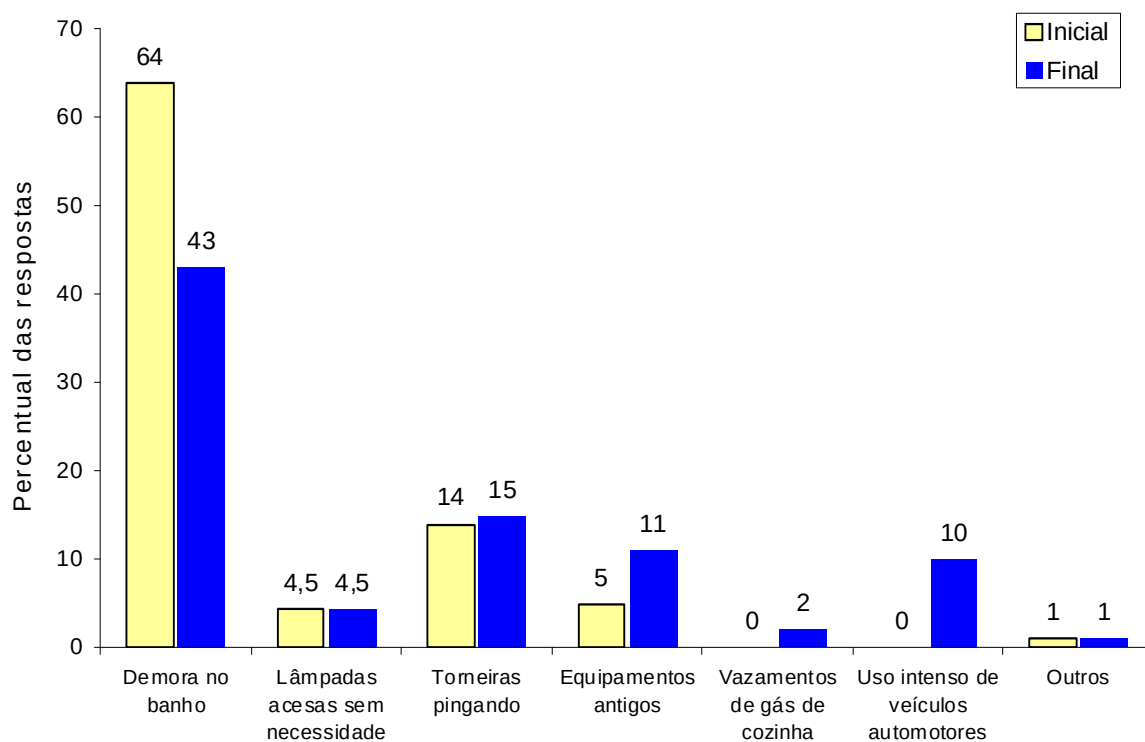


Figura 6.8: Investigação da opinião dos estudantes sobre os principais hábitos de desperdício de energia no seu ambiente doméstico, antes e depois da aplicação da proposta.

A figura 6.8 sugere que os alunos possuíam boa percepção sobre pequenos hábitos de desperdício e essa percepção aumentou ao final do curso. No entanto, a maior preocupação desses alunos é com o desperdício de energia elétrica, o que pode se perceber pela baixa incidência de respostas para desperdício de água (torneiras pingando) e nenhuma indicação de desperdício de álcool ou gasolina em veículos automotores na investigação inicial. Esse resultado também mostra que os estudantes,

em geral, não procuram relacionar o desperdício de água com o desperdício de energia elétrica, tratando essas questões separadamente. Em geral, os estudantes não costumam refletir acerca do processo originado desde a fonte primária de energia até a geração de eletricidade, fazendo-se necessária uma abordagem da água como uma fonte primária, ou seja, uma fonte de energia que existe de forma natural e pode gerar outras formas de energia, como a eletricidade, por exemplo.

De acordo com a figura 6.8, pode-se perceber, tanto no início quanto no final do curso, um alto percentual de respostas para o item “demora no banho”. Embora tenha diminuído o percentual de respostas para esse item no fim do curso, esse item ainda é o mais assinalado pelos estudantes. No entanto, uma possível explicação para a diminuição do percentual de respostas para esse item é que tenha aumentado a percepção dos estudantes para outros hábitos de desperdício em suas residências.

No início do curso, a demora no banho é tratada como uma das maiores inimigas do combate ao desperdício de energia elétrica no ambiente doméstico, seguida do item “uso de lâmpadas incandescentes e/ou acesas sem necessidade”. Ao fim do curso, embora esses percentuais tenham diminuído, tais indicações ainda apresentam maior índice de ocorrência.

A baixa incidência de respostas para o item “equipamentos antigos” na figura 6.8 revela, de acordo com Teixeira (2008) e Teixeira *et al* (2009), que a aquisição de aparelhos energeticamente mais eficientes não é percebida pelos estudantes como um modo de se reduzir os desperdícios, revelando uma falta de conhecimento do conceito de eficiência energética.

Ao final do curso, percebe-se um aumento da preocupação dos estudantes com o desperdício de energia gerado pela utilização de equipamentos com tecnologia ultrapassada, que são, em geral, energeticamente menos eficientes. Percebe-se também, nesse momento, uma maior intenção por parte dos estudantes, principalmente entre os de maior faixa etária, de trocar esses equipamentos, especialmente o refrigerador. No entanto, a maior barreira para essa substituição de equipamentos, reside no fato de que equipamentos considerados mais eficientes, como por exemplo, aqueles classificados pelo SELO PROCEL como classe A em eficiência energética, tendem, geralmente, a possuírem custos mais elevados.

Esses resultados revelam que, apesar do que foi abordado durante o curso, os estudantes ainda apresentam dificuldades em compreender que os benefícios de investimentos desse porte não poderão ser percebidos em prazos muito curtos.

Também ao final do curso é possível perceber a preocupação dessas pessoas com outras formas de energia, não mais quase que exclusivamente com a energia elétrica, como se pode observar no início do curso. Esse resultado se evidencia pela indicação de novos itens, como “uso intenso de veículos automotores” e “vazamentos em botijões de gás de cozinha e sujeira nos queimadores dos fogões”, o que revela que a aplicação dessa proposta proporcionou aos estudantes o entendimento de que as outras formas de energia são igualmente importantes comparativamente à energia elétrica e despertou a atenção dos mesmos para outros hábitos de desperdício de energia, de que antes não tinham conhecimento ou não consideravam relevantes.

Quanto às respostas sobre as suas expectativas de redução de consumo de energia dentro do ambiente doméstico, algumas respostas foram dadas em reais, em percentuais ou ainda em números de botijões de gás por mês. Nenhum aluno investigado deu a sua resposta fazendo do uso da unidade correta para representar o consumo de energia elétrica ou de água, por exemplo. Esse resultado motivou a inserção dos tópicos “fatura de energia elétrica” e “consumo mensal de água” nos conteúdos da proposta.

Além disso, dentre as pessoas que deram suas respostas em percentuais, nenhuma delas, quando argüidas verbalmente, soube explicar o significado desses percentuais em termos de padrões de consumo. Tais resultados revelaram desconhecimento e/ou dificuldade em lidar com as diferentes unidades de medida de energia, consideradas de extrema importância no contexto da Física.

6.5 Resultados específicos da aplicação das atividades propostas

A realização das atividades propostas em cada eixo temático iniciou-se com debates na sala de aula antes da exploração do material desenvolvido.

A priori, o material desenvolvido para se trabalhar com os estudantes de EJA deveria ser totalmente *on-line*. Porém, a exploração de alguns objetos anexados aos

mapas, como os vídeos, por exemplo, poderia exigir a utilização de *Internet* de alta velocidade, o que poderia ser um fator limitante para a exploração do material desenvolvido na rede pública de ensino.

Dessa forma, optou-se pela disponibilização do material em *CD-ROM*. No entanto, alguns *hiperlinks* que não necessitam de *Internet* de alta velocidade para a sua exploração, não deixaram de ser disponibilizados nos mapas.

Todos os mapas conceituais foram desenvolvidos com a utilização do *software CmapTools* versão 4.11, que foi escolhido devido às suas características peculiares, discutidas no capítulo 4 e, especialmente, por se tratar de um *software* de distribuição gratuita, eliminando problemas com licenças e viabilizando a sua instalação nos computadores da escola.

A sala de informática da escola contava com 16 computadores, o que viabilizou a realização dos trabalhos em duplas.

Esta seção apresenta os principais resultados obtidos na aplicação das atividades propostas com os alunos de EJA.

6.5.1 Resultados da apresentação da proposta aos estudantes

A apresentação da proposta aos alunos ocorreu no mês de fevereiro de 2009, quando a pesquisadora apresentou-se às salas, juntamente com o professor de Física. Nessa oportunidade, por meio de uma apresentação multimídia, foi feita a exposição da proposta para as disciplinas Física e Química, da metodologia a ser adotada nas aulas e dos objetivos e metas a serem alcançados. Também se discutiram a definição de Aprendizagem Significativa, mapas conceituais e suas fundamentações teóricas.

A proposta foi delineada com o uso do mapa conceitual apresentado na figura 6.9, tomando-se como base a afirmação de Novak (1998), de que o uso de mapas conceituais no planejamento ou na instrução de um assunto específico ajuda a fazer o conceito instrucional transparente para os estudantes.

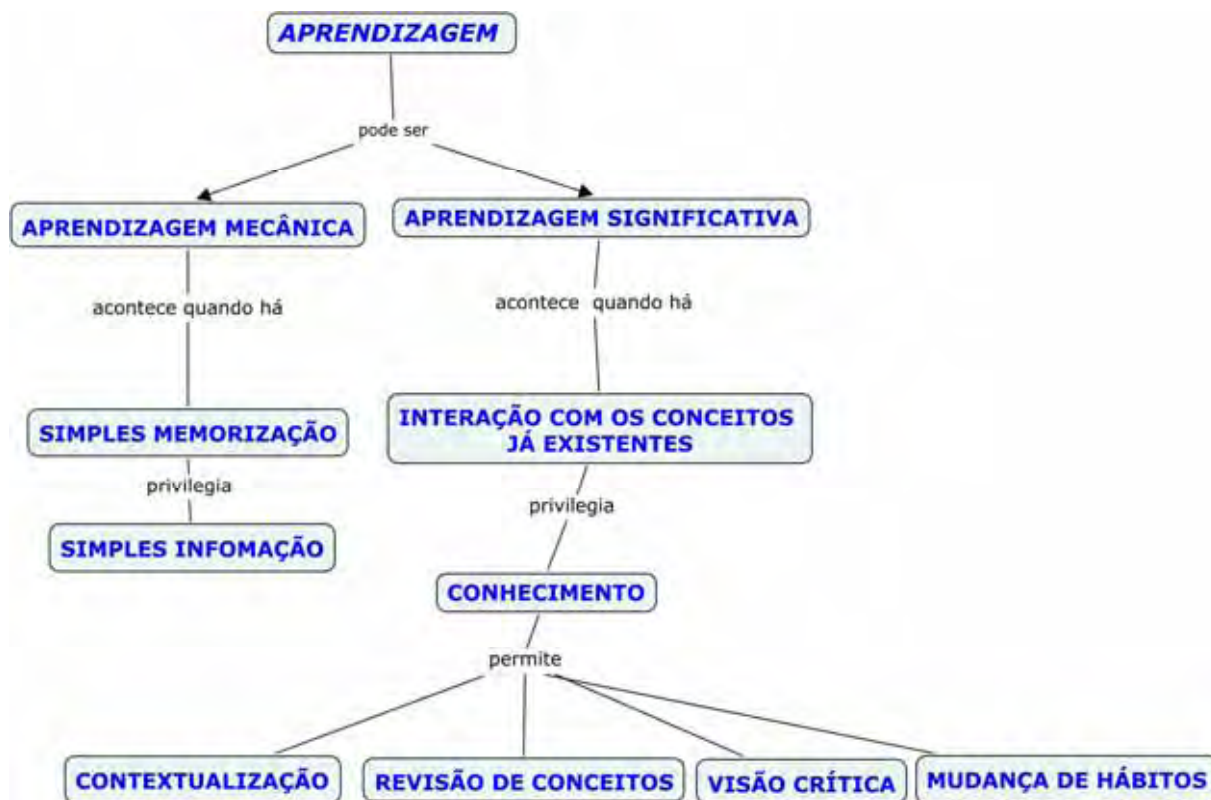


Figura 6.9: Mapa conceitual sobre aprendizagem significativa apresentado aos estudantes

Também foi discutida, nessa ocasião, a utilização do computador para a aplicação da proposta e cada aluno recebeu um *CD-ROM* contendo todas as atividades a serem desenvolvidas ao longo do período de aplicação da proposta.

Em geral, os alunos mostraram-se interessados na proposta. No entanto, alguns poucos alunos ainda se mostraram apreensivos quanto à utilização do computador nas aulas.

Dentre os alunos que tiveram esse receio, foram verificados os principais relatos:

“não tenho computador em casa”

“não sei mexer com o computador”

“tenho medo de estragar o computador da escola e ter que pagar”

“vou tentar, mas sei que vou ter muita dificuldade com o uso do computador”

“eu não sei mexer, mas vou gostar de aprender”

Esses relatos foram observados especialmente entre os alunos de maior faixa etária (acima de 32 anos). Entre os estudantes de menor faixa etária observou-se um maior interesse pelo uso do computador e menor receio de se fazer uso dele nas aulas.

Esse receio foi se tornando menor a partir da realização das atividades previstas.

Na apresentação da proposta, solicitou-se aos alunos a tarefa de procurar na fatura de energia elétrica o número de instalação e na fatura de consumo de água o *ID eletrônico*, para que se pudesse acompanhar o histórico do consumo de água e de energia elétrica nas residências dos participantes.

Poucos alunos apresentaram dúvidas e não conseguiram localizar esses dados em suas faturas, sendo auxiliados pelos próprios colegas.

Alguns alunos acabaram por apresentar algumas das faturas de consumo de água e energia elétrica para que se pudesse extrair delas as informações solicitadas.

Nas aulas seguintes, foi solicitado aos alunos o preenchimento do questionário diagnóstico, cujos resultados foram analisados na seção 6.4.

6.5.2 Resultados das atividades do eixo temático “Energia, Meio ambiente e Sociedade”

Os principais resultados das atividades desse eixo temático são apresentados nas subseções 6.5.2.1, 6.5.2.2 e 6.5.2.3.

6.5.2.1 Resultados da discussão inicial do eixo temático 1

A aplicação da proposta teve início no primeiro semestre letivo do ano de 2009, ocasião em que os estudantes considerados estavam cursando o 1º Termo do Ensino Médio.

O desenvolvimento do eixo temático “Energia, meio ambiente e sociedade” teve início com uma breve discussão sobre o conceito de energia e suas implicações para o meio ambiente, ocorrida no ambiente da sala de aula.

Embora essa discussão tenha ocorrido na aula de Física, procurou-se dar a ela um caráter interdisciplinar.

Nessa ocasião procurou-se explorar o conhecimento específico dos alunos em relação aos conceitos básicos relativos à energia em suas diversas formas. Além disso, os alunos puderam questionar suas próprias concepções e as dos colegas, comparando respostas.

Foi percebido que, tanto para os estudantes quanto para o professor, definir energia é uma tarefa complicada. No contexto da discussão, os estudantes, com dificuldades de elaborar um conceito, procuraram expressar suas idéias por meio de exemplos.

No entanto, os exemplos dados se encontravam mais associados à eletricidade do que a outras formas de energia. Isso não quer dizer, necessariamente, que esses alunos desconheçam as outras formas de energia, mas no caso da energia elétrica, de acordo com Pimentel *et al* (1999), as pessoas geralmente a consideram com respeito, admiração, afeto e reconhecimento e todos percebem a eletricidade como onipresente e indispensável. Além disso, a energia elétrica pode ser citada como uma das formas de energia mais utilizadas pela sociedade moderna.

Verificou-se também ao longo dessa discussão que, embora a energia seja um dos conceitos fundamentais para explicar grande parte dos fenômenos, ainda era pouco entendido pelos alunos, sendo, algumas vezes, confundido com outros conceitos, como força e potência elétrica.

Também foi percebido entre os estudantes o emprego de expressões do senso comum como “bebidas energéticas”, “atrair energias positivas”, entre outras. Esse resultado pode ser atribuído à grande utilização dessas expressões pelas diferentes mídias.

Quanto às concepções dos estudantes sobre as implicações dos diversos usos da energia, foi percebido, no contexto da discussão, que estas estão mais ligadas às questões ambientais do que às implicações sociais dos diferentes usos da energia. Essas concepções podem ser justificadas pelo fato dos diferentes meios de comunicação em massa, especialmente a televisão, que é a principal fonte de informação da população em geral, apresentarem diversas reportagens que abordam os impactos ambientais da exploração e utilização dos recursos naturais, especialmente no que diz respeito ao aquecimento por efeito estufa.

Dessa forma, procurou-se mostrar que os esforços individuais em relação à redução do consumo, quando somados, podem auxiliar na redução de gastos para garantir o abastecimento de energia, gerando divisas para se investir mais em outros setores da sociedade, como saúde e educação, por exemplo.

6.5.2.2 Exploração do mapa conceitual do eixo temático 1 e realização das suas atividades no computador

Como dar uma definição para a energia não é uma tarefa fácil, o mapa conceitual apresentado pretendia apenas sugerir algumas linhas de raciocínio que pudessem auxiliar na compreensão desse conceito.

A exploração da apresentação que trazia uma breve discussão sobre o conceito de energia e um pequeno histórico do seu consumo pelo homem criou subsídios para o estudo do tópico e permitiu aos alunos um questionamento sobre os limites do consumo de energia diante dos seus impactos no meio ambiente e na sociedade.

Embora esse questionamento não tenha evoluído para uma atividade específica no contexto da proposta, ele é fundamental para que os alunos percebam as implicações da interferência do ser humano no ambiente em que vive.

Quanto ao vídeo sobre as diversas formas da energia, o fato dele ser curto favoreceu a sua exploração, uma vez que a exposição de vídeos muito longos, em geral, pode comprometer a atenção dos estudantes.

Na exploração da simulação interativa surgiram questionamentos sobre a força de atrito. No contexto da simulação, a força de atrito era entendida como uma força de oposição à tendência de escorregamento da criança ao longo do tobogã. No entanto, os alunos apresentaram dificuldades de relacionar essa oposição como resultado do contato entre as superfícies. Tampouco, a transformação de parte da energia cinética em energia térmica era compreendida por eles.

Sobre FONTES DE ENERGIA, foi possível perceber que os alunos associavam o conceito de fontes não-renováveis àquelas consideradas convencionais e de grande impacto ambiental, em contrapartida às fontes renováveis, que, em geral, são associadas por eles ao conceito de energia limpa e alternativa. Notou-se que os alunos

acreditavam que as fontes renováveis são uma solução em termos ambientais. Em geral, os alunos desconheciam que a exploração de qualquer fonte energética provoca algum impacto no meio ambiente. As fontes alternativas eram vistas pelos alunos como uma solução para todos os problemas ambientais relacionados à energia e não apenas como uma estratégia para se diminuir os impactos. Além disso, entre as diversas fontes de energia apresentadas, muitos alunos não sabiam classificá-las como renováveis ou não-renováveis.

6.5.2.3 Realização da tarefa do eixo temático 1

A tarefa proposta constituía-se de uma pesquisa, por meio de registro fotográfico, das formas de energia mais usadas pela sociedade. Dessa forma, os alunos fotografaram situações, fora do ambiente domiciliar, situações em que os diferentes tipos de energia estavam sendo utilizados.

As fotografias revelaram o registro da concepção de cada um sobre o conceito de energia em suas diferentes formas e evidenciaram que a energia elétrica é a forma de energia mais conhecida e tida como indispensável pelas pessoas, seguida da água e dos combustíveis para veículos automotores.

A partir do registro fotográfico, os estudantes foram auxiliados pelo professor de Artes na confecção de uma apresentação em *PowerPoint*, que traduzisse o significado de cada imagem em termos de uso da energia. Diante de tantos registros, foi difícil escolher aqueles mais significativos dentro do contexto do uso da energia.

6.5.2.4 Discussão dos resultados e dificuldades do eixo temático1

A energia foi considerada pelos estudantes como um tema difícil de ser aprendido, talvez pelo alto nível de abstração exigido para o seu entendimento. Embora se tenha procurado abolir ao máximo a matematização nas atividades desse eixo temático, buscando-se privilegiar mais a compreensão dos fenômenos macroscópicos, foram observadas dificuldades dos alunos, especialmente no entendimento do papel da força de atrito no fenômeno da dissipação de energia.

O registro fotográfico foi uma atividade bastante aceita pelos estudantes e todos puderam fazer os registros, a maioria utilizando máquinas digitais de celulares, um meio bastante utilizado pela população em geral. Segundo os próprios estudantes, essa boa receptividade se deu, especialmente, pelo fato de sua realização não demandar muito tempo de estudo fora do ambiente da escola nem investigações muito extensas.

Além disso, o registro fotográfico possibilitou manifestações artísticas por parte dos estudantes, favorecendo uma pesquisa mais atenta do que seria fotografado e um olhar mais apurado sobre o mundo que os cerca.

Por outro lado, o envolvimento do professor de Artes nessa atividade, demonstrou que a proposta apresentada não está limitada à Física e/ou à Química, mas abre possibilidades para o envolvimento dos professores das diferentes disciplinas do currículo do Ensino Médio.

6.5.3 Resultados das atividades relativas ao eixo temático “Uso racional da água”

Os principais resultados das atividades relativas ao uso racional de água são mostrados nas subseções 6.5.3.1, 6.5.3.2 e 6.5.3.3.

6.5.3.1 Resultados da discussão inicial do eixo temático 2

As atividades que contemplam o tema “Água e seu consumo racional” foram aplicadas no segundo semestre letivo do ano de 2009, ocasião em que os alunos pesquisados se encontravam matriculados no 2º Termo do Ensino Médio.

Inicialmente foi promovida na sala de aula discussão sobre a importância da água para a vida e a necessidade de seu uso racional. Embora essa discussão tenha ocorrido na aula de Química, procurou-se dar a ela um caráter interdisciplinar, uma vez que a temática da água pode ser explorada em torno de interesses comuns de diversas disciplinas.

Nessa ocasião foi possível explorar o conhecimento, construído pelos alunos ao longo de sua vivência, em relação à temática da água e suas relações com o homem e

com o ambiente. Dessa forma, os estudantes puderam questionar suas próprias concepções e as dos colegas, através da comparação de respostas.

Nessa discussão, os alunos demonstraram reconhecer a importância do Rio Paraíba do Sul para o abastecimento de água na região do Vale do Paraíba e saber que a Companhia de Serviço de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá (SAEG) se encarrega do abastecimento de água, do tratamento do esgoto e da coleta de lixo no município de Guaratinguetá, mas, em geral, desconhecem os principais pontos de captação de água para abastecimento do município.

Apenas três alunos revelaram conhecer que, no município de Guaratinguetá, utilizam-se as águas da bacia do Ribeirão Guaratinguetá, que tem sua nascente na Serra da Mantiqueira, para o abastecimento de água da cidade e para o uso rural, com destaque para a cultura do arroz e piscicultura.

O conhecimento dos alunos sobre os serviços prestados pela SAEG deve-se ao fato de que na conta de água são cobrados valores referentes ao consumo de água, à tarifa de esgoto e à taxa de lixo. No entanto, foram percebidas dificuldades na diferenciação entre os conceitos de taxa e tarifa. No contexto da conta de água e esgoto, a tarifa se refere aos custos de tratamento, adução e abastecimento. Já a referida taxa refere-se a um imposto ou tributo devido após efetiva prestação de um serviço público que, nesse caso, refere-se à coleta de resíduos realizada pela SAEG.

Barbosa (2005) explica que essa dificuldade na diferenciação dos conceitos de taxa e tarifa encontra-se intimamente relacionados com o conceito de serviço público que, segundo o autor, é um conceito relativo e aberto, diferindo de sociedade para sociedade, o que dificulta em demasia a separação de cada espécie,

Os estudantes em questão também sabiam a SAEG desenvolve programas de Educação Ambiental para o Ensino Fundamental da Rede Municipal de Ensino de Guaratinguetá, em parceria com a Polícia Militar Ambiental, a BASF (uma indústria química com filial em Guaratinguetá) e a Cooperativa “Amigos do Lixo”. Esse projeto inclui visitas à sua estação de tratamento de água, localizada no bairro Jardim Aeroporto, ao Parque Ecológico da cidade e à Cooperativa Amigos do Lixo de Guaratinguetá.

Alguns dos estudantes relataram que alguns de seus filhos, alunos da rede municipal de ensino, já participaram ou participam de algum projeto de educação ambiental desenvolvido pela SAEG.

Em geral, os alunos compreendiam a importância de não se jogar lixo no rio. No entanto, alguns poucos alunos revelaram ter praticado essa ação ao menos uma vez.

Na abordagem das questões ambientais relacionadas às formas de contaminação de rios, especialmente pelo descarte incorreto de resíduos de óleo de fritura, como por exemplo na pia, no mato ou no solo verificou-se que os estudantes, especialmente as donas de casa, desconheciam as dimensões desse problema. No entanto, a possibilidade de reaproveitamento desse resíduo para a produção de sabão era bastante difundida entre os estudantes. Esse resultado motivou também a abordagem da ação dos detergentes na água, relacionando-a com o processo de eutrofização das águas e outros danos ao ambiente.

A transformação dos resíduos de óleo de fritura em biocombustível, como uma maneira de se gerar renda a partir de resíduos que, aparentemente, não teriam mais utilidade, era é um tema relativamente desconhecido pelos estudantes, apesar das constantes propagandas, pelos diferentes meios de comunicação, sobre o Programa Brasileiro de Biocombustíveis, que, em geral, trata da produção de oleaginosas e do emprego do etanol de cana-de-açúcar para a produção de biodiesel.

Quanto à distribuição da água, os alunos reconheciam que existem grandes disparidades, que podem ser facilmente percebidas por constantes reportagens que tratam da falta de água, especialmente entre as populações mais carentes, principalmente da região Nordeste do Brasil. Porém, como pensavam na água como um recurso abundante no planeta, revelaram dificuldades em explicar os sérios problemas de falta de abastecimento para boa parte da população. Esse resultado revela que pouco conhecimento, por parte dos estudantes, de que cerca de apenas 3% de toda a água da Terra é água doce e que, dessa quantidade, boa parte encontra-se sob a forma sólida ou no subsolo profundo. Essa informação é de difícil entendimento pelos alunos e, em termos técnicos, eles sentiram dificuldades em explicar as necessidades do consumo racional de água.

Os alunos revelaram, no contexto da discussão, conhecer o uso da água para a produção de energia elétrica em hidrelétricas. No entanto, os processos de transformação que envolvem a sua produção ainda eram pouco conhecidos, o que motivou a inserção desse tópico nas atividades do eixo temático “Uso racional de energia elétrica”.

6.5.3.2 Exploração do mapa conceitual do eixo temático 2 e realização das suas atividades no computador

O mapa conceitual desenvolvido para esse eixo temático procurou proporcionar aos estudantes a possibilidade de relacionar situações sobre a utilização de água nas suas residências com os conceitos científicos estudados.

Nesta oportunidade, foi apresentado aos alunos um panorama da distribuição da água no mundo, com a intenção de mostrar que aproximadamente 97% de toda água do planeta é água salgada, estando imprópria para o consumo direto e que, dos 3% restantes, apenas cerca de 0,06% se encontra sob a forma de águas superficiais, evidenciando, dessa forma, uma justificativa para a necessidade de seu uso racional.

Em relação ao tópico “ciclo da água”, considerado bastante simples, os alunos não apresentaram grandes dificuldades em reconhecê-lo nem em entender como os regimes hidrológicos se comportam, em termos de contribuição da água da chuva e do lençol freático, para a vida no planeta. No entanto, os alunos demonstraram pouca familiaridade com os termos usualmente empregados para designar as etapas do ciclo, como precipitação, escoamento, infiltração e evapotranspiração.

Assim, além de apresentar definições para esses termos, procurou-se discutir as implicações de mudanças climáticas, tão pertinentes à questão energética, no ciclo da água.

O termo “tempo de residência” das águas superficiais também era totalmente desconhecido dos alunos, embora eles demonstrassem saber que a água do rio, por exemplo, é apenas uma etapa desse ciclo. A partir da exploração do tópico “ciclo da água” surgiu uma questão bastante importante para reflexão: “se as águas superficiais se renovam, por que devemos nos preocupar com a sua poluição?”.

Embora essa reflexão não tenha sido explorada em forma de atividade no contexto dessa proposta, ela é bastante relevante para a percepção de que a renovação das águas pelo ciclo hidrológico ocorre de maneira muito mais lenta do que as atividades humanas, especialmente a poluição das águas. Nesse sentido, embora a preservação das águas não seja uma responsabilidade exclusiva do consumidor residencial, mas um problema de toda a nação, como órgãos públicos e indústrias, a educação do cidadão é uma iniciativa que pode contribuir para a um equilíbrio no balanço hídrico.

A simulação interativa do consumo de água no ambiente doméstico se propôs a estimular os alunos a fazer estimativas para o consumo de água em determinadas atividades residenciais. Assim, a manipulação desse objeto de aprendizagem possibilitou ao estudante quantificar seus consumos e ilustrou situações de desperdício, além de fornecer sugestões para redução do consumo em algumas das suas atividades diárias.

6.5.3.3 Realização da tarefa do eixo temático 2

A proposta de pesquisa para os alunos consistia na investigação da sua conta de água para a elaboração de gráficos sobre o consumo de água em suas residências. Para tanto, foi solicitado aos alunos que trouxessem para a aula uma cópia da conta do mês de agosto de 2009, para que se pudesse fazer a pesquisa do histórico do consumo de água no período de dezembro de 2008 a novembro de 2009.

Um dos problemas percebidos na investigação do consumo foi a pouca familiaridade dos estudantes com as unidades de volume, em especial o metro cúbico (m^3), unidade utilizada pelas companhias de abastecimento para mensurar o consumo de água. Alguns alunos também confundiam o volume consumido de água com o valor total a ser pago por ele.

Assim, percebeu-se a necessidade de se trabalhar a equivalência entre as unidades m^3 e litro ($1m^3 = 10^3$ litros). Apesar da simplicidade do cálculo envolvido nessa conversão, percebeu-se que este era um tema complexo para os estudantes, especialmente no que diz respeito às operações com potências de 10 e notação

científica. Essa dificuldade pode ser explicada pelo fato do ensino tradicional de matemática ser, geralmente, desprovido de contextualização, o que certamente não conduz o estudante a atribuir significado ou aplicação das operações com potências para a resolução de problemas reais.

Feitas as conversões necessárias, foram calculadas as médias anuais de consumo de água nas residências dos alunos, situação na qual pôde ser percebida entre os alunos uma noção intuitiva relativamente apurada sobre o conceito de média aritmética simples. Essa medida é bastante difundida entre os alunos, desde as séries iniciais do Ensino Fundamental, uma vez que precisam estar conscientes da nota média mínima exigida para a sua aprovação. Dessa forma, não foram percebidos problemas relevantes quanto ao seu cálculo.

Comparando os consumos médios, em um ano, das diversas famílias, os alunos puderam perceber que existiam muitas disparidades entre esses valores. Os próprios alunos tiveram a percepção de que o número de pessoas na residência é um fator relevante e que deve ser levado em consideração quando se deseja comparar valores. Assim, cada aluno fez uma estimativa do consumo mensal *per capita* de água em sua residência, para que fosse possível comparar seus padrões de comportamento no tocante ao consumo de água. Neste cálculo, também não foram percebidas dificuldades relevantes, uma vez que o mesmo consistia apenas em dividir o consumo de cada mês pelo número de pessoas da residência.

A partir dos cálculos realizados, cada aluno pôde construir um gráfico que representasse o consumo *per capita* de água em cada mês do período considerado. Para a construção desse gráfico, utilizou-se a planilha eletrônica *Microsoft EXCEL*, contaram com o apoio do professor de Física da turma e da autora desse trabalho¹ para a manipulação do *software*.

Foi percebido durante a realização dessa atividade que os alunos possuíam baixa familiaridade com a interpretação e a construção de gráficos, necessitando de orientação no que diz respeito à seleção dos dados, à escolha do tipo de representação mais adequado e à determinação da escala do gráfico.

¹ Nessa ocasião a autora não lecionava nesta turma, mas pôde acompanhar presencialmente as atividades desenvolvidas.

O gráfico adotado pelos alunos para a representação do consumo foi o do tipo barras verticais. No eixo das ordenadas foi representado o consumo mensal de água, registrado na respectiva residência, em litros. No eixo das abscissas foram colocados os meses de consumo. A média per capita anual foi representada com uma linha horizontal. Uma amostra dos gráficos de consumo de água construídos pelos alunos se encontra disponível no ANEXO C.

Assim, flutuações em torno da média puderam ser analisadas pelos alunos e foram então investigadas, a partir da análise de seus gráficos, as causas desses resultados.

6.5.3.4 - Discussão dos resultados e dificuldades do eixo temático 2

A investigação da conta de água foi um tópico considerado pelos alunos como bastante elucidativo sobre as cobranças que a SAEG faz, inclusive no tocante à cobrança da taxa de lixo poder ser feita fora da fatura mensal de consumo de água.

A construção de gráficos para representar o consumo foi considerada pelos estudantes uma tarefa bastante difícil, talvez pela pouca familiaridade dos mesmos com a leitura e interpretação de gráficos. No entanto, superadas a maior parte das dificuldades com a construção dos gráficos, suas análises permitiram verificar seus padrões de comportamento.

Os estudantes chegaram à conclusão de que os níveis de consumo de água se mantêm praticamente constantes, ao longo do ano, existindo poucas diferenças no consumo registrado em cada mês. No entanto, identificaram que consumos um pouco mais elevados são registrados nos meses de poucas chuvas, demandando maior quantidade de água para atividades como regar as plantas e lavar ambientes para diminuir a poeira, por exemplo.

Alguns estudantes identificaram o mês de janeiro como um mês de consumo mais elevado em suas residências. Segundo esses estudantes, em janeiro, um consumo mais alto é justificado pelas férias escolares, temporada que as crianças ficam mais tempo em casa, o que demanda maior quantidade de água. Além disso, como o mês de janeiro é caracterizado por altas temperaturas, pequenos hábitos como o de tomar mais de um

banho por dia, lavar mais roupas, encher piscinas de plástico, entre outros, podem “pesar” consideravelmente sobre o consumo de água no ambiente doméstico.

Entre as atividades com maior potencial de redução de consumo quanto ao uso da água no ambiente doméstico, as mais citadas pelos estudantes foram o uso da água para higiene pessoal e para lavagem de roupas e louças.

6.5.4 Resultados das atividades relativas ao “Uso Racional de Energia Elétrica”

As subseções 6.5.4.1, 6.5.4.2 e 6.5.4.3 apresentam os principais resultados das atividades relativas ao uso racional de energia elétrica.

6.5.4.1 Resultados da discussão inicial do eixo temático 3

As atividades que contemplam o tema “Uso Racional de Energia Elétrica” foram realizadas no primeiro semestre letivo do ano de 2010. Nesta oportunidade, os estudantes em questão cursavam o 3º Termo do Ensino Médio.

A discussão sobre a energia elétrica e as implicações do seu uso deu-se na aula de Física, mas procurou-se explorar os aspectos comuns ao contexto de outras disciplinas, como Química e Geografia, por exemplo.

Nessa discussão, verificou-se que os estudantes reconheciam a importância da energia elétrica nos dias atuais e entendiam que esta é uma das formas de energia mais utilizada no mundo moderno e, portanto, deve ser conservada. No entanto, para a maioria desses estudantes, essa necessidade de conservação estava relacionada com o preço da conta de energia elétrica e/ou a certo receio quanto a possíveis “apagões”, revelando desconhecimento das diferenças entre os conceitos de interrupção programada e interrupção acidental na rede.

Além disso, os estudantes desconheciam que cerca de 20% do consumo de energia, especialmente de energia elétrica, é proveniente do setor residencial, culpando a atividade industrial pelo desperdício de energia.

Os estudantes revelaram conhecer que a maior parte da energia elétrica utilizada no Brasil é proveniente das hidrelétricas. Porém, desconheciam os processos de

transformação envolvidos na sua produção, transmissão e distribuição. Nesse sentido, consideravam a energia elétrica como uma forma de energia totalmente limpa, ignorando problemas como o alagamento de terrenos para a instalação de hidrelétricas, decomposição de raízes de plantas e sua conseqüente liberação de gás metano para a atmosfera, entre outros.

Os alunos também revelaram pouco conhecimento dos impactos sobre a sociedade da elevação no consumo, como a necessidade de maiores investimentos em geração de energia, por exemplo. Este resultado pode ser explicado pelo fato de existirem muitas propagandas a respeito da auto-suficiência brasileira em energia, que produzem idéias equivocadas nos consumidores.

Foi percebido ainda que os alunos possuíam dificuldades na compreensão do conceito de uso racional de energia elétrica. Em geral, reconheciam pequenos hábitos de economia, como reduzir o tempo no banho ou apagar as luzes ao deixar um ambiente. No entanto, sentem-se desestimulados a empreender ações de economia de energia no ambiente doméstico quando não conseguem perceber reduções significativas nos valores das faturas mensais de energia elétrica.

Também foram percebidas entre os alunos dificuldades em entender o porquê da implementação do horário de verão no país, uma vez que consideram pequena a economia de energia anunciada pelos meios de comunicação. Esse resultado revela pouca informação dos alunos sobre os objetivos da implantação do horário de verão, que, além de buscar economia de energia através do melhor aproveitamento da luz natural do dia, busca também reduzir os riscos de sobrecarga no sistema elétrico nos horários de pico.

Os alunos, em geral, achavam que para que se tenha um uso racional de energia no ambiente doméstico é preciso abrir mão dos confortos que a vida moderna oferece. Esse resultado demonstra a pouca familiaridade dos estudantes quanto a opção por aparelhos energeticamente mais eficientes e revela a necessidade de maior divulgação pelos meios de comunicação em massa, especialmente a televisão, sobre programas brasileiros como o PROCEL, por exemplo. Por esse motivo, optou-se pela abordagem desse tópico ao longo da aplicação da proposta.

6.5.4.2 Exploração do mapa conceitual do eixo temático 3 e realização das suas atividades no computador

Na exploração do mapa conceitual, foi percebido que os alunos sabiam que a maior parte da energia elétrica brasileira é proveniente das usinas hidrelétricas. No entanto, como os processos de transformação envolvidos na sua geração ainda são, em geral, pouco conhecidos pelos alunos, foram abordados por meio do vídeo disponibilizado no mapa conceitual.

Na investigação da potência dos principais conversores de energia utilizados no ambiente doméstico, solicitada para a realização das atividades desse eixo temático, especialmente a exploração da simulação interativa, os alunos demonstraram pouca familiaridade com esse conceito, que foi também foi abordado no mapa conceitual inicialmente apresentado.

Após uma reflexão sobre os conversores mais utilizados em suas residências, pôde ser verificado que os principais itens listados pelos alunos foram: chuveiro, máquina de lavar roupas, televisão, liquidificador, lâmpadas incandescentes e geladeira.

A tabela 6.3 mostra as principais respostas dos alunos para a investigação da potência dos diversos equipamentos utilizados pelos alunos em suas residências.

Tabela 6.3: Principais resultados da investigação sobre potência de equipamentos em geral.

<i>Resposta</i>	<i>Percentual de respostas</i>
Sem unidade	34%
Dada em Volts	29%
Dada em Watts	13%
Sem resposta	24%

Os resultados da tabela 6.2 demonstram pouca familiaridade dos alunos com o conceito de potência elétrica, o que apontou para a necessidade de se abordar o conceito de potência elétrica como a capacidade de um conversor de transformar uma forma de energia em outra num certo intervalo de tempo.

Nova investigação foi solicitada aos alunos que não haviam apresentado respostas ou que deram suas respostas em unidades incorretas.

Na exploração da simulação interativa, após investigação da potência dos equipamentos e da estimativa do tempo que cada equipamento fica ligado por dia, percebeu-se certa dificuldade dos alunos em trabalhar com as transformações entre as unidades de tempo, especialmente a transformação de minutos em horas.

Apesar dessa dificuldade, a exploração dessa simulação criou subsídios para que os alunos formassem suas idéias sobre os aparelhos considerados “vilões” do consumo de energia elétrica. Dentre os aparelhos mais listados pelos alunos, pode-se citar o chuveiro elétrico, o ferro elétrico e a geladeira. *Freezers* e aparelhos de ar condicionado não foram citados pelos alunos. Esses resultados são um reflexo da situação sócio-econômica dos alunos.

Após explicação sobre o conceito de eficiência energética, procurando-se estabelecer relações comparativas entre o aproveitamento energético promovido por equipamentos mais modernos *versus* as perdas decorrentes da utilização de equipamentos que fazem uso de tecnologias mais antigas, os estudantes foram questionados sobre o fator considerado por eles como mais importante no ato da compra de um equipamento ou eletrodoméstico. Os fatores mais citados pelos alunos estão listados na tabela 6.4:

Tabela 6.4: Principais resultados da investigação sobre os fatores de escolha de equipamentos

<i>Fator de escolha</i>	<i>Percentual de respostas</i>
Preço	47%
Marca	24%
Estética	14%
Potência	5%
Classificação PROCEL	2%
Sem resposta	8%

Os resultados da tabela indicam que o fator mais considerado na escolha de um equipamento é o seu preço, seguido da sua marca. Segundo Teixeira (2008), resultados como esses sugerem um conflito de valores induzido por estratégias de *marketing*,

além da falta de recursos para a aquisição de aparelhos mais modernos e energeticamente mais eficientes, que, em geral, custam mais caro. Esses resultados sugerem também a pouca familiaridade desses alunos com programas como o selo PROCEL de eficiência energética, o que motivou a abordagem desse tópico com os alunos.

6.5.4.3 Realização da tarefa do eixo temático 3

A tarefa designada aos alunos consistia na investigação dos padrões anuais de consumo de suas famílias e do consumo *per capita* nas suas residências, por meio do trabalho com a fatura de energia elétrica.

Na realização dessa tarefa, cada aluno analisou a sua fatura de energia elétrica, fazendo um levantamento do histórico do consumo na sua residência e pôde-se perceber que alguns alunos ainda confundiam o consumo mensal de energia elétrica com o valor, em reais, a ser pago pela fatura. Também foi percebido que a maioria dos alunos desconhecia os principais fatores que compõem uma fatura de energia elétrica, especialmente as diferenças entre as cobranças impostos como o ICMS, em consumos de até 200kWh e consumos a partir desse valor.

No cálculo da média anual de consumo de energia elétrica nas residências dos alunos, conforme ocorrido com as atividades relativas ao consumo de água, foi possível perceber entre os alunos uma noção intuitiva relativamente apurada sobre o conceito de média aritmética simples e também não foram encontradas grandes dificuldades para o seu cálculo.

Na estimativa do consumo mensal *per capita* de energia elétrica nas residências, para comparação de padrões, também não foram sentidas dificuldades relevantes.

Similarmente às atividades com a temática da água, cada aluno construiu um gráfico representativo do consumo *per capita* de energia elétrica em cada mês do período considerado, fazendo uso da planilha *EXCEL* e contando com o apoio da professora de Física e Química da turma (a autora desse trabalho²) e de um aluno monitor³ do laboratório de informática da escola.

² Nessa ocasião a autora atuava como professora das disciplinas Física e Química nesta turma.

Também foi adotado como padrão para essa atividade um gráfico do tipo colunas. No eixo das abscissas foram representados os meses de consumo, enquanto no eixo das ordenadas foram colocados os consumos mensais registrados no período considerado, em kWh. A média foi representada por uma linha horizontal, para que fosse possível identificar e analisar flutuações em torno desse valor. Uma amostra dos gráficos de consumo de energia elétrica construídos pelos alunos está disponível no ANEXO C desse trabalho.

6.5.4.4 - Discussão dos resultados e dificuldades do eixo temático 3

A tarefa relativa à investigação da fatura de energia elétrica foi um tópico considerado pelos alunos como extremamente importante, uma vez que os mesmos praticamente desconheciam os fatores que compõem a sua cobrança, especialmente no que diz respeito à cobrança de impostos.

No entanto, de forma similar à ocorrida na investigação da conta de água, a construção de gráficos para representar o consumo foi considerada pelos estudantes uma tarefa bastante difícil, embora eles a tenham desenvolvido com maior facilidade do que nas atividades sobre a conta de água.

As observações baseadas nos gráficos permitiram analisar seus padrões de consumo e buscar possíveis explicações para diferenças no consumo registrado em cada mês.

Segundo as conclusões dos alunos, maiores consumos de energia elétrica em suas residências foram registrados no inverno.

No mês de julho, em especial, esse consumo, segundo os estudantes, fica maior por conta da presença de um maior número de pessoas em casa, devido ao recesso escolar, o que estimula pequenos desperdícios como ficar mais tempo com o computador ligado, o videogame ou a televisão ligados e muitas lâmpadas acesas sem

³ A partir do primeiro semestre de 2010, a Secretaria de Estado da Educação de São Paulo deu início à ampliação das salas de informática das escolas estaduais e passou a selecionar alunos do Ensino Médio para atuarem como monitores nos laboratórios, recebendo para isso uma bolsa mensal.

necessidade. Além disso, por conta das baixas temperaturas registradas nessa época do ano, os banhos em chuveiros elétricos tendem a ser mais longos e mais quentes.

Segundo as conclusões dos estudantes, um consumo também bastante elevado de energia elétrica em suas residências também foi registrado no mês de janeiro (embora menor do que o consumo registrado no inverno).

No mês de janeiro, de acordo com a análise dos estudantes, este resultado se justifica pelas férias escolares, temporada que as crianças ficam mais tempo em casa. Nessa época do ano, pequenos hábitos como o de abrir a geladeira muitas vezes por dia, ficar mais tempo com o computador, o videogame ou a televisão ligados, maior uso de ventiladores, fazem com que um grande consumo de energia elétrica seja registrado nas suas residências.

6.5.5 Abordagem sobre uso racional de combustíveis

Como a matriz energética mundial é baseada na queima de combustíveis fósseis, apesar do nível de investimentos em fontes alternativas de energia, sentiu-se a necessidade de abordar a questão do uso racional de combustíveis com os alunos.

Embora não se tenha, no contexto da proposta, um eixo temático específico para se abordar a questão do uso racional de combustíveis, esse tópico foi discutido com os alunos ao final do Ensino Médio, no contexto da disciplina Química.

Essa abordagem foi feita a partir de uma apresentação multimídia sobre o conceito de combustível, com ênfase no petróleo, e sobre os principais impactos ambientais do seu uso.

No portal eletrônico denominado “Vigilantes da Energia”⁴, de cuja construção a autora desse trabalho participou no ano de 2007, os estudantes puderam obter informações sobre o petróleo e outros tipos de combustíveis como o biodiesel, o biogás, o gás natural e o etanol.

⁴ O portal eletrônico “Vigilantes da Energia” é um “website” com informações para o uso racional de energia e pode ser acessado pelo endereço eletrônico: <www.feg.unesp.br/emas/vigilantes>.

6.6 Resultados da avaliação feita pelos alunos sobre o trabalho desenvolvido

Após a conclusão dos trabalhos isto é, ao fim do 3º Termo, foi solicitado aos alunos que escrevessem considerações acerca das experiências que o desenvolvimento da proposta pôde lhes proporcionar.

Foi solicitado também que classificassem o trabalho desenvolvido como: *RUIM*, *REGULAR*, *BOM*, *MUITO BOM*.

Para se evitar possíveis constrangimentos e não comprometer a avaliação da proposta, permitiu-se que a identificação dos alunos fosse opcional.

A figura 6.10 mostra os resultados da avaliação feita pelos alunos acerca do trabalho desenvolvido ao longo do período.

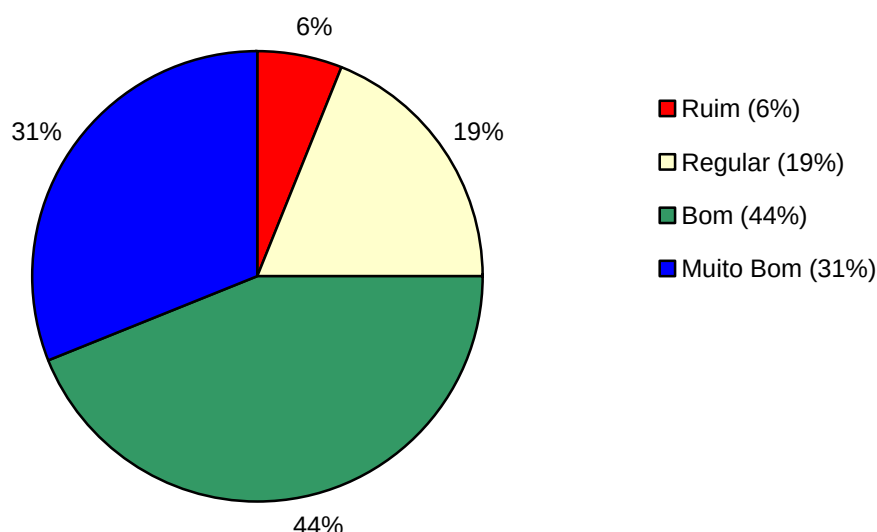


Figura 6.10: Avaliação dos alunos sobre o trabalho desenvolvido.

Os resultados da figura 6.10 demonstram que a maioria dos alunos considerou o trabalho desenvolvido como “bom” ou “muito bom”.

Seguem algumas considerações feitas pelos alunos sobre o uso do computador nas aulas:

“Para mim, nesta idade, foi um desafio lidar com o computador, mas eu gostei da experiência e acho que fazer pesquisa no computador é muito bom”.

“Fiquei nervoso quando soube que tinha que usar o computador, tive medo de passar vergonha ou de estragar o computador, mas depois vi as atividades eram simples.”

“Eu nunca tinha usado computador na escola.”

“Na tela do computador vi situações que não conseguia imaginar só com a explicação da professora”.

“Foi bom. Vou até comprar um computador e fazer um cursinho para aprender a mexer mais”

“Foi diferente. Menos cansativo e mais proveitoso pra mim. Não faltei em nenhuma aula”.

“Foi difícil lidar com o computador. Ainda me sinto bastante insegura se tiver que usar sozinha”

“Procurei não faltar nas aulas em que a gente ia para o laboratório de informática, pra não ficar atrasado”.

“Essa história de mapa conceitual me ajudou a fazer resumo de tudo que eu estudo. Pena que não tenho computador pra fazer isso”.

Nos relatos feitos pelos alunos, pode-se observar, em geral, boa aceitação por parte deles quanto à utilização do computador nas aulas, apesar do receio inicial. O uso do computador configurou-se como um desafio. No entanto, a inovação parece ter sido uma experiência bastante relevante, especialmente no sentido de estimular os alunos a não faltarem às aulas e a fazerem pesquisas simples.

Quanto às considerações sobre o trabalho de educação em energia, destacam-se alguns relatos:

“Eu não achava que desperdiçava tanta energia. Olhando as fotos e os gráficos, isso serviu para diminuir os gastos com as contas de luz e de água lá em casa.”

“Eu não achava que a minha geladeira velha gastava tanta energia. Tô pensando em trocar de geladeira assim que o dinheiro der.”

“Quando falavam em economizar energia, eu só pensava na conta de luz. Agora vejo que tem outros jeitos de economizar água, gás de cozinha, gasolina.”

“Aprendi muita coisa nova, coisas simples que dão uma economia e tanto. Agora ando vigiando a criançada lá de casa”.

“Ando tirando todos os aparelhos da tomada enquanto não são usados. Quero ver quanto vou economizar”.

“Pra mim, que sustento a minha família, foi importante aprender tudo isso. Eu não sabia quanto de imposto a gente pagava nas contas de luz e nem que meus eletrodomésticos antigos consumiam tanto. Aos pouquinhos, conforme as nossas finanças e o preço deles, vou comprar eletrodomésticos novos”.

“Aprendi muito e de uma forma muito legal, sem cansar muito a gente”.

“Vendo as fotos que eu tirei lá em casa e olhando os gráficos que eu mesmo fiz, percebi quanto desperdício a gente cometia e quanto dinheiro foi jogado fora”.

“Antes eu só pensava no meu bolso, agora percebo melhor que a gente economizando energia, tá colaborando com o meio ambiente e quem sabe pode deixar um mundo melhor para nossos filhos e netos”.

“Não tava nem aí para essas coisas de meio ambiente, mas percebi que a gente precisa fazer alguma coisa e pode começar economizando energia em casa e andando mais de bicicleta ou a pé do que de carro. É saudável e ajuda o meio ambiente”.

“Eu não entendia nada de gráfico, mas quando comecei a estudar o consumo de energia na minha casa e a fazer meus próprios gráficos, acabei entendendo que o pessoal lá de casa anda gastando demais”.

“Vi que água tratada é um bem valioso e não dá pra desperdiçar tanto”.

“Ando conversando com meus amigos e parentes sobre o que estou aprendendo. Acho que devo fazer o pessoal economizar energia também”.

Os relatos dos alunos mostram, em geral, uma boa aceitação do trabalho desenvolvido.

Foi percebido nos alunos um amadurecimento da consciência sobre a importância da energia para a vida e a necessidade de seu uso racional. Esse amadurecimento parece ser um tanto difícil de ser mensurado, mas pôde ser facilmente percebido nos relatos dos alunos e no cotidiano da sala de aula.

Apesar das dificuldades dos alunos com a construção e a interpretação de para representação de informações, a opção por esse tipo de atividade para representar comportamentos ao longo do tempo, mostrou-se uma ferramenta de grande importância no trabalho desenvolvido.

As pesquisas através de registros fotográficos foram citados pelos estudantes como importantes para as percepções e expectativas de hábitos de consumo de energia. As fotografias, de certo modo, guardam o registro das concepções de cada estudante sobre conservação e eficiência energética e contribuem para as tomadas de decisão em prol de uma redução no consumo.

No entanto, percebe-se pelos relatos dos alunos que essa expectativa na redução do consumo ainda está mais fortemente apoiada no peso do peso da energia no orçamento familiar do que nas implicações ambientais e sociais do seu uso.

No sentido de “economia no próprio bolso”, apesar do que foi abordado ao longo do trabalho, a possibilidade de aquisição de aparelhos energeticamente mais eficientes por esses alunos ainda aparece de forma tímida e o reconhecimento de sua importância está condicionado ao preço do produto ao consumidor.

6.7 Economia de energia no ambiente doméstico

Uma estimativa de economia de energia no ambiente doméstico foi realizada para se obter mais subsídios para avaliação dos impactos da proposta apresentada nesse trabalho.

Para tanto, foram monitorados os consumos de água e de energia elétrica nas residências dos estudantes. Foram consideradas apenas as residências dos 55 alunos que realizaram o curso no período considerado, excluindo-se os alunos desistentes e aqueles que foram transferidos para as salas estudadas após o início da aplicação da proposta.

Apesar dos consumos de combustíveis em veículos automotores e de gás de cozinha também terem sido abordados durante a aplicação da proposta⁵, tais consumos são difíceis de serem mensurados e, portanto, não foram monitorados nesse trabalho.

6.7.1 Acompanhamento do histórico do consumo de energia elétrica

Para estudar o nível de relevância da intervenção proposta em termos de economia de energia elétrica nas residências dos alunos, procurou-se modelar o consumo de energia nas residências dos alunos, acompanhando o valor da energia consumida em cada família e procurando explicar possíveis alterações nesse consumo.

O consumo foi acompanhado por meio do número de instalação, solicitado na ocasião da apresentação da proposta aos alunos.

O acompanhamento foi realizado via *Internet*, na página eletrônica da Bandeirante Energia S.A.⁶, companhia que faz a distribuição de energia elétrica no município de Guaratinguetá, através do *link* “CONSULTA HISTÓRICO DE CONSUMO”.

⁵ Apesar da proposta não apresentar um eixo temático específico sobre o consumo de combustíveis, esse tópico foi abordado por meio de apresentações utilizando ferramentas multimídia e da exploração do *website* “Vigilantes da Energia”.

⁶ Pode ser acessada pelo endereço eletrônico: < <http://www.edpbandeirante.com.br>>.

Para a composição do histórico do consumo de energia elétrica nas residências dos alunos considerou-se o período de **janeiro de 2009 a julho de 2010**, comparando-se os valores encontrados com o período de **janeiro de 2008 a julho de 2009**.

Como a modalidade EJA possui um público bastante heterogêneo, com diferentes realidades sociais, um gráfico contendo apenas a evolução da média do consumo das residências dos alunos não parece nos conduzir a uma análise adequada dos padrões de comportamento dos envolvidos. Assim, optou-se pela construção de gráficos que contemplassem o consumo *per capita* de energia entre as famílias analisadas, considerando-se as diferentes faixas de consumo. Apesar de apenas essa opção não contemplar todas as diferenças, a divisão por faixas de consumo procura minimizar essas diferenças dentro de um mesmo grupo de consumidores.

A tabela 6.5 mostra a distribuição da amostra investigada por faixa de consumo médio *per capita* de energia elétrica.

Tabela 6.5: Distribuição das famílias analisadas por faixa de consumo médio *per capita* de energia elétrica

<i>Faixa de consumo médio per capita (kWh)</i>	<i>Número de famílias analisadas</i>
0 - 25	19
26 - 50	29
51 - 75	7
<i>Total</i>	<i>55</i>

Pela tabela 6.5, percebe-se que a maior parcela dos estudantes está situada na faixa de consumo *per capita* entre 26 e 50 kWh.

As figuras 6.11, 6.12 e 6.13 mostram o consumo médio *per capita* de energia elétrica nas famílias analisadas no período de **janeiro de 2009 a julho de 2010 (período 2)**, comparando-se os valores obtidos com o período que vai **de janeiro de 2008 a julho de 2009 (período 1)**, mês a mês.

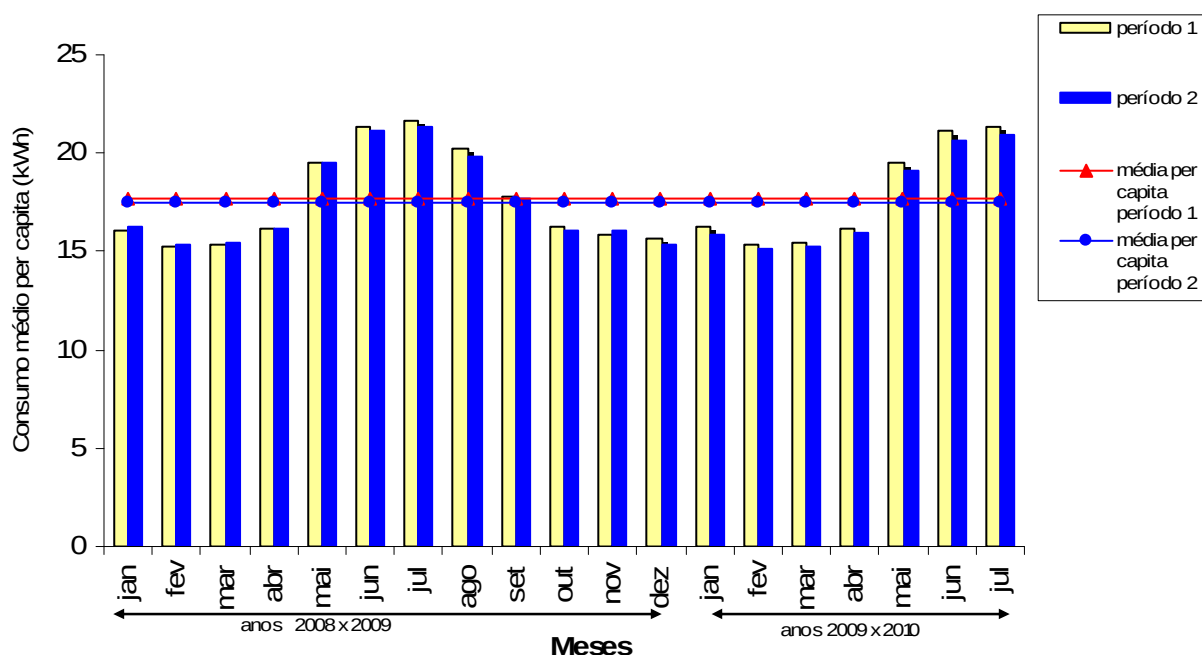


Figura 6.11: Comparativo do consumo antes e durante a aplicação da proposta entre as famílias com consumo per capita de até 25kwh.

A figura 6.11 refere-se a uma amostra de 19 famílias, que se situam, costumeiramente, numa faixa de consumo *per capita* entre 0 e 25kWh.

De acordo com a figura 6.11, uma pequena economia de energia elétrica entre essas famílias começa a ser percebida a partir de maio de 2009, época em que se iniciou, efetivamente, a realização das atividades de cada eixo temático da proposta. Essa tendência se mantém ao longo do período de aplicação.

O consumo médio *per capita* registrado no período de janeiro de 2009 a julho de 2010 foi de, aproximadamente, 0,96% menor, em relação ao registrado no período de janeiro de 2008 a julho de 2009.

A figura 6.12 refere-se ao consumo de 29 famílias da amostra investigada, situada numa faixa de consumo *per capita* entre 26 e 50kWh e revela uma tendência à economia de energia elétrica entre essas famílias pode ser percebida a partir do segundo semestre de 2009.

De acordo com a figura 6.12, o consumo *per capita* registrado no período de janeiro de 2009 a julho de 2010 foi, aproximadamente, 2,03% menor que aquele registrado no período de janeiro de 2008 a julho de 2009.

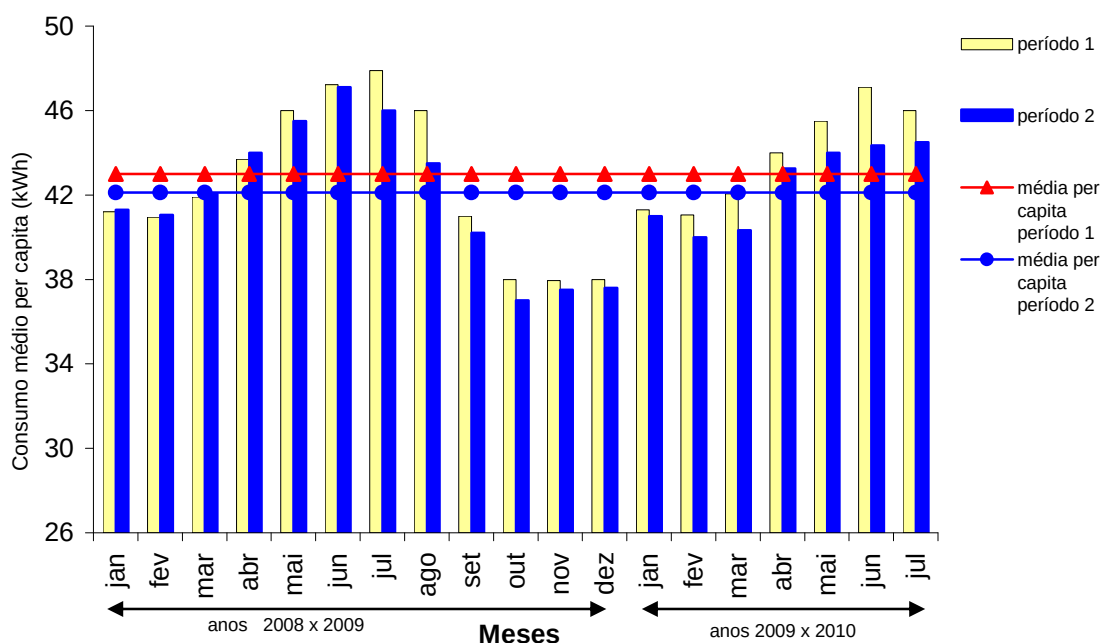


Figura 6.12: Comparativo do consumo antes e durante a aplicação da proposta entre as famílias com consumo per capita entre 26 e 50kwh.

A figura 6.13 refere-se ao acompanhamento do consumo de energia elétrica entre as famílias com consumo *per capita* entre 51 e 75kWh.

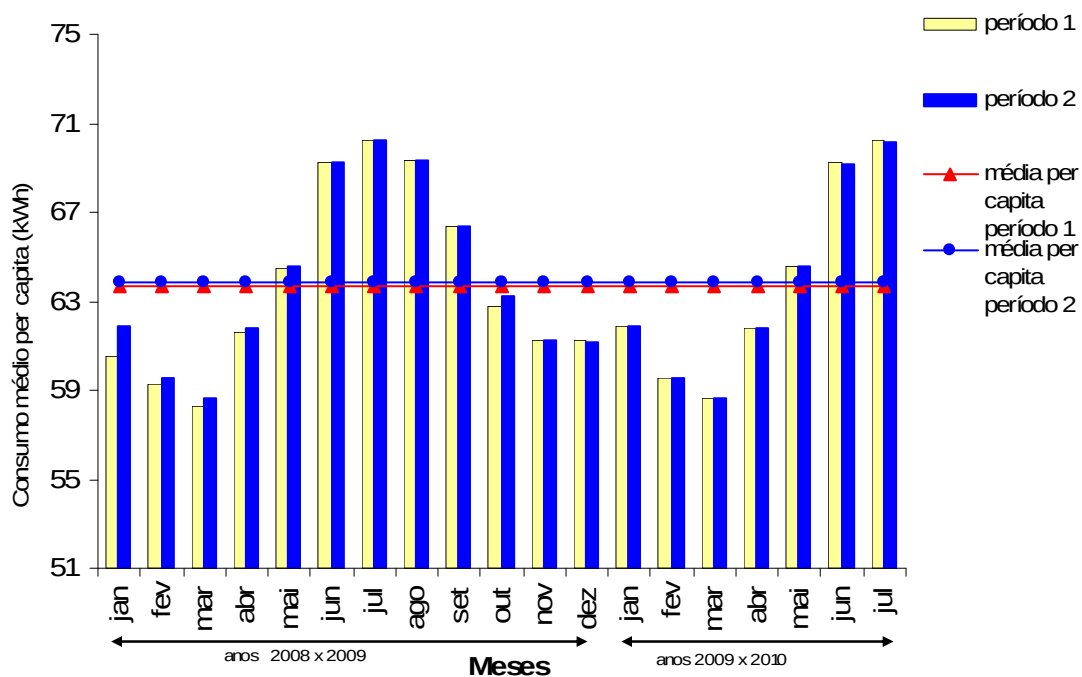


Figura 6.13: Comparativo do consumo antes e durante a aplicação da proposta entre as famílias com consumo per capita entre 51 e 75kwh.

A figura 6.13 refere-se ao consumo *per capita* nas residências de uma pequena parcela da amostra investigada (4 famílias) e seus dados mostram que o consumo médio *per capita* registrado no período de janeiro de 2009 a julho de 2010 foi, aproximadamente, 0,2% maior, em relação ao registrado no período de janeiro de 2008 a julho de 2009.

Ainda que se tenha percebido, pela figura 6.13, um aumento no consumo de energia per capita entre alunos dessa faixa de consumo, esse aumento fica abaixo do previsto Empresa de Pesquisas Energéticas (EPE, 2008). Segundo essa estimativa, feita em 2008, o consumo de energia elétrica nas residências brasileiras deve crescer 5,3% ao ano, em média, nos próximos 10 anos (EPE, 2008).

Especialistas apontam para um maior potencial de economia entre as famílias com maior consumo de energia. Por outro lado, consumidores que já estiverem abaixo de um certo patamar, dificilmente conseguirão reduzir seus consumos a níveis significativos. No entanto, a análise das figuras 6.11, 6.12, e 6.13 permite observar que uma maior diminuição no consumo de energia elétrica no período considerado ocorreu nas residências que estão na faixa de consumo *per capita* entre 26 e 50 kWh.

Nesse sentido, vale salientar que possíveis variações no consumo não dependem apenas de um fator isolado, mas de um conjunto de características das famílias envolvidas, como seu nível de consciência ambiental e social, seu nível de escolaridade e de renda, por exemplo.

6.7.2 Acompanhamento do histórico do consumo de água

Para que se pudesse obter um *feedback* sobre o nível de relevância que a aplicação da proposta poderia causar no consumo de água pelos alunos, acompanhou-se esse consumo nas suas residências.

O acompanhamento desse consumo realizado via *Internet*, a partir na página eletrônica da Companhia de Serviço de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá (SAEG)⁷, através dos *links* “AUTO-ATENDIMENTO” e “ÚLTIMAS LEITURAS”,

⁷ Pode ser acessada pelo endereço eletrônico <<http://www.saaeg.com.br>>.

fazendo uso do identificador eletrônico para acesso ao auto-atendimento (*ID eletrônico*), solicitado aos alunos na ocasião da apresentação da proposta.

Para composição do histórico do consumo de água nas residências dos estudantes foi considerado o período de janeiro de 2009 a julho de 2010, comparando-se esses dados com o consumo registrado entre janeiro de 2008 a julho de 2009.

Considerando as diferentes realidades sociais dos alunos de EJA e as conseqüentes diferenças em seus padrões de consumo, como no caso do acompanhamento do consumo de energia elétrica, optou-se, conforme o acompanhamento do consumo de energia elétrica, pela construção de gráficos que contemplassem o consumo *per capita* de água entre as famílias analisadas, considerando-se as diferentes faixas de consumo.

A tabela 6.6 mostra a distribuição das famílias analisadas por faixa de consumo médio *per capita* de água.

Tabela 6.6: Distribuição das famílias analisadas por faixa de consumo médio *per capita* de água.

<i>Faixa de consumo médio per capita (m³)</i>	<i>Número de famílias analisadas</i>
0 - 3	22
4 - 6	29
7 - 11	4
<i>Total</i>	<i>55</i>

As figuras 6.14, 6.15, 6.16 ilustram o consumo médio *per capita* de água no período compreendido entre **janeiro de 2009 e julho de 2010 (2º período)**, comparando-se os valores obtidos com o período que vai de **janeiro de 2008 a julho de 2009 (1º período)**.

A figura 6.14 refere-se a uma amostra de 22 famílias, que se situam, costumeiramente, numa faixa de consumo mensal *per capita* entre 0 e 3m³ de água.

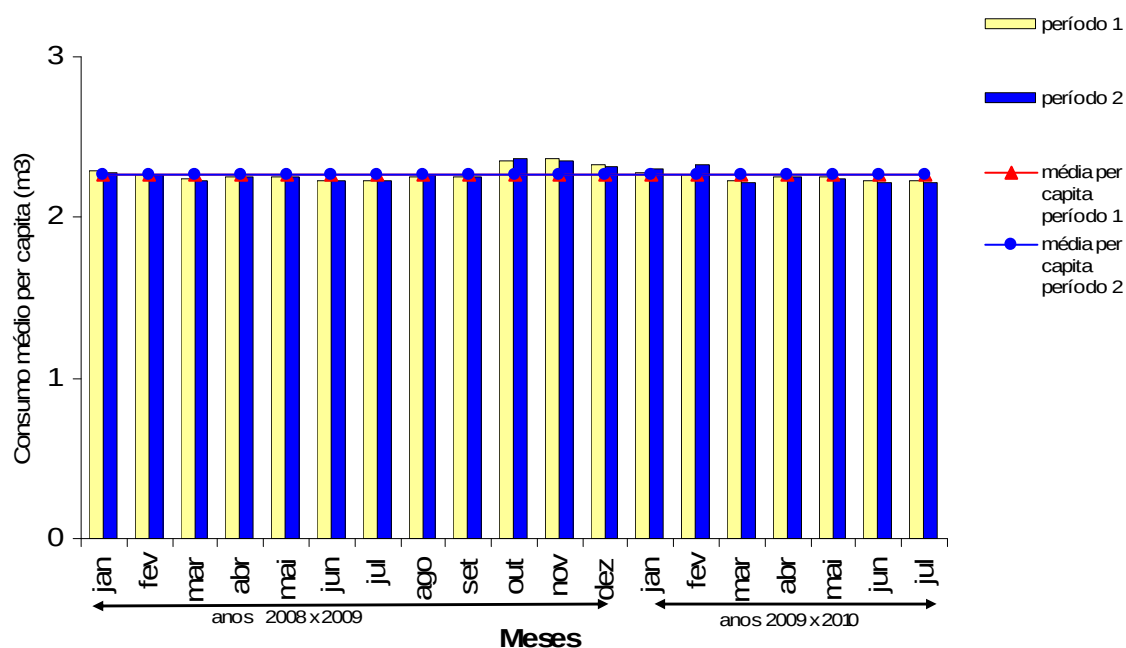


Figura 6.14: Comparativo do consumo de água antes e durante a aplicação da proposta entre as famílias com consumo per capita de até 3m^3 .

Pode-se verificar, entre essas famílias, uma tendência à regularidade no consumo mensal per capita de água. A média mensal de consumo per capita por essas famílias é de $2,66\text{m}^3$. Este valor se encontra abaixo do estimado pela SABESP para o consumo médio de uma pessoa, que é de cerca de 150 litros diários, isto é, aproximadamente $4,5\text{m}^3$ por mês.

Nos períodos comparados, verificou-se uma redução pouco significativa no consumo mensal *per capita* de água entre essas famílias. Os dados da figura 6.14 apresentam uma redução de, aproximadamente, 0,07% no consumo.

A figura 6.15 refere-se a uma amostra de 22 famílias, que se situam, costumeiramente, numa faixa de consumo *per capita* entre 4 e 6m^3 mensais.

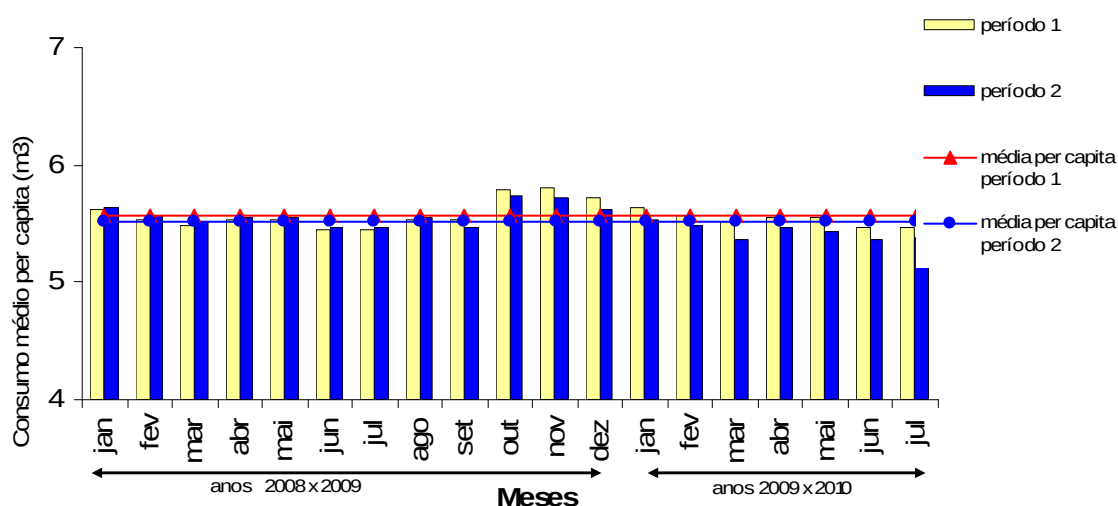


Figura 6.15: Comparativo do consumo de água antes e durante a aplicação da proposta entre as famílias com consumo per capita entre 4 e 6m³.

As 29 famílias às quais a figura 6.15 se refere estão numa faixa de consumo mensal *per capita* bastante próxima do valor estimado pela SABESP. Entre essas famílias verificou-se o maior percentual de economia de água no período de janeiro de 2009 a julho de 2010, em relação ao período que vai de janeiro de 2008 a julho de 2009. O percentual de economia registrado foi de, aproximadamente, 0,81%.

A figura 6.16 refere-se a uma amostra reduzida, de apenas 4 famílias, que estão situadas numa faixa de consumo *per capita* entre 7 e 11m³ de água mensais.

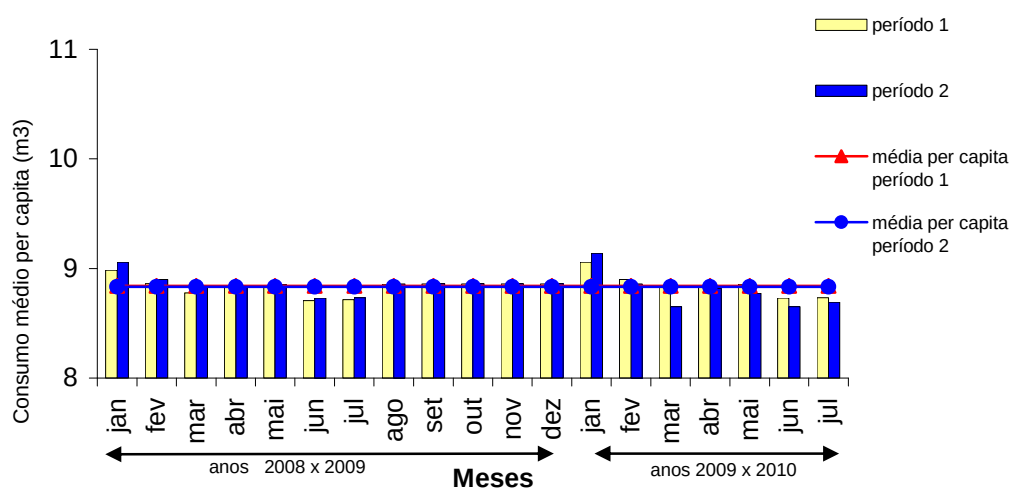


Figura 6.16: Comparativo do consumo de água antes e durante a aplicação da proposta entre as famílias com consumo per capita entre 7 e 11m³.

Entre as famílias às quais a figura 6.16 se refere, registrou-se uma redução de cerca de 0,08% no consumo mensal per capita de água.

Comparando-se os resultados das figuras 6.11 a 6.16, verificou-se entre os alunos uma tendência maior à economia de energia elétrica do que de água. Esse resultado talvez possa ser explicado pelo maior custo do kWh do que do m³ de água. Do ponto de vista financeiro, é mais vantajoso economizar energia elétrica do que economizar água. Por outro lado, as pessoas tendem a enxergar a água como um recurso abundante, depositando pouca confiança em informações que indicam a sua escassez.

6.7.3 Consumo de combustíveis pelos estudantes e seus familiares

Embora não tenha sido possível quantificar uma possível diminuição no consumo de combustíveis, estima-se, com base nos relatos dos estudantes, que os tópicos abordados tenham promovido maior conscientização das pessoas em relação a esses assuntos.

Essa conscientização sobre o uso racional das diversas formas de energia pode ter estimulado hábitos como andar mais a pé ou de bicicleta ou de verificar com maior frequência as condições dos veículos, por exemplo, o que levaria a uma redução, mesmo que pequena, no consumo de combustíveis pelos estudantes e suas respectivas famílias.

CAPÍTULO 7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso racional da energia tem sido objeto de inúmeros discursos, muitos deles apoiados no fato de que os recursos naturais não podem mais serem vistos pelo homem como fontes inesgotáveis e nos problemas sociais, econômicos e ambientais relacionados ao seu consumo. Nesse contexto insere-se a educação em energia, seja ela feita informalmente ou desenvolvida dentro do ambiente formal da educação.

Acredita-se que a educação do consumidor final deve ser um conceito a ser explorado dentro do **planejamento energético**, uma vez que esforços individuais para se economizar energia, quando somados, podem reduzir preocupações tanto do lado da oferta quanto do lado da demanda, poupando divisas que poderão ser investidas no atendimento a outras necessidades da população. Não se trata de transferir toda a responsabilidade pela conservação de energia para os consumidores, mas de esclarecer como cada indivíduo pode colaborar para se alcançar a sustentabilidade do ponto de vista energético.

Dessa forma, a realização desse trabalho permitiu **contribuir com a questão do uso racional de energia**, no sentido de aproveitar o potencial formador da escola, buscando, assim, inserir o tema no currículo das disciplinas.

No entanto, como em qualquer temática, um grande desafio é a escolha e a condução dos conteúdos de modo a promover ao estudante uma aprendizagem significativa. No contexto da energia, a educação exige uma abordagem interdisciplinar e metodologias adequadas. Nesse sentido, torna-se necessário oferecer aos professores capacitação para trabalhar de maneira interdisciplinar. Capacitação esta que, em geral, não é oferecida nos cursos de licenciatura.

Assim, acredita-se que, trabalhando-se os referenciais teóricos de forma adequada (**domínio conceitual**), privilegiando-se conteúdos que possam ser relacionados com a realidade de cada estudante (**contextualização**) e buscando-se uma maior interação entre as diferentes áreas do conhecimento (**interdisciplinaridade/transdisciplinaridade**), seja possível despertar a percepção sobre as melhores formas de se economizar energia no ambiente doméstico.

No desenvolvimento da proposta metodológica para a educação em energia, os estudantes do Ensino Médio da modalidade EJA foram escolhidos como público-alvo para essa intervenção didática. Essa escolha se justifica pelo fato de que a população abordada é composta, em sua maioria, de alunos trabalhadores e de pais/mães de família que, em geral, buscam na escolarização uma alternativa para alcançar melhores condições de trabalho e, em geral, se preocupam como “peso” do preço da energia no orçamento familiar. Nesse sentido, não se hesitou em agregar o aspecto financeiro às questões referentes ao uso racional de energia e à eficiência energética sem, contudo, deixar de lado as questões ambientais e sociais relacionadas à energia.

A escolha dos estudantes de EJA como público-alvo da proposta deveu-se também à expectativa de que esses alunos, em geral, comprometidos com a educação de seus filhos, pudessem ser multiplicadores de um pensamento sustentável no que diz respeito a comportamentos e atitudes em favor da redução dos desperdícios de energia no ambiente doméstico.

Nesse sentido, a principal **contribuição pedagógica** deste trabalho está centrada no desenvolvimento de uma proposta metodológica diferenciada para a exploração dos conceitos referentes à eficiência energética e ao uso racional de energia junto a um público específico. Essa contribuição é considerada importante na medida em que aborda uma questão complexa como a energia e que agrega o predicado da contextualização dos conteúdos a serem trabalhados.

Com esta abordagem, foi possível verificar que, quando existe uma integração entre as novas informações adquiridas e os conceitos pré-existentes, pode-se promover uma mudança na estrutura cognitiva dos alunos, o que nos faz acreditar no sucesso da intervenção realizada em termos de aprendizagem significativa, uma vez que mobilizou os estudantes na aplicação dos conceitos de conservação e eficiência energética nas suas residências e proporcionou uma maior consciência ambiental e social sobre o uso da energia. Nos relatos dos estudantes ao final do curso e nas respostas aos questionários, foi possível perceber que os mesmos passaram a considerar também outros aspectos, além dos econômicos, na questão das motivações para o uso racional da energia.

Nesse aspecto, crê-se que a metodologia adotada e a interação dos alunos com as ferramentas computacionais sejam fatores determinantes para o sucesso da aplicação da proposta, pois a exploração dessas ferramentas “foge” do cotidiano dos cursos tradicionais, despertando maior interesse dos estudantes e possibilitando abstrações que uma aula tradicional dificilmente poderia proporcionar, especialmente quando se trata de alunos trabalhadores, que constantemente questionam a aplicabilidade dos conteúdos no mercado de trabalho ou dentro do convívio familiar. A boa aceitação do uso das ferramentas também pode ser facilmente percebida nos relatos dos estudantes ao fim do Ensino Médio.

No entanto, a principal inovação dessa proposta não reside apenas na utilização das ferramentas descritas neste trabalho, mas na maneira como os conceitos se inter-relacionam, aproveitando a estrutura de mapas conceituais para proporcionar ao estudante uma melhor compreensão sobre aspectos relacionados à geração e ao uso da energia, facilitada pelo uso de um recurso computacional.

Sabe-se que, quando se tratam de intervenções de natureza educacional, não existem situações ideais nem fórmulas infalíveis para se atingir as metas definidas. Assim, comumente, suas respostas não podem ser percebidas em curtos intervalos de tempo. Nesse sentido, apesar das barreiras como a heterogeneidade do público escolhido e a dificuldade de aprendizagem do tema e, embora os resultados da aplicação da proposta em termos de economia de energia possam parecer tímidos, conclui-se que o trabalho desenvolvido atendeu aos objetivos esperados. Percebe-se que, apesar dos pequenos percentuais de economia alcançados, esses resultados são “animadores” diante das estimativas de crescimento do consumo para os próximos anos. Nesse sentido, acredita-se que iniciativas como a realizada nesse trabalho não devem ser avaliadas apenas pela redução no consumo de energia registrado, mas sim pelo seu potencial de propiciar um processo de construção do conhecimento que tenda a diminuir as barreiras, inclusive as relativas à falta de conhecimento, para o uso consciente da energia.

Quanto à experiência vivenciada pela aplicação da proposta junto aos alunos da modalidade EJA, foi possível concluir que, mais do que ensinar o uso racional de energia, a abordagem proporcionou aos estudantes uma aprendizagem significativa

baseada na avaliação crítica do seu contexto social. Nesse contexto, foi possível perceber a relevância da abordagem realizada, não apenas como uma possibilidade de sensibilizar os estudantes para as questões relacionadas à energia, mas também como uma estratégia para a construção e resgate da cidadania por uma parcela da população que não teve oportunidade de escolarização na idade própria.

As estratégias utilizadas se mostraram adequadas para se trabalhar com o público ao qual se destinavam e procuraram respeitar as condições culturais e sociais dos estudantes. Além da construção de novos conhecimentos por parte dos alunos, tão importantes para sua capacitação para o mercado de trabalho, essa abordagem abriu espaço para uma reflexão desses estudantes sobre seus direitos e deveres enquanto cidadãos.

No desenvolvimento deste trabalho, percebeu-se que as campanhas de educação do consumidor têm registrado pouco impacto em termos de redução do consumo, o que evidencia a necessidade de se intensificarem as ações para se promover, entre a população, bons hábitos em relação ao consumo de energia. Nesse sentido, é preciso que as campanhas tenham um caráter permanente e que sejam mais intensamente divulgadas pelas diferentes mídias, especialmente pela televisão, que é uma das principais fontes de informação da população. Nesse sentido, há a necessidade de rever o papel da mídia e “qualificar” a informação para que ela possa cumprir eficazmente o seu papel.

No que diz respeito à educação em energia no ambiente escolar, concorda-se com Dias (2003) que criar condições para que as pessoas construam seus próprios valores em bases sustentáveis não constitui uma atividade fácil e, especialmente nas escolas públicas, ações dessa natureza ainda esbarram em obstáculos como falta de material didático adequado, tempo escasso para a abordagem de todos os conteúdos pertinentes ao assunto, além da pouca disponibilidade de sugestões para se abordar o tema, entre outros. No entanto, tais ações educacionais proporcionam reflexões e podem ser um ponto de partida para uma mudança gradual nos padrões de consumo.

Pensando em futuras aplicações da proposta com outras turmas de EJA, sugere-se a inserção de mapas conceituais secundários nos eixos temáticos. Para o eixo temático “Energia, meio ambiente e sociedade” verificou-se a necessidade de se agregar ao

mapa principal um mapa secundário que trate especificamente da força de atrito, um item em que os alunos apresentaram bastante dificuldade de entendimento. Para o eixo temático “Uso racional da água” sugere-se a inserção de dois mapas conceituais secundários: um que aborde a questão da eutrofização das águas e outro que trate da questão da importância dos mananciais e da necessidade de sua preservação. Também sugere-se a inserção do conceito “água in natura” no mapa conceitual principal desse eixo temático.

Para trabalhos futuros, sugere-se também um acompanhamento do consumo de energia nas residências dos alunos em períodos posteriores a aplicação de propostas dessa natureza. Dessa forma, poderão ser realizados estudos a respeito do quanto duradouros podem ser os efeitos desse tipo intervenção, para se explorar ainda mais o potencial da educação em energia.

Sugere-se também a reformulação da proposta apresentada neste trabalho, visando a sua aplicação junto às turmas de Ensino Fundamental II e de Ensino Superior, especialmente nos cursos de Ciências Exatas

Outra sugestão de trabalho futuro consiste no desenvolvimento de cursos de capacitação de professores para trabalhar com a questão da energia, fazendo uso da proposta metodológica desenvolvida. Nesse contexto, sugere-se também a possibilidade de se atuar junto aos cursos de licenciatura.

No trabalho desenvolvido e nas sugestões de trabalhos futuros, em termos de educação em energia, procura-se levar em consideração a concepção freireana de que se a educação sozinha não pode transformar a sociedade e, sem ela, tampouco, a sociedade muda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, L. S. **Concepções de professores de matemática quanto à utilização de objetos de aprendizagem:** um estudo de caso do projeto RIVED – Brasil. 2005. 141f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica PUC/SP. São Paulo, 2005.

AUSUBEL, D. P. **The Psychology of Meaningful Verbal Learning.** New York: Grune & Stratton, 1963. 255p.

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology:** a cognitive view. Holt, Rinehart and Winston, Inc, 1978. 255p.

BACCARIN, J. G. **Cana-de-açúcar, verde e solta.** Disponível em:
< <http://www.fcav.unesp.br/baccarin/Artigo%20Cana%20Verde%20e%20Solta.doc>>.
Acesso em: 26 nov. 2010.

BARBOSA, R. C. **Taxa, preço público e tarifa:** distinção e aplicabilidade prática. 2005. Disponível em:< http://www.juspodivm.com.br/i/a/%7BA359D605-2221-45F9-A18E-B6DB73DE6B68%7D_7.pdf>. Acesso em: 30 set.2010.

BASTOS, C. A. R. **Curso Hipermídia Interativo de Física:** adaptação de um curso presencial através do uso e reuso de objetos de aprendizagem. 2005. 150f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Informática) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

BISPO, J. G. Intersdisciplinaridade: desafios à adoção de uma postura de superação de fronteiras. In: TRINDADE, D. F (org.); SILVA, E. R.; BISPO, J. G. (org.); TRINDADE, L. S. P. (org.); TEIXEIRA, R. R. P; TEDESCHI, W. **Temas especiais de educação e ciências.** São Paulo: Madras, 2004. p.19 – 25.

BOVO, V. G. O Uso do computador na educação de jovens e adultos. **Rev. PEC**, Curitiba, v.2, n.1, p.105-112, jul. 2001-jul. 2002. Disponível em: <http://www.bomjesus.br/publicacoes/pdf/revista_PEC/o_uso_do_computador_na.pdf>. Acesso em 20 jan.2010.

BRASIL. ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/>>. Acesso em: 29. nov. 2009.

BRASIL. EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Ministério de Minas e Energia. **Informe à Imprensa: Resultados Preliminares BEN-2010**. Rio de Janeiro: EPE, 2010. Disponível em: < http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20100429_1.pdf>. Acesso em 5 out. 2010.

BRASIL. EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Ministério de Minas e Energia. **Plano Decenal de Expansão em Energia (PDE) 2007-2016**. v.2. Rio de Janeiro: EPE, 2009. 229p.

BRASIL. MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático**. Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011. Brasília, 2005.

BRASIL. MME. Ministério de Minas e Energia. **Horário de verão: o que é e porque é adotado**. Brasília: MME, 2010. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/horarioverao/hdvoquee.html>>. Acesso em: 05 out. 2010.

BRAY, S. C.; FERREIRA, E. R. & RUAS, D. G. G. As políticas da agroindústria canavieira e o Proálcool no Brasil. Marília (SP): UNESP - Marília Publicações, 2000. 104 p.

CABRAL, A. R. Y. **Uma proposta metodológica para autoria de WBT**. 2001. 114f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.

CHIQUELTO, M., VALENTIM, B., PAGLIARI, E., **Aprendendo Física**, v.1, Ed. Scipione, São Paulo, 1986, 397p.

COMISSÃO EUROPÉIA DE ENERGIA. **Educação em matéria de energia**: Ensinar os consumidores de energia de amanhã. Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Européias, 2006. 38p.

COMISSÃO NACIONAL DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS. **Diretrizes Nacionais**. 1994. In: GADOTTI, M.; ROMÃO, J. E. (Orgs.). **Educação de jovens e adultos**: teoria, prática e proposta. 11ed. São Paulo: Cortez, 2010. cap.12, p.119-129. (Guia da escola cidadã v.5). Instituto Paulo Freire.

DANTAS, E. M. . Imagem e Educação: arqueologizando o tempo, a memória e a fotografia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO, 3, 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba : Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2004. p. 01-10.

DIAS, R. A. **Desenvolvimento de um modelo educacional para a conservação de energia**. 2003. 130f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica – Transmissão e Conversão de Energia). Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá. UNESP, Guaratinguetá, 2003.

DIAS, R. A.; MATTOS, C. R.; BALESTIERI, J. A. P. Energy education: breaking up the rational energy use barriers. **Energy Policy** ,n.32, p.1339–1347, 2004.

DIAS, R. A.; MATTOS, C. R.; BALESTIERI, J. A. P.; **Uso racional da energia: ensino e cidadania**. Ed. Unesp. São Paulo, 2006. 189p.

DIESEL, E. **Diesel:** Der Mensch, Das Werk, Das Schicksal, Hanseatische Verlagsgesellschaft, Hamburg, 1937.

ENCINAR J.M.; GONZÁLEZ J.F., 2007. RODRÍGUEZ - REINARES, A. Ethanolysis of used frying oil: Biodiesel preparation and characterization. **Fuel processing Technology**. n. 88. 2007. p. 513 - 522.

FELICIANO FILHO; PEREIRA JÚNIOR J. **Introdução ao Biodiesel**. 2007. Informativo Conselho Regional de Química CRQ – IV. Disponível em: < http://www.crq4.org.br/default.php?p=informativo_mat.php&id=249>. Acesso em : 13 dez. 2007.

FEYNMAM, R.; ,LEIGHTON, R. B. & SANDS,M. **The Feynman – Lectures on Physics** v.1 p. 4-1 Addison – Wesley Publishing Company – California, 1963.

FREIRE, P. Educação de Adultos: algumas reflexões. In: GADOTTI, M.; ROMÃO, J. E. (Orgs.). **Educação de jovens e adultos:** teoria, prática e proposta. 11ed. São Paulo: Cortez, 2010. cap.1, p.15-17. (Guia da escola cidadã v.). Instituto Paulo Freire.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.107p.

FURUKAWA, C. H. **A energia como um tema de estudos de Física no Ensino Médio:** uma abordagem interdisciplinar e contextualizada – um estudo de caso. 1999. 197f. Dissertação (Mestrado. Área de Concentração Energia). Programa de Pós-Graduação Inter-Unidas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

GADOTTI, M. **Pedagogia da Terra**. 6. ed. São Paulo: Peirópolis, 2000. 218p.

GADOTTI, M.; ROMÃO, J. E. (Orgs.). **Educação de jovens e adultos:** teoria, prática e proposta. 11ed. São Paulo: Cortez, 2010. 136p. (Guia da escola cidadã v.5). Instituto Paulo Freire.

GOLDEMBEG, J.; VILLANUEVA, L. D. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento**. 2 ed. São Paulo: EduSP, São Paulo, 2003, 227p.

GOLDIM, J. R. **O Princípio da Precaução**. 2002. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/bioetica/precau.htm>>. Acesso em: 01 out. 2010.

HAMMERSCHMIDT, D. O risco na sociedade contemporânea e o princípio da precaução no direito ambiental. **Seqüência**, Florianópolis, n. 45, p. 97-122, dez. 2002. Disponível em: <<http://www.buscalegis.ufsc.br/revistas/files/journals/4/articles/1227/public/1227-1241-1-PB.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2010.

HILUY, J. **História da Energia**. Disponível em: <http://www.fiec.org.br/artigos/energia/Historia_da_energia.htm>. Acesso em: 06 maio 2009.

JARDIM, A. **Álcool**: solução para o passado, presente e futuro. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/artigos_energia/alcool:_solucao_para_o_passado,_presente_e_futuro.html>. Acesso em: 27 dez. 2007.

JONASSEN, D. H.; BEISSNER, K.; YACCI, M. **Structural knowledge: techniques for representing, conveying, and acquiring structural knowledge**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1993.

LDB. Lei 9.394/96 – **Lei das Diretrizes e Bases da Educação Brasileira**. Art. 1o. § 1º. Brasileira, 1996.

LEITE, A. D. **A Energia do Brasil**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 658p.

LENZI, L. H. C. Aproximações possíveis entre a Educação de Jovens e adultos e a perspectiva histórico-cultural a partir do registro fotográfico. **Teias**, Rio de Janeiro, ano 4, n.7-8, jan/dez, 2003.

MARTIN, D. F. **A aprendizagem em Paulo Freire e Piaget**. 2007. 53f. Monografia (Graduação em Pedagogia). Faculdade de Ciências – Universidade estadual Paulista, Campus de Bauru. Bauru, 2007.

MATIAS, V. R. S. Energia e indústria no ensino fundamental e médio: análise crítica e proposta didática. Uberlândia. **Caminhos da Geografia**, v 15, 2005. p. 48-61. Disponível em: <http://www.ig.ufu.br/revista/volume15/artigo6_vol15.pdf> Acesso em: 23 ago. 2008.

MENDES, R. M; SOUZA, V. I.; CAREGNATO, S. E. A propriedade intelectual na elaboração de objetos de aprendizagem. *In: ENCONTRO NACIONAL DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO*, 5, 2004, Salvador. **Proceedings On-line...** Salvador: CINFORM, 2004. Disponível em: <http://dici.ibict.br/archive/00000578/01/propriedade_intelectual.pdf>. Acesso em: 12 maio 2010.

MESQUITA, A. M.; FRANCO, F. M. **Eficiência energética e uso racional de energia**: estudo de caso. 2003. Projeto Final (Graduação em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2004.

MORAES, N., BIJELA, V.T. Educação odontológica. **Dent.**, v.36, n.3, p.3007, maio/jun. 1982. Disponível em : <http://www.enapet.ufsc.br/anais/PROJETO_SEMPRE_SORRINDO.pdf>. Acesso em 20 jan. 2010.

MORAN, J. M. **Desafios da televisão e do vídeo à escola**. 2002. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/prof/moran/desafio.htm> >. Acesso em: 05 dez. 2009

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um encontro subjacente. *In: ENCUESTRO INTERNACIONAL SOBRE EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO*, 1, 1997, Burgos. **Anais...** Burgos, Espanha: Universidad de Burgos, 1997. p.19-44

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educação Científica**, 2005. v. 4, n. 2. p. 38-44.

NYIMI, D. R. **O paradigma complexo: A energia e a educação**. 2006. 83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia - Área de Concentração Sistemas de Potência). Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

O LÍQUIDO mais precioso. **Guia do Estudante e Atualidades: Vestibular + ENEM** 2011, São Paulo, n.12, p.194-199, jun. 2010. Seção Ciências e Meio Ambiente. Semestral.

ONTORIA, A.; LUQUE, A.; GÓMEZ, J. P. R. **Aprender com mapas mentais: uma estratégia para pensar e estudar**. 2 ed. São Paulo: Madras, 2006. 168p.

PCNEM – **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. MEC/SEMTEC, Brasília, 1999. Disponível em: < <http://www.mec.gov.br/semtec/ensmed/pcn.shtm>>. Acesso em: 20 jul. 2009.

PCN+ **Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Grande Área Linguagens, Códigos e suas Tecnologias. Ministério da Educação - MEC. Brasília, 2002. Disponível em: < <http://www.mec.gov.br/semtec/ensmed/ftp/Linguagens.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2009.

PEDRINI, A. de G. (org) **Educação Ambiental: reflexões e práticas contemporâneas**. 1 ed. Petrópolis: Vozes, 1997, 294p.

PEREIRA, T. E. B., SAUMA FILHO, M. Educação ambiental: subsídios para sensibilização de estudantes sobre a questão energética. *In: REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PLANETÁRIOS*, 12, 2007, São Paulo. **Anais...** 1 CD ROM.

PIMENTEL, G., ZALTZMAN, C., LEONELLI, P. A., PIRES, C. A. P., GELLER, H., SOUZA, R. C. Atitudes do consumidor brasileiro quanto à conservação de energia elétrica. *In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA*, 15, 1999, Foz do Iguaçu. **Anais...Itaipu**, Foz do Iguaçu, 1999. 1CD-ROM.

PIMENTEL, M. S., B2, B3, B4, B5...**Panorama Rural**. Ano X. n. 111, 2008.

PIMENTEL, R. F., MIGUEZ, J. D. G. Um modelo de simulação de cenários energéticos estaduais. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO*, 1, 1999, **Anais...**Campinas: v.4, p. 257-26.

PUGA, L. Z. ; BIANCHINI, B. L. . Elaborando Mapas Conceituais num contexto matemático através de Cmap. *In: ENCONTRO GAÚCHO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 1, 2006, Caxias do Sul: EGEM, 2006. v. 1. p. 1-6.

QUADROS, A. L. Água como tema gerador do conhecimento químico. **Química Nova Escola**. n.20, Nov. 2004. Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc20/v20a05.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2009.

RIOS, A. W. S. TEIXEIRA, R. C. AKAMATSU, J. I. Educação em energia: fator essencial de mudança comportamental para o uso racional de energia. **Revista Ciências Exatas**. Taubaté, v.12, n. 2, p. 57 – 61, 2006.

ROMÃO, J. E. Educação de Adultos: problemas e perspectivas. In: GADOTTI, M.; ROMÃO, J. E. (Orgs.). **Educação de jovens e adultos: teoria, prática e proposta**. 11ed. São Paulo: Cortez, 2010. cap.4, p.41-58. (Guia da escola cidadã v.5). Instituto Paulo Freire.

SAAD, E. B. **Etanólise do óleo de milho empregando catalisadores alcalinos e enzimáticos**. 2005. 115f. Dissertação (Mestrado em Química – Área de Química Orgânica). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

SALES, J. C.; SOMBRA, A. S. B.; FURTADO FILHO, A. F. G.; ALMEIDA, J. S. A Importância do Biodiesel Para o Meio Ambiente. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 1, 2006, Natal. **Anais eletrônicos...** Natal: CONNEPI, 2006. Disponível em: <http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20090202_095004_IND051.pdf>.

Acesso em: 12 jun. 2008.

SANTO, G. E. Planejamento institucional e democratização da energia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 1, 1989, Campinas. **Anais...** Campinas: SBPE, 1989, v.1, p. 23-36.

SANTOS, F. M. S. M. ; SANTOS, F. A. C. M. Células de combustível. **Millenium on line**, Viseu, Portugal. n. 29, jun. 2004. Disponível em: <<http://www.ipv.pt/millenium/Millenium29/21.pdf>>. Acesso em 04 out. 2010.

SANTOS, F. M. S. M. ; SANTOS, F. A. C. M. O Combustível “hidrogênio”. **Millenium on line**, Viseu, Portugal. n. 31, maio 2005. Disponível em: <<http://www.ipv.pt/millenium/Millenium31/15.pdf>>. Acesso em 04 out. 2010.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Conceitos para se fazer educação ambiental**. Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Educação Ambiental. 3 ed. São Paulo: A Secretaria, 1999. 48p. Série educação ambiental. ISSN 0103-2658.

SEBRAE – Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cartilha Biodiesel SEBRAE**. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/Cartilha_Sebrae.pdf> Acesso em 12 dez. 2006.

SERRANO, D. **Teoria de Maslow**. Portal do Marketing. 2000. Disponível em: < <http://www.portaldomarketing.com.br/Artigos/maslow.htm>>. Acesso em: 08 out. 2010.

SILVA, F. E. **Uso racional de energia elétrica na classe residencial**: estudo de caso com alunos do Ensino Médio. 2006. 135f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica Área de Transmissão e Conversão de Energia) – Faculdade de Engenharia, Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá, 2006.

SILVA, F. E.; SENA, G. J.; FISCARELLI, S. H. Educação e energia: rumo ao desenvolvimento sustentável. **Rev. ciênc. exatas**, Taubaté, v. 12, n. 2, p. 115-120, 2006.

SILVA, M.V.M ; BERMANN, C. Estrutura de planejamento energético para pequenas comunidades da Amazônia. *In*: ENCONTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA AMAZÔNIA, 1, 1999. Belém. **Anais...** Belém: UFPA/GEDAE/CT, 1999. 1CD-ROM;

SILVA, M.V.M; BERMANN, C. O planejamento energético como ferramenta de auxílio às tomadas de decisão sobre a oferta de energia na zona rural. *In*: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4, 2002, Campinas. **Anais eletrônicos...** Campinas:AGRENER,2002.Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022002000200034&script=sci_arttext>. Acesso em 12 jan. 2010.

SILVA, R. T. **Energia - uma propriedade dos sistemas:** Uma breve discussão sobre o conceito de energia. Disponível em: <<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/objetosaprendizagem/Rived2008/04ConservacaodaEnergia/Html/ConceitoEnergia.html>> . Acesso em 01 nov. 2008..

SOUZA, R. A. B. **Energia solar: vantagens do investimento desta fonte de energia alternativa na região do nordeste.** Monografia (Pós-Graduação *Lato Sensu* em Fontes Alternativas de Energia). 2005. 49f. Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2005.

TAROUCO, L. M. R. ; FABRE, M. C. J. M.; TAMUSIUNAS, F. R. Reusabilidade de objetos educacionais. **Revista Novas Tecnologias na Educação.** Porto Alegre, v. 1, n. 1, fevereiro, 2003, p. 1-11. Disponível em: <http://www.cinted.ufrgs.br/renote/fev2003/artigos/marie_reusabilidade.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2008.

TAROUCO, L. M. R.; OTSUKA, J.; VIT, A. R. **Suporte para atividades de grupo.** Disponível em: <<http://penta2.ufrgs.br/edu/colaborede/groupware/sld001.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

TAVARES, R. Aprendizagem Significativa. **Revista Conceitos.** n.55, 2004, p.10

TAVARES, R. Aprendizagem Significativa e o ensino de ciências. **Revista Ciência & Cognição.** v.13. p.94-100. 2008. Disponível em:<<http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v13/m318229.pdf>>. Acesso em 04.nov.2009

TAVARES, R., SANTOS. J. N. Advance organizer and interactive animation. *In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA*. 1. Maragogi, 2003. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.fisica.ufpb.br/~romero/objetosaprendizagem/Rived/04ConservacaodaEnergia/Textos/AIOPIVEIAS.pdf>>. Acesso em 20 mai. 2009.

TEIXEIRA, R. C. **Desenvolvimento de Tecnologia Educacional para o Uso Racional de Energia**. 2008. 220f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica. Área de Transmissão e Conversão de Energia) – Faculdade de Engenharia, Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá, 2008.

TEIXEIRA, A. P. G. C.; TEIXEIRA, R. C.; TOYOHARA, D. Q. K.; SENA, G. J.; AKAMATSU, J. I. Biodiesel de óleo de fritura e etanol: explorando novas perspectivas para a educação ambiental e potenciais para geração de renda. *In: INTERNATIONAL CONGRESS UNIVERSITY-INDUSTRY COOPERATION*. 3, 2008, Ubatuba. **Anais eletrônicos...** Ubatuba: Unitau, 2008a. 1CD-ROM.

TEIXEIRA, R. C.; TEIXEIRA, A. P. G. C.; SENA, G. J.; AKAMATSU, J. I. Uso racional de energia elétrica no setor residencial: um tema para a promoção da interação entre a universidade e as escolas de nível médio. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 36, 2008, São Paulo. **Anais eletrônicos...**São Paulo: ABENGE, 2008b. 1CD-ROM.

TEIXEIRA, A. P. G. C.; TEIXEIRA, R. C.; SENA, G. J., AKAMATSU, J. I. Uma proposta metodológica para a abordagem do tema conservação e eficiência energética na educação de jovens e adultos. *In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA E COMPUTAÇÃO*. 6, 2009, Buenos Aires. **Anais eletrônicos...**São Paulo: COPEC, 2009. 1 CD-ROM.

TESSMER, H. **Uma síntese da histórica evolução do consumo de energia pelo Homem.** 2002. Disponível em: <<http://www.liberato.com.br/upload/arquivos/0131010716090416.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2010.

TRIGUEIRO, A. **Mundo sustentável:** Abrindo espaço na mídia para um planeta em transformação. 1 ed. São Paulo: Ed. Globo, 2005. 304p.

VIANA, F.G. **Relacionamento planejadores energéticos e jornalistas:** a análise da crise energética de 2001. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Planejamento de Sistemas Energéticos) 2004. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica. Campinas, 2004.

WANDERLEY, M. T.; NOSÉ, C. C.; CORRÊA, M. S. N. P. Educação e motivação na promoção da saúde bucal. In: CORRÊA, M. S. N. P. **Odontopediatria na primeira infância.** 2ª ed. São Paulo: Santos, 1999. Cap.28. p.389-402.

WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy. In: WILEY, D. A (Ed.). **The instructional use of Learning Objects:** Online Version. 2000. Disponível em: <<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>. Acesso em: 12 mar. 2008.

SZMRECSÁNYI, T. **O planejamento da agroindústria canavieira do Brasil (1930-1975).** São Paulo: HUCITEC/UNICAMP, 1979. 540 p.

ANEXO A – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Nome:

ID eletrônico:

Número da instalação:

Idade:

Tempo afastado da escola:

Número de pessoas na sua residência:

Renda familiar

- ☐ até 3 salários-mínimos
- ☐ de 3 até 5 salários mínimos
- ☐ mais de 5 salários mínimos

Sua principal atividade econômica:-----

Sua principal intenção em buscar a escolaridade:

- ☐ intenção de ingresso no ensino superior
- ☐ criar melhores condições para entrar ou se manter no mercado de trabalho
- ☐ aquisição de novos conhecimentos
- ☐ outras (especifique) -----

Você faz uso do computador?

- ☐ Não possuo computador e não faço uso dele
- ☐ Não possuo computador, mas faço uso no trabalho
- ☐ Possuo computador, mas dificilmente uso
- ☐ Possuo computador e uso com frequência
- ☐ Faço uso do computador em *lan houses*
- ☐ Faço uso do computador na escola
- ☐ Faço uso do computador nas casas de amigos

Você acessa a *Internet*?

- ☐ Nunca acessei e não me interesse pelo assunto
- ☐ Acesso todos os dias
- ☐ Acesso toda semana
- ☐ Raramente acesso
- ☐ Acesso uma ou duas vezes por mês
- ☐ Dedico mais de 6 horas por dia acessando
- ☐ Nunca acessei, mas me interesse em poder acessar

Qual seu maior interesse na *Internet*?

- ☐ Lazer
- ☐ Busca de informação
- ☐ Comunicação ☐ Serviços
- ☐ Treinamento e educação
- ☐ Outros (especifique) -----

Qual seu nível de interesse por assuntos sobre economia de energia?

- ☐ muito baixo
- ☐ Baixo
- ☐ Médio
- ☐ Alto
- ☐ muito alto

Qual sua maior Preocupação em relação ao uso racional de energia?

- ☐ Preocupação com o meio ambiente
- ☐ Preocupação com o orçamento familiar
- ☐ Preocupação com possíveis faltas de energia
- ☐ preocupação com o bem estar da sociedade
- ☐ preocupação com a economia do país
- ☐ outras preocupações (especifique) -----

Na sua opinião, quais são as principais fontes de desperdício de energia na sua casa?

ANEXO B – QUESTÕES PARA A AVALIAÇÃO DOS ALUNOS SOBRE A PROPOSTA

Dê a sua opinião sobre a proposta sobre energia desenvolvida durante o curso (todo o Ensino Médio):

() RUIM

() REGULAR

() BOM

() MUITO BOM

Justifique sua resposta, fazendo um comentário sobre as experiências que o desenvolvimento da proposta pôde lhe proporcionar.

ANEXO C – AMOSTRAS DOS TRABALHOS DESENVOLVIDOS PELOS ALUNOS

C.1 Elementos fotografados pelos estudantes, relativos aos diferentes usos da energia pela sociedade



Figura C.1: *Uso da energia elétrica pela sociedade*



Figura C.2: *Utilização de combustíveis automotores e da energia eólica*



Figura C.3: Rio Paraíba do Sul, importante fonte de abastecimento de água no vale do Paraíba



Figura C.4: Tela inicial da apresentação desenvolvida pelos alunos sobre os diversos usos da energia pela sociedade

C.2 Gráficos representativos do consumo de energia nas residências dos alunos

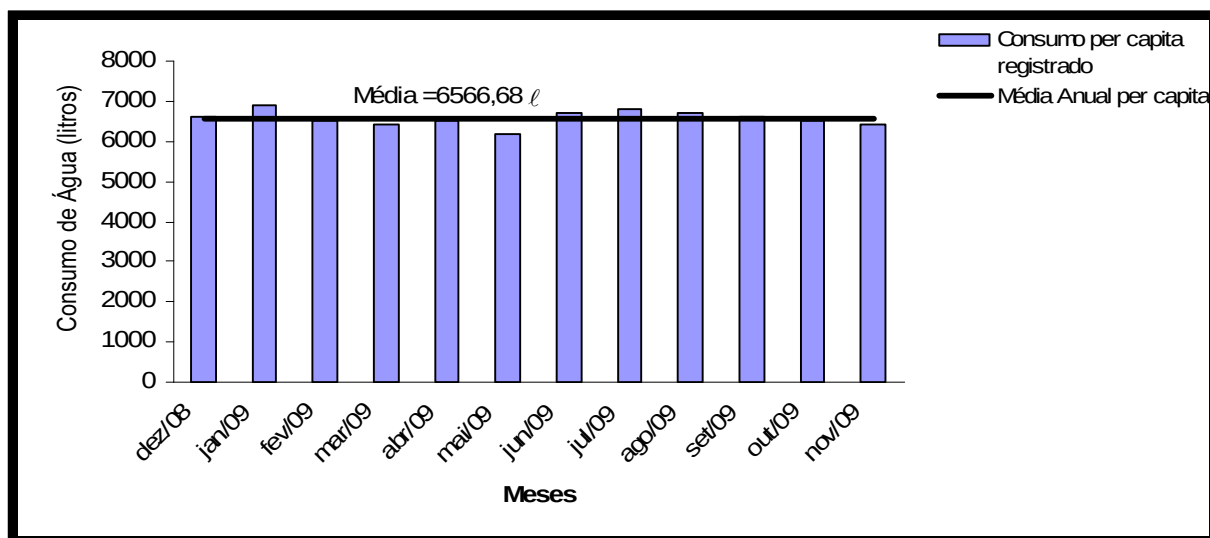


Figura C.5: Gráfico representativo do consumo mensal per capita de água na residência de um dos estudantes

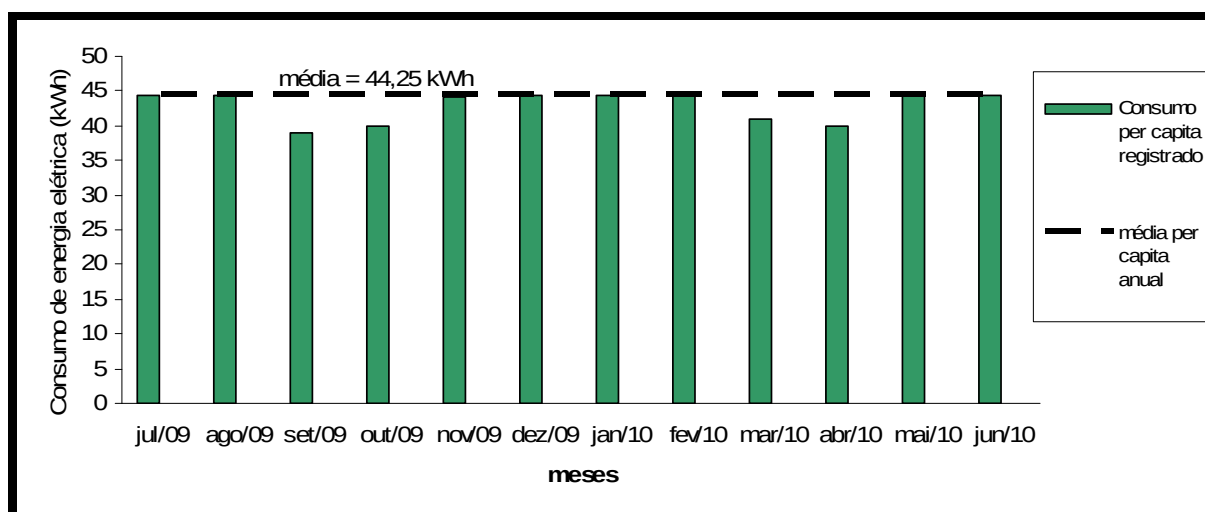


Figura C.6: Gráfico representativo do consumo mensal per capita de energia elétrica na residência de um dos estudantes