

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

A TEMÁTICA DA ENERGIA PROPOSTA ATRAVÉS DE TEMAS
GERADORES PARA A SEXTA-SÉRIE DO ENSINO
FUNDAMENTAL

Márcia Frank de Rodrigues



Porto Alegre

2010

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**A TEMÁTICA DA ENERGIA PROPOSTA ATRAVÉS DE TEMAS GERADORES
PARA A SEXTA-SÉRIE DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Márcia Frank de Rodrigues

Dissertação realizada sob a orientação da Prof^a. Dra. Flávia Maria Teixeira dos Santos e do Prof. Dr. Fernando Lang da Silveira, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Porto Alegre

2010

Ao Leonardo, meu
pequeno furacão.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelas oportunidades concedidas até hoje.

À Regina, minha mãe, a maior incentivadora, que sempre confiou em meu potencial e determinação.

Ao Genário, meu pai, por oportunizar novas descobertas sempre acreditando na minha capacidade.

Ao Cléber, meu marido, pelo carinho, compreensão e auxílio na confecção de equipamentos.

À Prof^ª. Dra. Flávia Maria Teixeira dos Santos, pela paciência, dedicação, amizade, confiança, competência e comprometimento.

Ao Prof. Dr. Fernando Lang da Silveira, pelos ensinamentos e contribuições dadas.

Aos colegas de Mestrado, Juleane e Rodrigo, pelo apoio e amizade.

À colega e amiga Eunice, pelo empenho e incentivo no processo inicial desta caminhada.

À Denise, por ter abdicado do seu tempo livre para me auxiliar na correção e finalização deste trabalho.

Aos familiares e amigos pelas palavras de carinho e motivação.

RESUMO

Neste trabalho, propõe-se o estudo da temática da Energia e de suas aplicações de forma que os alunos se apropriem do conhecimento científico relacionando-o com o seu dia a dia. O objetivo deste projeto foi realizar uma experiência docente buscando ensinar a Física de modo contextualizado, de forma que esta se torne significativa e atraente para que os alunos se sintam instigados a vincular sua realidade e o seu cotidiano com a teoria que eles aprendem em sala de aula. Seguindo a proposta de Paulo Freire (1996, 2004), no planejamento e desenvolvimento do programa de ensino deste trabalho, fez-se uso da educação dialógica e dos temas geradores. A partir do tema gerador Energia, os conteúdos previstos para serem abordados foram subdivididos em três módulos: Módulo I - Energia Elétrica, Módulo II - Energia Solar e Módulo III - Energia Eólica. Cada um desses módulos foi estruturado seguindo a proposta dos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1992): problematização inicial, organização do conhecimento e generalização do conhecimento. Os módulos são interrelacionados e neles constam: definição, formas de obtenção, vantagens e desvantagens, atividades experimentais, bem como aplicações atuais dessas formas de energia. Por meio da utilização de instrumentos de levantamento de dados verificou-se que os alunos apresentaram-se motivados, estimulados e desafiados durante a realização desta experimentação didática, principalmente por terem se tornado agentes transformadores e críticos do saber por eles produzido. Também, mostraram-se satisfeitos ao perceber que a sistematização do conhecimento gerado na escola ia ao encontro do que cada um vivia cotidianamente.

ABSTRACT

This paper proposes to study the issue of Energy and its applications so that students get acquainted of scientific knowledge and can relate it to their daily lives. The main purpose of this project was to perform a didactic teaching experience aiming to teach Physics in a contextualized way, so that it becomes enough meaningful and attractive that students feel encouraged to link their reality and their daily lives with the theory they learn in classroom. According to the proposal of Paulo Freire (1996 - 2004) in the planning and development of the teaching experiment, the dialogical education and generating themes was the base of this work. After the theme generator Energy being set, the discussed topics were divided into three modules: Module I - Electricity, Part II - Solar Energy and Module III - Wind Energy. Each of these modules was structured following the proposal of the three pedagogical moments of Delizoicov and Angotti (1992): initial questioning, knowledge organization and generalization of knowledge. The modules are interrelated and they include: the definition, forms of production, the advantages and disadvantages, experiments, and the current applications of these forms of energy. By the use of information survey instruments, it was checked that students showed up motivated, encouraged and challenged during the course of this trial teaching, mainly because they have become agents of change and critical knowledge produced by them. Also, they were satisfied to see that the systematization of knowledge generated in the school was in line with what each one lived daily.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 - Circuito elétrico simples confeccionado por Gus. | 32 |
| FIGURA 2 - Circuito elétrico simples confeccionado por Aise. | 32 |
| FIGURA 3 - Circuito elétrico simples (vista lado esquerdo) confeccionado por Dig e Leo. | 33 |
| FIGURA 4 - Circuito elétrico simples (vista lado direito) confeccionado por Dig e Leo. | 33 |
| FIGURA 5 - Circuito elétrico simples confeccionado por Rog. | 33 |
| FIGURA 6 - Cartaz confeccionado pelo grupo 1. | 35 |
| FIGURA 7 - Cartaz confeccionado pelo grupo 4. | 35 |
| FIGURA 8 - Fogão Solar confeccionado pelo grupo 3. | 50 |
| FIGURA 9 - Fogão Solar confeccionado pelo grupo 4. | 50 |
| FIGURA 10 - Desenho da turbina eólica do experimento 2 por And. | 55 |
| FIGURA 11 - Desenho da turbina eólica do experimento 2 por Gui G. | 56 |
| FIGURA 12 - Desenho da turbina eólica do experimento 2 por Ama O. | 56 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| GRÁFICO 1 - Número de alunos que ingressaram na 6ª série. | 27 |
| GRÁFICO 2 - Disciplinas que representavam maiores desafios para os alunos. | 28 |
| GRÁFICO 3 - Disciplinas com melhor desempenho. | 28 |
| GRÁFICO 4 - Opiniões dos alunos sobre os Módulos de Ensino (N = 25). | 61 |
| GRÁFICO 5 - Opiniões dos alunos sobre o material didático utilizado em sala de aula (N = 25). | 62 |
| GRÁFICO 6 - Opiniões dos estudantes em relação às atividades experimentais de Ciências (N = 25). | 63 |
| GRÁFICO 7 - Opiniões dos alunos em relação aos trabalhos orais e escritos (N = 25). | 64 |
| GRÁFICO 8 - Opiniões dos alunos sobre a sua conduta durante os Módulos de Ensino (N = 25). | 65 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| QUADRO 1 - Organização dos grupos de trabalho. | 34 |
| QUADRO 2 - Desempenho dos alunos no exercício número 4. | 37 |
| QUADRO 3 - Desempenho dos alunos na avaliação de Ciências. | 42 |
| QUADRO 4 - Dados coletados na realização da experiência do Fogão Solar. | 52 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 1 - Resultados dos alunos nas questões do ENEM referentes ao Módulo II – Energia Solar. | 51 |
| TABELA 2 - Resultados dos alunos nas questões do ENEM referentes ao Módulo III – Energia Eólica. | 57 |
| TABELA 3 - Relação entre os tipos de Energia citadas pelos alunos e as categorias que classificam as suas utilidades para o homem. | 68 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 15 |
| 2.1. PAULO FREIRE E OS TEMAS GERADORES | 15 |
| 2.2. TEMAS GERADORES NO ENSINO DE FÍSICA | 16 |
| 2.3. APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA FACE À APROPRIAÇÃO DE UM REFERENCIAL TEÓRICO | 18 |
| 3. DELIMITAÇÃO DA TEMÁTICA E ORGANIZAÇÃO METODOLÓGICA | 21 |
| 3.1. ENERGIAS RENOVÁVEIS: A ESCOLHA DO TEMA GERADOR | 21 |
| 3.2. APRESENTAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO PRELIMINAR | 23 |
| 3.3. CONTORNO METODOLÓGICO DA PESQUISA | 24 |
| 4. A CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO DA EXPERIMENTAÇÃO | 26 |
| 4.1. CONTEXTO | 26 |
| 4.2. PRIMEIRAS IMPRESSÕES E CARACTERÍSTICAS DA TURMA | 27 |
| 5. DESCRIÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO DIDÁTICA | 30 |
| 5.1. MÓDULO I – ENERGIA ELÉTRICA | 30 |
| 5.2. MÓDULO II – ENERGIA SOLAR | 45 |
| 5.3. MÓDULO III – ENERGIA EÓLICA | 53 |
| 6. DISCUSSÕES DOS RESULTADOS | 60 |
| 7. CONCLUSÕES | 69 |
| 8. BIBLIOGRAFIA | 70 |
| APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DAS AULAS DE CIÊNCIAS | 72 |
| APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL | 75 |

1 INTRODUÇÃO

A Física como componente curricular aparece apenas no Ensino Médio, mas acontece ao longo de toda a vida do indivíduo. O contato que nossos alunos têm com essa ciência ao longo do Ensino Fundamental se dá através da disciplina de Ciências, momento em que são trabalhados apenas significados de conceitos físicos (Força, Energia, Potência, etc.), distanciados da realidade e, na maioria das vezes, complexos para a faixa etária dos alunos. Física não é um aglomerado de fórmulas e conceitos abstratos, ela é fundamental para a explicação de fenômenos e a apropriação de conhecimentos na vida das pessoas. Sendo assim, o estudo da Física na idade mais tenra do educando é imprescindível, pois auxilia no entendimento de questões básicas que incentivam o aluno no aprendizado dessa disciplina que, muitas vezes, o assombra no Ensino Médio.

Se esse primeiro contato for agradável, se fizer sentido para as crianças, elas gostarão de Ciências e a probabilidade de serem bons alunos nos anos posteriores será maior. Do contrário, se esse ensino exigir memorização de conceitos além da adequada a essa faixa etária e for descompromissado com a realidade do aluno, será muito difícil eliminar a aversão que eles terão pelas Ciências. (CARVALHO et al., 1998, p. 6).

Como há uma forte preocupação com o nível de aprendizado com o qual os alunos têm chegado ao Ensino Médio e na busca por melhorias na aprendizagem dos mesmos, foi proposta uma reformulação curricular no ensino de Ciências de 5^a a 8^a séries, em 2005, na Escola Estadual de Ensino Médio Guilherme de Almeida. Esta reformulação foi realizada em consonância com as Orientações Curriculares do Ensino Fundamental previstas nos PCNs.

Buscando superar a abordagem fragmentada das Ciências Naturais, diferentes propostas têm sugerido o trabalho com temas que dão contexto aos conteúdos e permitem uma abordagem das disciplinas científicas de modo inter-relacionado, buscando-se a interdisciplinaridade possível dentro da área de Ciências Naturais. (BRASIL, 1998, p. 27).

Nessa proposta fez-se um estudo mais qualificado e abrangente de Biologia, Física e Química, pois ao longo de cada uma das séries finais do Ensino Fundamental os alunos têm contato mais direto com cada uma dessas disciplinas. No que diz respeito ao conteúdo de Física, observa-se que na 5^a série estuda-se, por exemplo, Astronomia e Magnetismo; na 6^a série, Empuxo, Matéria, Energia e Unidades de Medida; na 7^a série, Movimento, Força e

Calor e na 8ª série, Ondas, Som, Luz, Eletricidade e Radioatividade. A abordagem desses conteúdos é conceitualmente adequada ao nível de escolaridade de cada uma das séries citadas.

A princípio essa mudança curricular gerou desconforto nos professores que preferiram usar suas metodologias tradicionais. Apesar das resistências do corpo docente da escola, a autora desta dissertação considerou válido utilizar uma metodologia diferenciada em suas aulas, implementando um trabalho sobre o tema Energia. A opção por este tema foi devido à grande importância do assunto na atualidade onde há a necessidade de se conscientizar os alunos para o uso racional da Energia, bem como, trabalhar fontes alternativas e renováveis de captação da mesma.

Trabalhar a Física, aos poucos, ao longo das séries finais do Ensino Fundamental, fará com que os educandos consigam compreender a Física como uma atividade humana, pois o desenvolvimento da mesma possui forte vínculo com as necessidades econômicas e sociais. Observa-se este fato quando analisamos os resultados obtidos pelos primeiros astrônomos que resolveram problemas de sistemas de referência (localização) e tempo (calendário). Essas soluções foram de vital importância para o estabelecimento de rotas de comércio e para o plantio sazonal de sementes. Galileu resolveu um problema perseguido, principalmente, pela indústria bélica da época: o lançamento oblíquo (movimento parabólico). Carnot desenvolveu a termodinâmica, através da pesquisa aplicada a máquinas a vapor (máquinas térmicas). O raio laser e os dispositivos semicondutores possuem atualmente um largo espectro de aplicação em toda a indústria. A busca por novas fontes alternativas de energia limpa para suprir a escassez do petróleo e diminuir a emissão de dióxido de carbono, responsável pelo aquecimento global e mudanças climáticas, é uma preocupação mundial.

É importante que os alunos percebam que a Física é uma Ciência que favorece o progresso tecnológico e, portanto, influencia a vida nas sociedades constituídas.

As Ciências Naturais, e a Física em particular, enquanto áreas de conhecimento construídas têm uma história e uma estrutura que, uma vez apreendidas, permitem uma compreensão da natureza e dos processos tecnológicos que permeiam a sociedade. Qualquer cidadão que detenha um mínimo de conhecimento científico pode ter condições de utilizá-lo para as suas interpretações de situações de relevância social, reais, concretas e vividas, bem como aplicá-lo nessas e em outras situações. (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1992, p. 17).

O aprendizado da Física traz a realidade como pano de fundo, basta ligar teoria à prática. Este elo deve ser apresentado pelo professor que, agindo como mediador, levará à

desmistificação da Física. Esse estudo é essencialmente apaixonante e prazeroso, pois no momento em que o aluno consegue interagir e relacionar o cotidiano na construção do seu conhecimento científico será atingido o principal objeto da aprendizagem da disciplina

A proposta deste trabalho é permitir, de uma maneira gratificante, que os alunos da disciplina se apropriem do conhecimento científico relacionando-o com o seu dia-a-dia através do estudo da temática da Energia e de suas aplicações. Ressaltando-se que a demanda crescente por energia, o uso do petróleo e o efeito estufa são preocupações globais, o que transforma a busca por fontes alternativas de energia uma atividade imprescindível. O entendimento físico dessa problemática se faz necessário pelos alunos e cabe aos professores a tarefa de auxiliá-los a se tornarem capazes de compreender e transformar as informações veiculadas nos meios de comunicação, tornando-os cidadãos críticos e atuantes em suas comunidades.

No Capítulo 2, apresenta-se o referencial teórico que norteou as ações pedagógicas implementadas no desenvolvimento deste trabalho. Utilizou-se as teorias de Paulo Freire, Demétrio Delizoicov e José Andre Angotti para a elaboração de uma sequência didática onde o tema gerador Energia é abordado de maneira dialógica através dos três momentos pedagógicos, denominados problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

No Capítulo 3, apresenta-se a fundamentação teórica que culminou com a escolha do tema gerador Energia e descrevem-se aspectos relevantes da turma piloto de 6^a série onde a proposta metodológica foi aplicada. Também, neste capítulo, são apresentados os contornos metodológicos da pesquisa.

No Capítulo 4, o objetivo foi informar o leitor sobre as condições de produção e realização da experiência didática; caracterizou-se o contexto escolar de aplicação da experimentação didática, e ainda, fez-se o perfil da turma em que este trabalho foi aplicado.

No Capítulo 5, descrevem-se as atividades realizadas durante a experimentação didática. Para isso apresenta-se a sequência da realização e alguns acontecimentos ilustrativos que foram registrados no diário de campo da professora-pesquisadora. Os alunos não foram identificados por seus verdadeiros nomes, mas por siglas, a fim de preservar a identidade dos mesmos. No capítulo 6, são apresentados os resultados da pesquisa, foi observado que a partir da mediação dos saberes individuais a professora-pesquisadora formalizava o conhecimento científico em conformidade com a proposta de trabalho; promovendo a discussão de aspectos relevantes para a dinâmica das aulas, bem como a conclusão geral do trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PAULO FREIRE E OS TEMAS GERADORES

Segundo a proposta de Paulo Freire, em *Pedagogia da Autonomia* (1996) e em *Pedagogia do Oprimido* (2004) é central a importância da educação dialógica, pois o processo de ensino e aprendizagem somente adquire sentido se existe uma real troca de significados entre o professor e os alunos. Neste caso, é imprescindível o desenvolvimento da capacidade de se comunicar, ou seja, ambos devem estar receptivos para perguntar, ouvir, analisar, responder, interagir, trocar, transformar. Com isso, o processo educacional se torna mais prazeroso, instigante e desafiador.

Estimular a pergunta, a reflexão crítica sobre a própria pergunta, o que se pretende com esta ou com aquela pergunta em lugar da passividade em face das explicações discursivas do professor, espécies de respostas a perguntas que não foram feitas. [...] A dialogicidade não nega a validade de momentos explicativos, narrativos em que o professor expõe ou fala do objeto. O fundamental é que professor e alunos saibam que a postura deles, do professor e dos alunos, é dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto fala ou enquanto ouve. (FREIRE, 1996, p. 86).

Para Freire a educação é um processo contínuo, no qual deve haver uma forte preocupação com os saberes que os alunos trazem para a escola, ou seja, deve-se respeitar a realidade dos educandos, a linguagem, a concepção de mundo e o nível de desenvolvimento. Instigá-los a emitir suas opiniões com clareza sobre os assuntos que estão sendo abordados no momento em sala de aula e, com o grupo, esclarecer, organizar e sistematizar o conhecimento faz com que o trabalho tenha sentido, tanto para o professor quanto para os alunos.

É preciso, sobretudo, e aí já vem um desses saberes indispensáveis, que o formando, desde o princípio mesmo de sua experiência formadora, assumindo-se como sujeito também da produção do saber, se convença definitivamente de que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou construção. (op.cit., p. 22).

Com essa abordagem o autor propõe a superação de uma “educação bancária” que se caracteriza pela transmissão do conhecimento, onde os professores depositam os conteúdos que devem ser aprendidos em seus alunos que são receptivos e dóceis.

A nova abordagem instalada, denominada dialógica se caracteriza pela troca de saberes entre professores e educandos, sempre levando em consideração a bagagem cultural

de cada indivíduo. O diálogo é a chave das interações e o professor deve sempre estimular a curiosidade, a criatividade e o espírito investigador de seus alunos.

Freire em sua proposta pedagógica fez-se valer de “palavras geradoras” para alfabetizar adultos. Estes termos deveriam fazer parte da vida dos alunos, ou seja, tinham que ser parte do contexto social dos mesmos. Neste processo de contextualização do ensino, as “palavras geradoras” evoluíram para temas geradores. Ao trabalhá-los existe a necessidade de se escolher um assunto que seja relevante para a comunidade escolar.

Um dos traços fundamentais do Tema Gerador é seu caráter múltiplo, ou melhor, a capacidade de abarcar em si, em estado latente, uma rede de assuntos mais ou menos extensa, assuntos que vêm à tona ou não, segundo a dinâmica de sala de aula (CITELLI, 1993, p. 95).

Paulo Freire fornece uma teoria geral para o tratamento de temas geradores e para a superação da educação bancária. Na proposta do autor, o professor deve mediar e interagir com os alunos, fazendo uma leitura reflexiva, crítica e libertadora do mundo em que vivem dessa maneira cada educando se transforma em sujeito e crítico de sua própria aprendizagem.

Ainda para este autor, a sala de aula é substituída por um círculo de cultura, as aulas expositivas dão espaço para o diálogo, o papel do professor é o de mediador da turma, os alunos tornam-se participantes ativos do grupo e os “conteúdos idealizadores da realidade” que se encontram nos livros didáticos são substituídos pelos “temas geradores”.

Enquanto na prática “bancária” da educação, antidialógica por essência, por isto, não comunicativa, o educador deposita no educando o conteúdo programático da educação, que ele mesmo elabora ou elaboram para ele, na prática problematizadora, dialógica por excelência, este conteúdo, que jamais é “depositado”, se organiza e se constitui na visão do mundo dos educandos, em que se encontram seus temas geradores (FREIRE, 2004, p. 102).

2.2 TEMAS GERADORES NO ENSINO DE FÍSICA

No ensino de Física esse referencial teórico foi aplicado e adequado ao conhecimento físico por Delizoicov e Angotti (1992), que ao trabalhar um determinado tema gerador utiliza a metodologia de ensino organizada em três momentos pedagógicos, denominados: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

O primeiro momento consiste em apresentar aos educandos questões e/ou situações para a discussão, portanto, as primeiras atividades a serem trabalhadas devem estar próximas

da realidade dos alunos. No decorrer desta etapa os estudantes são incentivados a desejar descobrir outros conhecimentos. Ao professor cabe a tarefa de questionar e lançar dúvidas sobre o assunto, sem fornecer as respostas e/ou explicações. Segundo os autores, neste momento inicia-se o “diálogo problematizador”.

O segundo momento é caracterizado pela organização e sistematização do conhecimento no qual são feitos questionamentos decorrentes da problematização inicial e que, por sua vez, ficaram em aberto. São retomados os trabalhos de forma mais detalhada, a partir das definições e dos conceitos pertinentes que são aprofundados por meio de textos, atividades, tarefas, etc.

Segundo os autores o terceiro momento pedagógico se constitui na aplicação do conhecimento, ou seja, surge como uma forma de se utilizar o que foi aprendido durante a organização do conhecimento. Este é o momento em que se permite a generalização da aprendizagem, extrapolando-a para uma esfera que transcende o cotidiano do aluno ou a situação inicialmente utilizada para a contextualização do tema escolhido.

Como uma primeira experiência de utilização dessa metodologia Delizoicov (1982) descreveu a experiência vivida na Guiné Bissau, durante o período de quase dois anos, a partir de maio de 1979. O objetivo do trabalho naquele país era a formação de professores de Ciências Naturais através de um roteiro pedagógico que priorizava três momentos: estudo da realidade, estudo científico e aplicação do conhecimento. A dinâmica utilizada foi a da educação “problematizadora”, que pressupõe a “criticidade, a dialogicidade e a intervenção transformadora”. Os professores conjuntamente determinaram qual seria o tema gerador a ser trabalhado por eles posteriormente em sala de aula. O tema central escolhido foi a agricultura e a partir dele originou-se os seguintes temas: “A água na agricultura”, “Os instrumentos agrícolas” e “O solo”. Durante os encontros com os professores em formação na Guiné foi preparado o material didático para o professor que continha 22 atividades a serem desenvolvidas na disciplina de Ciências Naturais para os alunos do 5º ano.

Um exemplar interessante do trabalho desenvolvido pelos autores foi a atividade onde são estudados os Instrumentos Agrícolas. O primeiro momento pedagógico é marcado pelo debate em torno de como o agricultor utiliza determinados equipamentos para facilitar o seu trabalho. Nesta etapa, são os estudantes que devem expressar suas opiniões e o professor coordena e encaminha o debate sem interferir. No momento seguinte, os alunos realizam experiências envolvendo dois instrumentos agrícolas, a enxada e o arado e, verificam como eles podem diminuir o esforço que o agricultor faz no seu dia-a-dia. No prosseguimento, ocorre a extrapolação do conhecimento adquirido, pois são apresentados novos instrumentos

que também ajudam o homem a realizar o trabalho com menor esforço, são citados: a alavanca e o remo.

O exemplo apresentado ilustra o tratamento metodológico utilizado na experimentação didática realizada por Delizoicov, na Guiné Bissau. Observamos que os três momentos utilizados naquela oportunidade diferem um pouco do que é relatado nas experiências posteriores (Delizoicov e Angotti, 1992). Certamente, com o tempo e as sucessivas experimentações o tratamento metodológico foi sendo aprimorado, mas desde as primeiras experimentações pode-se perceber o vínculo e a perspectiva da utilização de temas ou palavras geradoras.

Em outra experiência relatada em Delizoicov (1982) o autor aproveita a discussão inicial realizada na “atividade dos Instrumentos Agrícolas” e apresenta a roldana, um exemplar de máquina simples, para o estudo científico da temática. Desta vez, foram realizadas duas experiências com roldanas a fim de verificar se realmente há a diminuição do esforço empregado para realizar um determinado trabalho. Ao invés, de somente apresentar outra máquina simples na aplicação do conhecimento, o autor optou por aplicar na prática o uso de roldanas, para isso utilizou como exemplo a instalação de uma roldana em um poço, desta maneira torna-se possível retirar a água realizando um menor trabalho. Também foi apresentado, neste momento pedagógico, de ampliação do conhecimento, o uso dos guindastes em barcos de pesca ou em navios. A escolha destes equipamentos, segundo o autor, deveu-se ao fato de serem constituídos por suportes de ferro e roldanas. Finalmente, foi introduzida a bicicleta, objeto de desejo dos estudantes, e construída pela combinação de alavancas, roldanas, eixos e rodas, assim os alunos utilizaram os conhecimentos adquiridos em outra máquina, extrapolando o conhecimento trabalhado.

2.3 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA FACE À APROPRIAÇÃO DE UM REFERENCIAL TEÓRICO

O objetivo deste projeto foi realizar uma experiência docente buscando ensinar a Física de modo contextualizado na sexta série do Ensino Fundamental, de forma que esta se torne significativa e agradável e para que os alunos se sintam instigados a vincular sua realidade e suas ações diárias com a teoria que eles aprendem em sala de aula. Como dito anteriormente, no planejamento e desenvolvimento do programa de ensino desta pesquisa, fez-se uso da educação dialógica e dos temas geradores.

Escolhido o tema gerador Energia, houve o desdobramento dos conteúdos estudados e trabalhados conforme a proposta didática dos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1992). Estes foram apresentados aos alunos através de três módulos de ensino: Módulo I – Energia Elétrica, Módulo II - Energia Solar e Módulo III - Energia Eólica.

Cada um dos módulos foi estruturado em conformidade com a proposta dos três momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e generalização do conhecimento. Os módulos são interrelacionados e neles constam: definição, formas de obtenção, vantagens e desvantagens, atividades experimentais, bem como aplicações atuais dessas formas de energia.

A problematização inicial do Módulo I foi trabalhada com os alunos por meio de um experimento: o circuito elétrico simples. A partir deste evento iniciou-se a organização do conhecimento, o segundo momento pedagógico, que contemplou os seguintes assuntos: elementos do circuito elétrico, classificação dos aparelhos quanto ao seu funcionamento (aparelhos resistivos, motores elétricos, fontes de energia elétrica, elementos de comunicação e informação), grandezas elétricas (tensão elétrica ou voltagem, potência, corrente elétrica e frequência), transformação de energia (Usina hidrelétrica e Usina termelétrica) e consumo de energia elétrica. Estes conteúdos foram desenvolvidos a partir da leitura de textos, resolução de exercícios e atividades lúdicas, por exemplo, o jogo bingo. Já no terceiro momento pedagógico, o de aplicação do conhecimento¹, trabalhou-se com os estudantes o experimento número 2 que consistiu em ligar várias lâmpadas a uma fonte, onde os alunos conseguiram visualizar e explorar a ligação em série e a ligação em paralelo. Para finalizar o módulo de ensino os educandos resolveram algumas questões do ENEM².

No Módulo II – Energia Solar, a problematização inicial envolveu a realização do experimento de aquecimento da água através da Energia Solar. Durante a sistematização do conhecimento, no segundo momento pedagógico, foram desenvolvidos os seguintes tópicos: Sol, Energia Solar, transformação de energia (aquecimento solar da água e células solares ou fotovoltaicas), vantagens e desvantagens. Na aplicação do conhecimento, trabalhou-se uma reportagem atual e, ainda, um segundo experimento que consistia em construir um Fogão Solar. Este módulo de ensino foi finalizado com questões de múltipla escolha e questões adaptadas do ENEM.

¹ Neste texto utilizaremos a expressão “aplicação do conhecimento” referindo-se ao terceiro momento pedagógico denominado, originalmente, por Delizoicov e Angotti (1992) como “generalização do conhecimento”.

² A opção por trabalhar as questões do ENEM, na íntegra ou adaptadas, deveu-se ao fato das mesmas serem contextualizadas, apesar de estarem direcionadas à avaliação de alunos concluintes do Ensino Médio, as questões foram consideradas apropriadas para os alunos da 6ª série.

O Módulo III – Energia Eólica, foi trabalhado de maneira semelhante aos módulos anteriores: no primeiro momento pedagógico, foi apresentado aos alunos um conjunto de gravuras que representavam objetos que se movimentam com o vento e, ainda, o primeiro experimento, que consistia em construir um catavento. Os assuntos abordados na organização do conhecimento foram: formação dos ventos, Energia Eólica, transformação de energia, as vantagens e desvantagens. No terceiro momento pedagógico trabalhou-se uma reportagem atual e outro experimento, a turbina eólica composta por hélice, motor elétrico e resistência (lâmpada). E, do mesmo modo que o Módulo II, este foi finalizado com questões de múltipla escolha e questões adaptadas do ENEM.

3 DELIMITAÇÃO DA TEMÁTICA E ORGANIZAÇÃO METODOLÓGICA

3.1. ENERGIAS RENOVÁVEIS: A ESCOLHA DO TEMA GERADOR

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica no *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, onde foram analisados todos os exemplares publicados a partir de 1985, até o volume 23, de 2006, buscando especificamente artigos que abordassem o tópico Energia ou que utilizassem a palavra-chave “temas geradores”.

A maioria dos artigos que apresentaram a temática Energia relatou as dificuldades relacionadas à aprendizagem do conceito Energia e sugestões de como saná-las. Solbes e Tarin (1998) após realizarem análise em diversos trabalhos detectaram que as principais dificuldades relacionadas ao ensino e aprendizagem do conceito Energia são: a confusão entre trabalho e força; identificar trabalho e energia; considerar que a energia pode ser gasta ou armazenada; confundir as formas de energia com suas fontes; não relacionar transformação, conservação, transferência e degradação da energia, sem as quais não se pode compreender o conceito, nem o princípio da conservação de energia.

No que tange à utilização de temas geradores no ensino de Física encontrou-se dois artigos, um de 1995 que trabalha esta disciplina através de equipamentos geradores e outro de 1998, que trabalha a perspectiva histórico-filosófica da Energia.

O artigo “Prática educacional dialógica em Física via equipamentos geradores” de Auth et al. (1995), relata a prática educacional de um grupo de professores de Santa Maria com alunos de 1º ano do Ensino Médio através do desenvolvimento de atividades teóricas experimentais denominadas por eles de equipamentos geradores.

No processo educacional dialógico caracterizado pela atividade teórico-experimental composta pelos equipamentos geradores, há possibilidade dos envolvidos atuarem como cidadãos, mesmo estando no espaço escolar formal. Na verdade, isto pode propiciar que a Física torne-se instrumento para a compreensão do mundo em que vivemos. (op. cit., p. 43).

O artigo “A interdisciplinaridade no ensino das ciências a partir de uma perspectiva histórico-filosófica”, de Guerra et al. (1998), relata o trabalho de um grupo de professores do Rio de Janeiro que usa como tema gerador a Energia em um trabalho interdisciplinar no Ensino Médio.

A questão da interdisciplinaridade é abordada sobre dois aspectos complementares. Um mais amplo, trata da necessidade de uma abordagem histórico-filosófica do conhecimento como única maneira de levar os estudantes à completa compreensão

do mundo à sua volta. O segundo aspecto, que não foge ao primeiro, exemplifica um trabalho que já vem sendo realizado há mais de quatro anos a partir da idéia de tema gerador, no nosso caso energia. (GUERRA et al., 1998, p. 32).

Neste trabalho existe uma preocupação com o embasamento histórico para se justificar o consumo de energia e ainda, há uma forte preocupação com o esgotamento de nossas fontes de energia, bem como das matérias-primas disponíveis.

Para entendermos melhor o problema do consumo de energia e a lógica de organização das sociedades contemporâneas, podemos nos debruçar com maior cuidado sobre os diferentes aspectos da Revolução Industrial. (op. cit., p. 43).

Embora o artigo citado acima tenha como tema gerador Energia, o desenvolvimento dessa proposta de trabalho se faz através de uma abordagem histórico-filosófica e tem como público alvo o Ensino Médio.

Quando se buscou referências de trabalhos envolvendo o ensino de Física nas séries finais do Ensino Fundamental através de temas geradores, nada foi encontrado.

A segunda etapa desta busca sobre energia como tema gerador consistiu em uma análise detalhada do livro Física de Delizoicov e Angotti (1992), onde é apresentada uma proposta para o Ensino Médio através de “conceitos unificadores”.

A reflexão e a utilização sistemática de conceitos unificadores permitem perpassar as fronteiras rígidas impostas, sobretudo pelos livros didáticos, ao apresentarem os conteúdos de Física. Por exemplo, o conceito de energia não está enclausurado no escopo da Mecânica, pois ele traduz e incorpora os dois anteriores mencionados [“processos de transformação” e “regularidades”], além de se caracterizar essencialmente como supradisciplinar. (p. 22).

Também neste trabalho o tema gerador é Energia, mas nesta proposta parte-se do texto introdutório “Produção, distribuição e consumo de energia elétrica” e a partir dele há o desdobramento e o desenvolvimento do programa. No tópico 1, por exemplo, estuda-se massa, peso e campo gravitacional; no tópico 2, medidas de força, leis de Newton e assim por diante.

Este levantamento bibliográfico preliminar forneceu informações sobre a necessidade do tratamento do tema nesta dissertação. Além disso, deu-nos clareza sobre os problemas relativos à aprendizagem do conceito Energia. Essas dificuldades foram consideradas na elaboração da estrutura didática implementada.

Realizada a busca bibliográfica, elaborou-se um material didático experimental que foi aplicado a uma turma piloto e cuja experimentação será relatada a seguir.

3.2 APRESENTAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO PRELIMINAR

O projeto de mestrado, aprovado em 2007 foi aplicado no decorrer do ano, sendo realizado a título de implementação piloto na Escola Estadual de Ensino Médio Guilherme de Almeida, situada na periferia da cidade de Canoas. O projeto Piloto foi realizado entre 24 de setembro e 5 de dezembro, na disciplina de Ciências, totalizando 30 horas/aula.

Foi escolhida como turma piloto a turma 62, de 6ª série, constituída por 28 alunos, com idades entre 12 e 16 anos, apresentando uma idade média superior a 13,5 anos.

Os estudantes foram receptivos com a nova proposta de trabalho, demonstraram interesse e entusiasmo durante a realização da maioria das atividades, especialmente os encontros em que estavam previstos atividades em grupo ou a realização dos experimentos. A utilização de material lúdico, como por exemplo ... nas aulas enriqueceu o processo de aprendizagem, bem como a interação dos educandos com os seus pares.

Muitas vezes os alunos buscavam a professora pelo corredor da escola entre um período e outro, para sanar eventuais dúvidas, comentar as aulas dadas e perguntar como poderiam reproduzir os equipamentos estudados. É importante destacar que o envolvimento de alguns alunos com o projeto foi determinante para a construção do protótipo da turbina eólica, pois com o auxílio deles foi possível encontrar os materiais necessários para a confecção do equipamento.

Durante a realização das atividades, também foram observadas dificuldades, entre elas a falta de atenção na sistematização do conhecimento. A leitura de questões e/ou textos do material didático até o final em alguns momentos não satisfiz as expectativas dos alunos. Isto foi perceptível nos momentos em que alguns alunos dispersavam-se mexendo nos seus materiais escolares ou realizando atividades não vinculadas às tarefas propostas.

De modo geral, os estudantes apresentaram dificuldades com o uso e apropriação da Língua Portuguesa na elaboração de suas redações, mas as suas idéias eram sequenciadas e lógicas. Os alunos modificaram a sua visão e o seu desempenho nas aulas de Ciências, pois a partir da realização do projeto, começaram a trabalhar de modo mais eficaz, fazendo os temas de casa e trazendo os materiais solicitados pela professora para as aulas. Apropriaram-se do conhecimento e conseguiram interpretar satisfatoriamente os enunciados dos exercícios e textos apresentados. Também, foi percebido, no transcorrer das aulas, que os educandos expunham os seus argumentos com mais firmeza e clareza. A maioria dos alunos adquiriu uma postura mais segura, isto pode ser verificado nas apresentações orais.

A partir do que foi observado no desempenho da turma piloto, a professora-pesquisadora readaptou os materiais, para que atendessem e sanassem os obstáculos encontrados, assim estabelecendo os contornos metodológicos da pesquisa, descrito no próximo item.

3.3 CONTORNO METODOLÓGICO DA PESQUISA

A implementação piloto do trabalho serviu para verificar a adequação e organização metodológica, bem como da linguagem presente no material didático confeccionado pela professora-pesquisadora que deveria estar de acordo com a faixa etária dos alunos. Observou-se, também, se os textos e os conteúdos desenvolvidos, bem como as atividades propostas, seriam compreendidas sem grandes dificuldades. Portanto, ao longo da aplicação dos módulos de ensino foi possível identificar e sanar algumas falhas e, ainda, verificar em quais técnicas de trabalho os estudantes demonstravam melhores resultados.

A partir desta aplicação foi possível realizar adaptações em alguns exercícios que apresentavam enunciados extensos, bem como inserir maior número de atividades, pois aquelas inicialmente propostas foram insuficientes. A experimentação piloto também permitiu repensar a dinâmica das aulas.

A estrutura didática do material que foi aplicado na turma piloto abrangia os três momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Os módulos de ensino foram trabalhados na seguinte ordem: Módulo I – Energia Elétrica, Módulo II – Energia Eólica e Módulo III – Energia Solar. Posteriormente essa sequência foi alterada de modo que o Módulo II passou a ser o da Energia Solar e o Módulo III – Energia Eólica.

O Módulo III – Energia Solar não foi concluído, pois não houve tempo suficiente, já que o término do ano letivo estava próximo. Nesse módulo, não foi trabalhado o 3º momento pedagógico, o de aplicação do conhecimento, pois o experimento selecionado para esta etapa do desenvolvimento do trabalho foi o Coletor Solar Caseiro para Aquecimento de Água. Este experimento deveria ter sido confeccionado em grupos pelos estudantes com a ajuda da professora, mas se mostrou muito complexo concretizá-lo. O Coletor Solar Caseiro para Aquecimento de Água foi substituído pelo Fogão Solar, pois além de utilizar para sua confecção materiais de baixo custo ou reciclados, era mais simples e rápido construí-lo.

Os instrumentos de avaliação da pesquisa foram ampliados em relação àqueles utilizados na experiência piloto. Além das anotações realizadas pela professora-pesquisadora

em seu diário de campo, da análise dos textos, desenhos e esquemas elaborados pelos alunos durante a realização das atividades, foi confeccionado um questionário de opinião com 31 questões do tipo Likert (SILVEIRA; MOREIRA, 1999) para os alunos responderem e, ainda, uma questão dissertativa relacionada aos conteúdos trabalhados em sala de aula (ver apêndice A).

4 A CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO DA EXPERIMENTAÇÃO

4.1 CONTEXTO

Com o objetivo de informar o leitor sobre as condições de produção e realização da pesquisa relatada nesta experiência didática, iremos nesta seção fornecer elementos que compõe a mesma.

A pesquisa foi desenvolvida na Escola Estadual de Ensino Médio Guilherme de Almeida, localizada na periferia da cidade de Canoas/RS, na disciplina de Ciências, que tem carga horária de três períodos semanais.

Esta escola oferece Ensino Fundamental (manhã e tarde) e Ensino Médio (manhã e noite), conta com aproximadamente 1.200 alunos. A base curricular de ensino é seriada e as avaliações são trimestrais. As avaliações do primeiro e segundo trimestres valem, cada uma, 30 pontos e a do terceiro trimestre vale 40 pontos, totalizando 100 pontos. O aluno para ser aprovado deve obter no mínimo 50% de aproveitamento em cada disciplina.

Cada turno de trabalho da escola é composto por cinco períodos, sendo que a duração dos quatro primeiros períodos é de 50 minutos e a do quinto período é de 40 minutos.

Os professores têm a sua disposição: sala de audiovisual equipada com um DVD e uma televisão de 29 polegadas, laboratório de Ciências (equipado com: lâminas, tubos de ensaio, copos de Becker, microscópios,...) e biblioteca, que no momento da experimentação encontrava-se inativa por falta de bibliotecário para o efetivo funcionamento da mesma.

O número de funcionários para a limpeza da escola é insuficiente, os alunos não tem o hábito de ajudar na conservação e limpeza das salas de aula bem como das demais dependências, com isso há acúmulo de material variado nas salas de aula.

O turno vespertino, durante o qual foi desenvolvido o projeto, demanda necessidades especiais, pois é composto basicamente por crianças e pré-adolescentes, o que já ajuda a caracterizar um ambiente de trabalho mais barulhento e extremamente ativo.

Para os professores que trabalham em mais de um turno nesta escola, o vespertino é o que apresenta maiores desafios e problemas, tais como: alunos com dificuldades em organizar o tempo, professores que faltam com muita frequência, maior incidência na falta de cumprimento de normas pré-estabelecidas, movimentação nos corredores e ocupação indevida dos espaços dentro da escola, dentre outros.

De modo geral, os estudantes utilizam a escola como ambiente social, um lugar onde eles encontram seus amigos, pois na região há poucas opções de lazer. O comprometimento com os estudos parece não ser a prioridade dos alunos.

A Escola Estadual de Ensino Médio Guilherme de Almeida situa-se em uma das regiões mais violentas da cidade, com um dos índices mais elevados de homicídios, oriundos de acordos de contas entre traficantes e usuários; os alunos da escola têm contato direto com a violência e o tráfico.

4.2 PRIMEIRAS IMPRESSÕES E CARACTERÍSTICAS DA TURMA

A turma 62, objeto de estudo, era composta por 27 alunos. Desse total, 16 eram meninas e 12 meninos. A escolha dessa turma para se constituir no grupo experimental não foi uma escolha da professora-pesquisadora, mas uma determinação da Direção da Escola.

A professora-pesquisadora foi recebida com cautela pelos alunos, visto que alguns eram provenientes de escolas menores da região. Inicialmente, foi realizada uma socialização a partir da apresentação pessoal (nomes, idades, expectativas, etc.). É importante salientar que a turma era constituída predominantemente por estudantes com a idade adequada à série. Após este momento de troca e afetividade, a professora-pesquisadora procurou caracterizar a turma a partir de um diagnóstico composto dos elementos apresentados nos gráficos número 1 a 3.

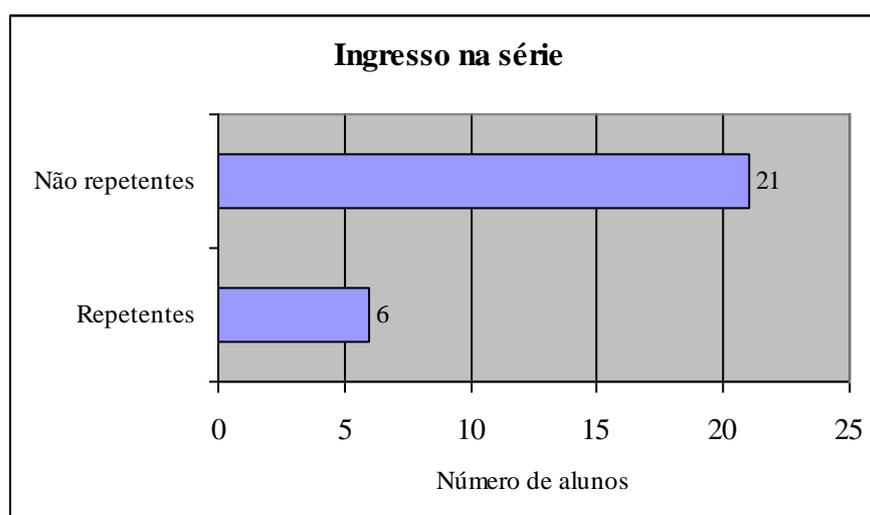


Gráfico 1: Número de alunos que ingressaram na 6ª série.

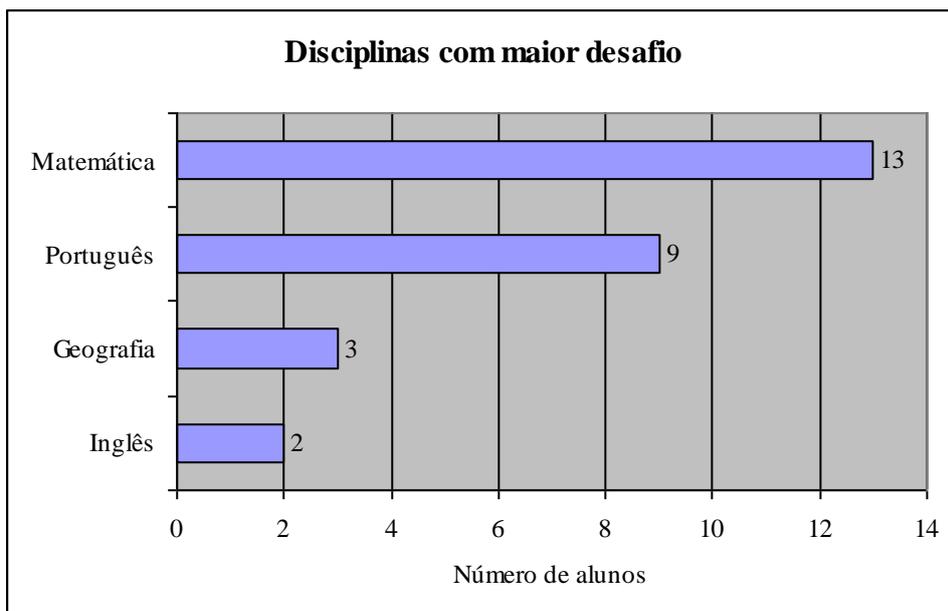


Gráfico 2: Disciplinas que representavam maiores desafios para os alunos

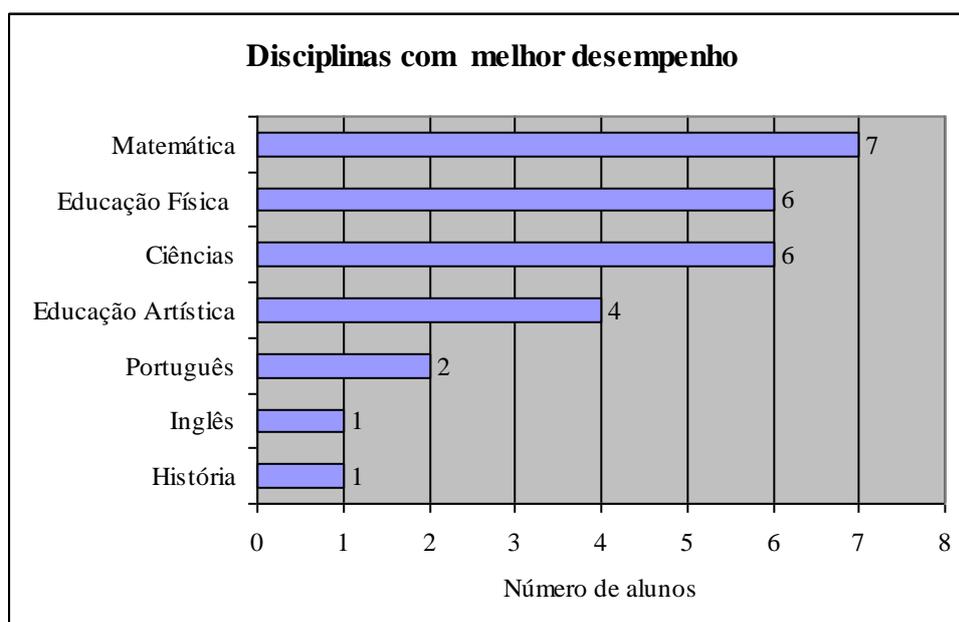


Gráfico 3: Disciplinas com melhor desempenho nas séries anteriores.

As idades dos alunos variavam entre 11 e 16 anos, a idade média era de 12,5 anos. Essa disparidade de faixa etária teve reflexos nos interesses da turma, estabelecendo o domínio dos alunos mais velhos sobre os alunos mais jovens. Os estudantes apresentaram curiosidade e expectativas quando foram informados de como seriam as aulas de Ciências ao longo da experiência didática.

Em um dos primeiros encontros com a turma, antes mesmo de terem contato com o conteúdo que iria ser trabalhado, foi feita a seguinte pergunta: “*Quando você escuta a palavra Energia, o que vem a sua cabeça?*”.

Analisando as respostas obtidas dos alunos presentes pode-se perceber que eles associam a palavra energia com Energia Mecânica (N = 10)³: brincar, correr, trabalhar e com Energia Elétrica (N = 10): luzes, tomar banho, computador e internet; somente um aluno citou ambos os tipos de energia. Também ocorreram associações da palavra Energia com espiritualidade (N = 2), felicidade (N = 1) e questões ambientais (N = 3).

Os estudantes necessitaram de tempo extra para cumprir determinadas tarefas como o preenchimento de um questionário com os dados pessoais e duas perguntas que abordavam o tema Energia, alguns alunos buscaram o auxílio da professora-pesquisadora.

Com base no que os alunos responderam a professora-pesquisadora pode avaliar se o texto introdutório aos módulos de ensino estaria em conformidade ao que esta experiência didática propunha e com os conhecimentos prévios dos estudantes.

³ A notação N indica o número de alunos que forneceram a resposta indicada.

5 DESCRIÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO DIDÁTICA

Nesta seção da pesquisa apresentaremos as atividades realizadas durante a experimentação didática. Limitar-nos-emos a apresentar a sequência da realização e alguns acontecimentos ilustrativos, evitando uma análise avaliativa do trabalho que será realizada posteriormente.

As descrições apresentadas são o resumo dos dados registrados no diário de campo da professora-pesquisadora, e acrescidas também das imagens e informações coletadas durante a realização da proposta didática.

Durante o período da implementação, de 21 de abril a 23 de julho de 2008, foram ministrados 38 períodos de aula.

5.1 MÓDULO I – ENERGIA ELÉTRICA

A pesquisa começou a ser implementada no dia 21 de abril de 2008 e por se tratar do último período de aula do vespertino, com redução do tempo em 10 minutos, procedeu-se a apresentação aos alunos. Foi apresentado o trabalho que seria desenvolvido ao longo do trimestre e, ainda, a importância do envolvimento dos alunos nas atividades.

O registro do diário de campo indica que a turma foi receptiva à proposta diferenciada de trabalho, sentindo-se participante ativo da construção do seu conhecimento.

No encontro seguinte, de 100 minutos, foi trabalhado o texto Energia (Material Didático, p. 6). Os alunos retraíram-se, a troca de ideias e os questionamentos não foram instigantes o bastante para romper o silêncio. Silêncio foi a forma encontrada pelos alunos para avaliarem o que estava sendo apresentado, que era medido por observações pouco oportunas.

Um dos momentos em que houve participação significativa foi durante a leitura do segundo parágrafo do texto (Material Didático, p. 6), onde foi solicitado que eles imaginassem como os avós de seus avós faziam para se comunicar (responderam que *através de cartas*) ou viajar (responderam que *a cavalo, de carroça e com mula*). Lembraram que atualmente é muito mais fácil comunicar-se, pois podemos utilizar *Orkut*, *MSN*, *internet*, celular, telefone, etc.

Outro momento a ser destacado foi quando a professora-pesquisadora perguntou, após a leitura dos cinco primeiros parágrafos com a turma, se conheciam outra forma de captar energia e o aluno Gab respondeu “*através do vento como é feito na praia*”. Perguntado sobre

o nome da energia do vento, respondeu “Eólica”, pois este conhecimento bastava para ele e parece não ter considerado relevante fornecer outras informações que completassem sua resposta.

Após a leitura e debate com os alunos e de terem sido levantados alguns questionamentos, foi solicitado que eles respondessem a questão da problematização inicial, que deveria entregue em uma folha: *A partir da leitura do texto introdutório qual a importância da energia? Seria possível a sociedade moderna se adaptar a uma vida sem energia elétrica, sem combustível?*(Material Didático, p.8).

Devido às dificuldades de escrita e elaboração textual, os alunos encontraram muitos desafios para formular alguns parágrafos, o que demandou um bom tempo da aula.

Algumas frases merecem ser destacadas do conjunto das respostas obtidas nessa atividade:

“Seria impossível tentar adaptar-se a uma vida sem energia, pois é ela que facilita nossa vida, tanto no trabalho, em pesquisas, estudos ou viagens e na comunicação com pessoas e lugares distantes, com o uso de telefones, tanto fixo, quanto móvel.” (Gui G.)⁴

“... ninguém iria querer tomar banho de balde e deixar de assistir sua novela ou mexer em seu computador, ter que lavar roupas nas mãos ou dormir no escuro.” (Ama O.)

Os demais alunos citaram as mesmas ideias contidas no texto no que se refere a importância da energia, tais como: tomar banhos quentes, refrigerar alimentos, assistir televisão, utilizar ventilador etc.

Após a entrega dessa tarefa passamos para o Experimento 1, intitulado Circuito elétrico simples (Material Didático, p. 8), constituído por um protótipo produzido pela professora e que provocou gracejos por parte de alguns alunos pois, nada de novo estava sendo mostrado e eles desafiaram a professora-pesquisadora com a seguinte frase: “Qualquer criança pode fazer um equipamento igual!”. Mediando esta questão a professora-pesquisadora instigou-os a reproduzir o experimento apresentado, o qual poderia ser realizado individualmente ou em duplas. Isto fez com que alguns alunos focassem sua atenção às explicações fornecidas em aula.

Os alunos começaram a participar mais ativamente da aula e durante a realização da primeira atividade relacionada ao Experimento 1 demonstravam bastante satisfação por

⁴ Como as falas são uma reconstrução da memória e do diário de campo da professora-pesquisadora, não se constituem nas frases literais utilizadas pelos alunos. O português foi ajustado à norma culta e formal de comunicação.

saberem as respostas das questões propostas na Atividade 1 (Material Didático, p.9). Observou-se que estavam mais confiantes para se exporem e responderem em voz alta durante a correção da atividade com o grande grupo.

No dia 28 de abril, terceiro encontro em sala de aula, os alunos estavam eufóricos para mostrar à professora os equipamentos que haviam produzido, bem como contar quais foram os desafios encontrados para a realização do mesmo e, solicitaram algumas sugestões de como poderiam melhorar os seus trabalhos.

Sete alunos envolveram-se ativamente na produção do material, o restante da turma demonstrava muito interesse em saber quanto tempo os colegas gastaram para confeccionar o equipamento, onde haviam encontrado as peças etc.

A maior parte do período foi utilizada para que os alunos pudessem expor seus trabalhos e relatar os seus experimentos. O restante do tempo foi utilizado para a retomada do texto introdutório e comentários sobre as respostas fornecidas na problematização inicial, bem como o enriquecimento das mesmas.

Os alunos que realizaram o trabalho foram Aise, Rog, Gus, Dig e Leo, Ama e Tai. As Figuras 1, 2, 3, 4 e 5 apresentam os circuitos produzidos pelos estudantes. Os circuitos foram confeccionados como uma atividade para ser realizada fora da escola e alguns deles foram construídos com o envolvimento dos familiares ou adultos mais experientes, fazendo com que diferentes saberes se unissem.



Figura 1: Circuito elétrico simples confeccionado por Gus.



Figura 2: Circuito elétrico simples confeccionado por Aise.



Figura 3: Circuito elétrico simples (vista lado esquerdo) confeccionado por Dig e Leo⁵.

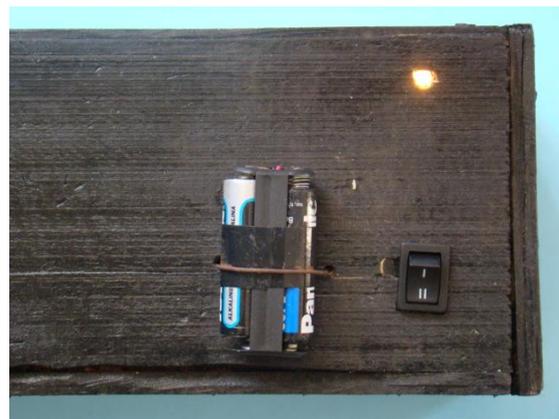


Figura 4: Circuito elétrico simples (vista lado direito) confeccionado por Dig e Leo.

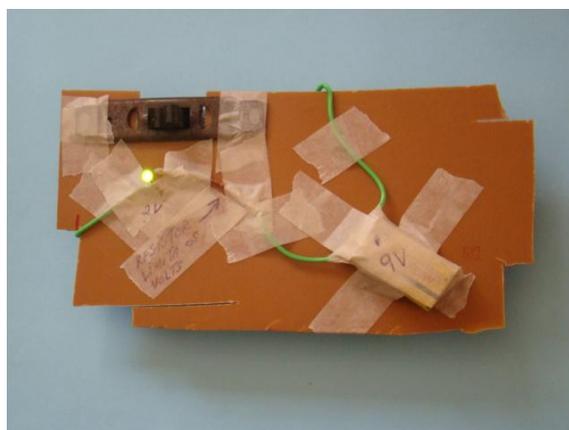


Figura 5: Circuito elétrico simples confeccionado por Rog.

Ressaltamos que as aulas de segunda-feira exigiam mais da professora e dos alunos por ocorrerem no último período do turno (mais curto com 40 minutos), além disso, a aula é posterior a dois períodos consecutivos de Educação Física o que fez com que os alunos estivessem muito ativos ou muito esgotados. Nesta aula, de apresentação dos circuitos produzidos pelos alunos, chovia muito e 10 alunos faltaram.

No encontro do dia seguinte, 29 de abril, a turma dividiu-se em grupos de no máximo 4 alunos para realizar a Atividade 2 (Material Didático, p. 10) que consiste em classificar os aparelhos elétricos quanto aos efeitos observados durante o seu funcionamento. A formação dos grupos deu-se por afinidade e sem a interferência da professora-pesquisadora.

Os grupos espontaneamente formados constituíram-se da seguinte forma: 1 e 6 que eram formados somente por meninos; os grupos 4, 5 e 7 só por meninas; o grupo 2 só pelos

⁵ As Figuras 3 e 4 correspondem ao mesmo circuito elétrico simples, para melhor visibilidade optou-se por fazer um recorte na fotografia original.

alunos mais velhos e repetentes e o grupo 3 pelos alunos que apresentavam dificuldades de integração, veja Quadro 1.

| Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 | Grupo 5 | Grupo 6 | Grupo 7 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Rog | Tha | Lc | Pa | And | Ped | Ju |
| Gab | Sue | Bru | Ama C | Fran | Gui G | Ma |
| Dog | Dig | Crol | Aise | Mo | Gui V | Tai |
| Jtan | Leo | | Joa | | Gus | Ama O |

Quadro 1: Organização dos grupos de trabalho.

Percebem-se as questões de gênero que caracterizam a faixa etária das crianças dessa turma, ou seja, as meninas e meninos evitam formar grupos heterogêneos.

A aula foi extremamente produtiva, percebeu-se que alguns alunos enfrentaram maiores desafios e/ou ofereceram resistência às sugestões dadas pelos colegas do mesmo grupo. Eles se tratavam com alto grau de informalidade.

Alguns alunos ficaram em dúvida se o secador de cabelo pertencia ao grupo “produção de aquecimento” ou “movimento”, mas em momento algum, mesmo instigando-os, a professora-pesquisadora obteve como resposta que este aparelho poderia pertencer aos dois grupos.

A turma mostrava-se pouco confiante e dependente, em várias oportunidades os grupos buscavam a presença da professora-pesquisadora para que algumas dúvidas fossem sanadas, antes que eles dessem prosseguimento ao trabalho. Havendo necessidade de confirmações excessivas e atendimento intensivo.

De modo geral, as classificações apresentadas mostraram que as hipóteses formuladas pelos grupos na sua maioria eram verdadeiras, porém os grupos 4 e 6 apresentaram hipóteses não verdadeiras. O grupo 4 apresentou, como hipótese que não se mostrava verdadeira, a classificação da bateria de carro no item aparelhos de comunicação e informação. O grupo 6 apresentou, como hipótese que não se mostrou verdadeira, a classificação da bateria de carro no item aparelhos que se movimentam e, ainda, o aspirador de pó no item aparelhos de comunicação e informação.

Alguns dos trabalhos produzidos que podem ser destacados são apresentados nas Figuras 6 e 7.



Figura 6: Cartaz confeccionado pelo grupo 1



Figura 7: Cartaz confeccionado pelo grupo 4

No quinto encontro, realizado em 05 de maio, foi trabalhada a classificação dos aparelhos quanto ao seu funcionamento (Material Didático, p. 11). A aula foi estimulante e participativa, quando eram solicitados exemplos de aparelhos elétricos, os alunos citavam os que tinham sido trabalhados na aula anterior e, ainda, outros aparelhos que não haviam sido mencionados, mas que eles conheciam.

A atividade parece ter permitido que os alunos sanassem as dúvidas mais significativas quanto aos elementos de comunicação e informação, uma vez que o DVD, a TV e o computador geraram polêmica nos grupos e foram bastante discutidos. Outra polêmica surgiu porque eles queriam saber em que grupo deveriam incluir os disjuntores e as tomadas,

satisfizeram-se em colocá-los em um grupo não trabalhado até aquele momento e nomeado pela professora-pesquisadora de “*Componentes elétricos e eletrônicos*”.

A seguir, foi entregue a tarefa a ser realizada em casa (Material Didático, p. 12; item e.), que consistia em listar alguns aparelhos elétricos encontrados em suas residências e as respectivas informações fornecidas pelos fabricantes; destacou-se a importância da realização desta tarefa para o prosseguimento das aulas.

Na aula do dia seguinte, os estudantes apresentaram os dados que haviam encontrado nos aparelhos elétricos, com exceção de Dog e Joa que não realizaram o que foi proposto e do Gus que havia faltado na aula anterior.

A turma mostrava-se eufórica o que consumiu cerca de 30 minutos para preenchimento dos dados solicitados (tensão, potência e frequência) na tabela da Atividade 3 (Material Didático, p. 13). A todo instante os alunos comentavam o que as mães haviam achado ao vê-los mexendo na cafeteira, no micro-ondas, no fogão, etc. Quando eles diziam que era o tema de Ciências, muitas inclusive ajudaram-nos na execução da tarefa. Alguns comentaram sobre o desafio de encontrar os três itens solicitados pela professora-pesquisadora, principalmente a frequência.

Antes do preenchimento da tabela no quadro negro, a professora-pesquisadora perguntou o que significava o V ao lado dos números coletados, aproximadamente sete alunos responderam que se tratava da voltagem. Perguntados sobre o símbolo W, dois alunos disseram que se tratava de “*quanto o aparelho gasta*”. A respeito do símbolo Hz nada comentaram.

Preenchendo a tabela alguns alunos perceberam que na coluna da frequência os valores eram sempre os mesmos (50Hz, 60Hz ou 50 – 60Hz) onde concluíram que o valor da frequência era padronizado.

A seguir, foi explicado para a turma o que cada uma destas grandezas elétricas significava. O texto Grandezas Elétricas (Material Didático, p. 14) foi lido com os alunos, onde se observou que a atividade de leitura não era estimulante. Para verificar o índice de atenção, no que havia sido explanado e, ainda, a fim de retomar alguns tópicos já estudados foi pedido aos alunos que entregassem o exercício número 4, da página 215 do livro texto adotado na escola (GOWDAK; MARTINS, 2006).

Neste exercício, foi solicitado que os alunos observassem os desenhos e identificassem as possíveis transformações energéticas que estavam ocorrendo em cada uma dessas situações. Os desenhos eram: 1º - um aparelho de som ligado, 2º - um homem jantando, 3º - uma luminária acesa e 4º - um castiçal com velas acesas.

Demonstrando a apropriação do que foi experienciado, a maioria dos alunos acertou as questões sobre as transformações energéticas do terceiro item, no entanto, na segunda situação, que não foi experienciada, não houve acerto. Os índices de acertos para esta atividade estão organizados no Quadro 2.

| Item | Número de alunos ($N_T = 27$) ⁶ | % de acertos |
|-------------|--|---------------------|
| 1º | 15 | 56 |
| 2º | 0 | 0 |
| 3º | 20 | 74 |
| 4º | 6 | 22 |

Quadro 2: Desempenho dos alunos no exercício número 4.

Após a tarefa ser recolhida a aula continuou com o tópico Usina Hidrelétrica (Material Didático, p. 15) e novamente os alunos reagiram com menos entusiasmo pela leitura do texto.

No início da aula de 13 de maio foi retomado o tema Usina Hidrelétrica, para assegurar que os alunos se apropriaram do assunto abordado na aula anterior. Em seguida, foi trabalhada a leitura do texto Usina Termelétrica (Material Didático, p. 17) e o tópico Consumo de Energia Elétrica (Material Didático, p. 18). O primeiro texto foi lido coletivamente pelos alunos que se prontificaram a fazê-lo, quando era necessário a professora-pesquisadora interferia na leitura para responder as perguntas e fazer comentários e explicações. Ao trabalhar o tópico Consumo de energia elétrica foram utilizados os dados contidos na tabela da Atividade 3 (Material Didático, p. 13) e que foram trabalhados na aula do dia 06 de maio.

A grande maioria dos alunos demonstrou conhecer a Atividade 4 (Material Didático, p. 18) que solicitava, baseado nos dados da tabela elaborada pelos alunos na Atividade 3, quais os aparelhos elétricos listados apresentavam maior e menor consumo de energia elétrica.

Ao longo da experimentação didática observou-se a preferência pelas aulas com dinâmicas em grupo ou com algum experimento. Os vínculos afetivos favoreciam uma maior participação. A turma foi desafiada a prestar atenção durante as aulas explicativas e também se notou certa resistência em abstrair; logo as aulas que envolviam atividades dessa natureza exigiam maior superação. Vale registrar que eles apresentavam-se tranquilos e pouco entusiasmados sobre o que foi trabalhado nessa aula.

⁶ A notação N_T indica o número total de alunos que realizaram esta atividade durante a aula.

No tópico Cálculo do Consumo de Energia Elétrica (Material Didático, p. 18), a turma mostrou-se eufórica com a aula, pois foi solicitado que trouxessem as contas de luz de suas residências para que comparassem com os colegas os valores encontrados (R\$ e kWh) nas mesmas. Foi questionado qual era o valor da conta de luz em suas casas e as respostas oscilaram entre 80 e 200 reais.

A Atividade 5 (Material Didático, p. 18) foi recolhida pela professora-pesquisadora porque se tornou necessário mensurar o nível de envolvimento com a tarefa. A aula foi concluída com o recolhimento desta atividade, que será reproduzida a seguir:

“Atividade 5

1. Numa conta de luz, encontramos o valor de 234 kWh. Assinale a alternativa da grandeza elétrica a qual este valor se refere.

(A) potência consumida

(B) tensão consumida

(C) energia consumida

(D) corrente do circuito

2. Um chuveiro de 2800 W/220 V é usado 30 horas por mês, enquanto um aquecedor de 1400 W/127 V é usado 50 horas no mesmo período. Qual dos dois consome mais energia?

3. Para secar o cabelo, um jovem dispõe de dois secadores elétricos: um de 1200 W-127 V e outro de 700 W-127 V. Discuta as vantagens em se utilizar um e outro.”

Estavam presentes nessa aula 21 alunos, dos alunos que faltaram 2 meninos estavam participando dos Jogos Escolares do Rio Grande do Sul – JERGS, na modalidade *futsal*.

A análise dos dados da correção da Atividade 5 revelou que 9 alunos (43%) não absorveram a informação de modo significativo, pois 1 aluno entregou-a em branco e 8 alunos formularam hipóteses impróprias para toda a atividade. Os dados indicam ainda que 3 alunos (14%, uma questão), 5 alunos (24%, duas questões) apresentaram uma apropriação parcial do que foi trabalhado e 4 alunos (19%) apropriaram-se plenamente da atividade acertando todas as questões.

A partir desses resultados foram reformuladas as atividades complementares, o que repercutiu na reorganização didática. Assim a professora-pesquisadora na aula seguinte, do dia 19 de maio, retomou a Atividade 5 (Material Didático, p. 18), fez a análise dos resultados com os alunos e propôs uma nova atividade, com o objetivo de verificar se houve melhoria na apropriação por parte dos estudantes. Além disso, a professora-pesquisadora preparou uma

atividade lúdica, que se consistiu em um bingo, para a aula do dia 20 de maio, que contemplava os tópicos Grandezas Elétricas, Transformação de Energia e Consumo de Energia Elétrica (Material didático, p. 14-18) e alguns outros conceitos que eram relevantes.

A aula do dia 19 de maio atendeu as expectativas da professora-pesquisadora e dos alunos. A seguir apresentaremos a atividade complementar que não consta no material didático.

Atividade complementar

1. Numa conta de luz encontramos o valor de 169 kWh. Assinale a alternativa da grandeza elétrica a qual este valor se refere.

- (A) corrente do circuito
- (B) potência consumida
- (C) tensão consumida
- (D) energia consumida

2. Considere que, durante o dia 4 aparelhos elétricos foram usados em uma residência. Na tabela, são dados os valores de potência e tempo de funcionamento de cada um dos aparelhos no dia em questão.

| <i>Aparelho</i> | <i>Potência</i> | <i>Tempo de funcionamento</i> |
|--------------------------|-----------------|-------------------------------|
| <i>TV</i> | <i>180 W</i> | <i>8 horas</i> |
| <i>Chuveiro elétrico</i> | <i>4000 W</i> | <i>1 hora</i> |
| <i>Ferro elétrico</i> | <i>1200 W</i> | <i>3 horas</i> |
| <i>Microondas</i> | <i>1150 W</i> | <i>2 horas</i> |

No exemplo acima, responda:

- a) Qual dos aparelhos elétricos listados acima consumiu **menor** energia elétrica? Por quê?
- b) Qual dos aparelhos elétricos listados acima consumiu **maior** energia elétrica? Por quê?

3. Para passar roupa, uma dona de casa dispõe de dois ferros elétricos: um de 1200 W e outro de 1500 W. Discuta as vantagens em se utilizar um e outro.”

A análise dos resultados obtidos nessa atividade, revelaram que três alunos formularam hipóteses não verdadeiras para todas as atividades, dois deles (Bru e Gui V) mantiveram a formulação de hipóteses impróprias para todas as questões da Atividade 5. Registra-se o fato que a aluna Aise que aparentemente havia se apropriado parcialmente do conhecimento trabalhado, o que foi evidenciado nas questões 2 e 3 da Atividade 5, na atividade complementar demonstrou ausência total de apropriação do saber.

O primeiro exercício da Atividade Complementar era similar ao da Atividade 5, apenas foi alterado o valor da energia consumida e a ordem das alternativas. De um universo de 27 alunos que realizaram a atividade, 17 alunos, ou seja, 63%, apropriaram-se satisfatoriamente dos conceitos envolvidos no primeiro exercício. No segundo exercício, foi elaborada uma tabela com o objetivo de melhorar a visualização dos dados importantes. Foram consideradas válidas as questões que estavam devidamente justificadas. A análise das respostas dos alunos revelou que 8 deles conseguiram calcular a energia consumida pelos aparelhos elétricos, mas não utilizaram esta informação para justificar sua resposta. O resultado obtido demonstrou que 4 estudantes apropriaram-se parcialmente dos conceitos e procedimentos envolvidos neste exercício, 7 alunos apropriaram-se plenamente dos elementos necessários à realização do exercício e 8 deles necessitam de mais exercícios.

Na correção das atividades percebeu-se que, mesmo sem uma análise mais detalhada da questão, os alunos foram sugestionados a escolher o chuveiro como o aparelho que consome mais energia elétrica simplesmente por ser o que apresenta maior potência. Muitos alunos desconsideraram o tempo em que ele permaneceu ligado.

A terceira questão era similar a da Atividade 5, somente foi alterado o aparelho elétrico e a potência do mesmo. Nesta questão houve 52% de índice de apropriação, ou seja, 14 alunos. Ao final da aula foi pedido aos alunos que estudassem o material didático que foi disponibilizado a fim de se prepararem para a aula seguinte.

O encontro de 20 de maio, nosso 8º encontro, iniciou-se com uma “troca” de conhecimentos anteriormente experienciados, em seguida, foi proposta a dinâmica que seria utilizada no trabalho. A atividade lúdica serviu como eixo para a retomada dos saberes vivenciados anteriormente. Optou-se por utilizar um bingo que continha 9 respostas das 16 perguntas elaboradas para serem sorteadas. Cada aluno que obtivesse 3 respostas corretas e alinhadas na horizontal, vertical ou diagonal seria o vencedor. As perguntas e as respectivas respostas elaboradas para o bingo encontram-se abaixo e não constam do Material Didático:

- 1. Qual é a unidade de medida de tensão elétrica? **VOLT***
- 2. Qual é a unidade de medida da potência elétrica? **WATT***
- 3. Qual é a unidade de medida da corrente elétrica? **AMPÈRE***
- 4. Qual é a unidade de medida da frequência? **HERTZ***
- 5. Antes de ligarmos um aparelho elétrico em nossas casas devemos verificar a sua **TENSÃO OU VOLTAGEM**.*
- 6. Quanto maior for a potência de um aparelho elétrico maior será o seu **CONSUMO**.*

7. Qual é o valor da frequência alternada no Brasil? **60 Hz**
8. Qual é o nome da energia relacionada ao movimento? **CINÉTICA**
9. Qual é o nome da energia relacionada a diferença de altitudes? **POTENCIAL GRAVITACIONAL**
10. Como se chamam as usinas geradoras de eletricidade que são construídas em locais onde há grandes quedas de água? **HIDRELÉTRICAS**
11. As usinas que geram eletricidade a partir do calor chamam-se **TERMELÉTRICAS**.
12. Qual é o nome da energia relacionada à temperatura? **TÉRMICA**
13. O consumo de energia de um aparelho pode ser determinado se conhecermos o tempo no qual ele permanece ligado e a sua **POTÊNCIA**.
14. Ao observar um rádio funcionando, percebe-se que a energia elétrica se transforma em energia **SONORA**.
15. O valor de 200 kWh encontrado em uma conta de luz refere-se a **ENERGIA CONSUMIDA**.
16. Uma lâmpada ligada converte energia elétrica em energia **LUMINOSA** e térmica.

Os alunos foram desafiados a seguirem as regras estabelecidas pelo jogo o que gerou alguns conflitos na hora das respostas. Após três tentativas, foi necessária uma pausa no jogo para retomada novamente das atividades já trabalhadas.

Reiniciou-se o jogo e alguns alunos sagraram-se campeões. A premiação para o vencedor era um chocolate, o que gerou muito entusiasmo nos alunos. Percebeu-se que determinados alunos sabiam responder corretamente às perguntas feitas, mas não tinham a “sorte” de ter a cartela com essas respostas. Com o objetivo de realimentar o saber que a turma havia se apropriado com as sucessivas jogadas, foi entregue a cada um dos alunos uma avaliação constituída por todas as perguntas do Bingo.

AVALIAÇÃO DE CIÊNCIAS

Responda as perguntas:

1. Qual é a unidade de medida de tensão elétrica? _____
2. Como se chamam as usinas geradoras de eletricidade que são construídas em locais onde há grandes quedas de água? _____
3. Qual é a unidade de medida da potência elétrica? _____
4. Qual é o valor da frequência alternada no Brasil? _____
5. Qual é o nome da energia relacionada ao movimento? _____

6. Qual é o nome da energia relacionada à temperatura? _____

7. Qual é o nome da energia relacionada à diferença de altitudes? _____

8. Qual é a unidade de medida da corrente elétrica? _____

9. Qual é a unidade de medida da frequência? _____

Complete as lacunas:

10. Antes de ligarmos um aparelho elétrico em nossas casas devemos verificar a sua _____.

11. Quanto maior for a potência de um aparelho elétrico maior será o seu _____.

12. As usinas que geram eletricidade a partir do calor chamam-se _____.

13. O consumo de energia de um aparelho pode ser determinado se conhecermos o tempo no qual ele permanece ligado e a sua _____.

14. Ao observar um rádio funcionando, percebe-se que a energia elétrica se transforma em energia _____.

15. O valor de 200 kWh encontrado em uma conta de luz refere-se a _____

16. Uma lâmpada ligada converte energia elétrica em energia _____.

No Quadro 3, encontram-se organizados os resultados obtidos nessa atividade, o número total de alunos que realizou a avaliação foi 21.

| Questões | Número de alunos que acertaram a questão (N) | Porcentagem de acertos (%) |
|------------------|---|-----------------------------------|
| 8 | 2 | 9,5 |
| 7 | 4 | 19 |
| 9 | 7 | 33 |
| 1, 3 | 8 | 38 |
| 6 | 10 | 48 |
| 5 | 11 | 52 |
| 15 | 12 | 57 |
| 12 | 13 | 62 |
| 11 | 15 | 71 |
| 4, 10, 13 | 16 | 76 |
| 2, 14 | 17 | 81 |
| 16 | 20 | 95 |

Quadro 3: Desempenho dos alunos na avaliação de Ciências⁷.

⁷ O Quadro 3 foi organizado em ordem crescente do número de acertos dos alunos.

O aluno Gui G mostrou-se altamente comprometido com a proposta, pois em todas as avaliações ele se destacou. A turma revelou um crescimento nesta atividade, já que 15 alunos acertaram pelo menos 50% das questões, com a apropriação de determinadas palavras e conceitos trabalhados nas aulas.

Na aula de 26 de maio, os alunos questionaram sobre a oportunidade de jogar o Bingo novamente. Isso reforça nossa suspeita de que as atividades lúdicas favorecem a socialização do saber de modo prazeroso.

Nessa aula foi trabalhado o Experimento 2: Circuito elétrico, composto por lâmpadas ligadas em série e em paralelo (Material Didático, p. 19).

Após a observação das diferenças entre a ligação em série e a ligação em paralelo no protótipo, foi perguntado aos alunos qual dos dois tipos de ligação existia em suas casas. Alguns alunos foram rápidos em responder “*em paralelo*”, e ao serem perguntados do por quê dessa resposta, responderam que “*se fosse em série ao desligar a luz da sala, a da cozinha também apagaria*”. Esta atividade foi extremamente estimulante, pois gerou muitas hipóteses sobre os experimentos apresentados, os alunos fizeram várias colocações “genéricas”, algumas verdadeiras outras não. Foi possível vivenciar saberes diferentes entre si e que em alguns momentos não atendiam ao conhecimento científico ali demonstrado, mas que possibilitaram a construção de um novo saber.

Durante a atividade, mostraram bastante curiosidade em saber como o protótipo havia sido construído. Queriam saber por quantas pilhas poderiam substituir a bateria e quando questionados sobre onde poderiam achar uma ligação em série, prontamente, responderam que “*nas luzinhas do pinheirinho de Natal*”.

No dia seguinte, 27 de maio, foram entregues aos alunos as questões do ENEM⁸ (Material Didático, p. 21) e foi solicitado que lessem atentamente as duas primeiras e tentassem respondê-las sem pedir ajuda aos colegas. Esta atividade também constitui o terceiro momento pedagógico de Aplicação do Conhecimento, pois essas questões contextualizadas extrapolam os conteúdos que foram trabalhados com os alunos.

No exercício 1, dos 27 alunos presentes, 13 marcaram a alternativa A e 14 marcaram a alternativa B (correta). As respostas fornecidas foram consideradas satisfatórias, pois todos os alunos conseguiram identificar o esquema apresentado no exercício como sendo o de uma usina hidrelétrica. No exercício 2, 2 alunos marcaram a alternativa A, 22 a alternativa D

⁸ A escolha por trabalhar as questões do ENEM (BRASIL, 1998-2007), na íntegra ou adaptadas, deveu-se ao fato das mesmas serem contextualizadas, apesar de estarem direcionadas à avaliação de alunos concluintes do Ensino Médio, as questões foram consideradas apropriadas para os alunos da 6ª série.

(correta) e 3 a alternativa E. Foi observado que 25 alunos conseguiram identificar a situação na qual a energia potencial gravitacional se transforma em energia cinética.

O restante da aula foi dedicado à recuperação trimestral, conforme estabelecido no projeto pedagógico da escola.

No nosso décimo encontro, em 02 de junho, foram trabalhadas as questões 3 e 4 (Material Didático, p. 22). Os alunos tiveram tempo para ler as questões e respondê-las. Foi solicitado que eles entregassem as respostas e só então estas questões foram debatidas com o grande grupo. Dos 27 presentes, 4 alunos, conseguiram realizar plenamente ambos os exercícios (Ama C, Aise, Pa e Tha), 9 alunos realizaram a questão 3 (33%) e 12 alunos a questão 4 (44% da turma).

Na aula seguinte, de 03 de junho, utilizamos a mesma sistemática que a da anterior para a resolução das questões 5, 6 e 7 (Material Didático, p. 22). Havia 25 alunos presentes, Leo chegou atrasado e começou a participar da aula a partir do exercício 7. Os resultados apresentados pela turma revelaram um crescimento significativo, pois 18 alunos acertaram o exercício 5 (72%), 13 alunos acertaram o exercício 6 (52%) e 22 alunos acertaram o exercício 7 (88%). Desta vez, 12 alunos acertaram os três exercícios: Ama O., Bia, Dig, Fran, Gui V., Jtan, Ju, Ma, Mo, Ped, Tai e Crol e, ainda, 2 alunos não responderam o exercício 6.

Analisamos que o crescimento no rendimento dos alunos deveu-se a possibilidade e a liberdade de exercitarem seus conhecimentos, bem como de sistematizá-los dentro de uma proposta pedagógica libertadora.

Para a resolução do exercício 8 (Material Didático, p. 24), os alunos contaram com o auxílio da calculadora e puderam resolvê-lo em duplas. Dos presentes, 16 alunos, acertaram este exercício (62%) e o restante da turma, ou seja, 10 alunos não realizaram os cálculos de forma correta. A aula encerrou-se com a participação dos alunos na discussão das respostas obtidas.

Durante a realização da experimentação didática observamos que o Módulo I programado inicialmente para ser aplicado em 12 períodos, envolveu 20 períodos. Os alunos exigiram mais da atuação da professora-pesquisadora nas aulas de segunda-feira, que eram mais curtas. Com relação às aulas de terça-feira, que ocorreram no 1º e 2º períodos, durante os quais a escola oferece a merenda, houve sempre a quebra da sequência dos períodos.

Devido às reuniões de conselhos de classe participativos da escola que aconteceram nos dias 9, 10, 16 e 17 de junho, o Módulo II – Energia Solar sofreu uma defasagem no organograma de seis períodos com a turma.

O Módulo I foi apresentado, conforme os momentos pedagógicos. Iniciou-se a partir de um debate na problematização inicial. Isto gerou a organização do conhecimento que, por sua vez, culminou com os experimentos descritos no Material Didático na etapa de generalização do conhecimento. Os vários conhecimentos foram trabalhados a partir do tema gerador Energia, que compôs este módulo, e dos experimentos realizados relacionados a energia elétrica. Ao término do Módulo I observou-se o desenvolvimento do conhecimento dos estudantes que avançaram na sistematização, tornando-se agentes críticos e transformadores do seu próprio saber.

5.2 MÓDULO II – ENERGIA SOLAR

No dia 18 de junho os alunos foram conduzidos ao pátio para realizar o Experimento 1: Aquecimento da água através da Energia Solar, que compõe o Módulo II – Energia Solar (Material Didático, p. 25).

Durante a realização da experiência foram trabalhadas as perguntas da problematização inicial (Material Didático, p. 25) e para estas perguntas foram fornecidas pelos alunos as seguintes respostas:

- *O que é o Sol?* É uma estrela.
- *Qual a energia que está associada ao Sol?* Energia Solar.
- *Pode-se aproveitar esta forma de energia?* Para secar roupa, para esquentar, para se bronzear.
- *Pode-se converter esta energia em outras formas de energia?* Energia térmica (Gab).

Observamos que o fato de a atividade ter sido realizada ao ar livre tornou-a inovadora para os alunos.

A experiência realizada no pátio da escola durou 40 minutos e a temperatura da água contida na lata exposta ao Sol elevou-se em 12°C, o que causou espanto em alguns alunos. Neste momento, a professora-pesquisadora disse que muitas pessoas já faziam isto, mas com equipamentos mais sofisticados.

Ao retornar para a sala de aula foi pedido que os alunos fizessem e entregassem a Atividade 1 (Material Didático, p. 26), individualmente. À pergunta número 3, que gostaríamos de destacar, *O que fez esta temperatura variar?*, 01 aluno deixou em branco, 19 alunos relacionaram ao Sol, calor e energia solar e, ainda, 04 alunos forneceram respostas aleatórias.

Notou-se que algumas crianças tiveram necessidade de maior concentração a fim de responderem corretamente a atividade.

O encontro da semana seguinte, 24 de junho, iniciou-se com a retomada do que foi trabalhado na aula anterior, também foram debatidas as respostas dadas pelos alunos para a Atividade 1. Realizou-se a leitura e discussão dos textos 1.Sol e 2.Energia Solar (Material Didático, p.27), foi solicitado que eles entregassem as respostas da Atividade 2 (Material Didático, p.27) e o relato da experiência de aquecimento da água através da Energia Solar realizada na aula anterior, para que a professora acompanhasse o entendimento da turma a respeito desta atividade.

Estão listadas abaixo, algumas das informações que podem ser destacadas do conjunto das respostas dos alunos à Atividade 2:

Ao serem perguntados sobre *“Como imaginam que seria a vida na Terra caso o Sol subitamente parasse de brilhar?”*, os alunos responderam que:

“Os animais iriam morrer, as plantas também, não teremos chuvas, os rios iriam secar e não teria água para beber e assim toda a Terra iria congelar e o planeta Terra iria morrer.” (Tha),

“Nós não teríamos luz solar e não choveria porque a água não evaporaria e os animais iriam morrer e nós também. Ninguém poderia dirigir porque não conseguiríamos enxergar.” (Gui V),

“A Terra ia ser uma escuridão, as pessoas terão que inventar algo que fizesse claridade.” (Leo) e

“Seria horrível imagine viver na escuridão, seria a mesma coisa que viver num cativeiro escuro sem nada para comer, as pessoas ficando desnutridas, os animais morrendo, nenhum ser vivo iria sobreviver.” (And).

Quando questionados sobre *“De que maneira você e sua família utiliza a energia proveniente do Sol?”*, os estudantes responderam:

“Para secar roupa, para aquecer a casa e quando tem luz do Sol desligamos as luzes.” (Bia),

“Para descongelar a carne que acaba de sair do freezer em vez de usar o micro.” (Lc),

“Usamos o Sol para secar roupa, para dar mais vida as plantas e nos aquecermos no frio.” (Fran) e

“Usamos para secar a roupa, para mim fazer experiências na escola, para o meu irmão brincar na pracinha, porque se chove ele não pode brincar na pracinha da creche dele, usamos pra lavar o pátio e secar bem rapidinho, para dar banho no Simba e na Laica (são meus animais domésticos), porque se eu der banho quando estiver chovendo e friozinho eles vão morrer e etc.” (And).

Foi solicitado aos alunos que fizessem um relatório do Experimento 1: Aquecimento da água através da Energia Solar. Algumas das descrições realizadas pelos estudantes serão apresentadas a seguir:

A aluna Ma apresentou a seguinte descrição⁹:

“Para fazer o experimento você precisa de duas latas pintadas de preto, água e dois termômetros. Encha as latas com água na mesma quantidade, meça a temperatura inicial, coloque uma lata na sombra e a outra no Sol, meça a temperatura das latas de 5 em 5 minutos ou de 10 em 10 minutos. Repare que a lata que estava na sombra não muda a temperatura, mas a que estava no Sol sim.”

Ju faz o seguinte depoimento:

“A “sora” pegou duas latas pintadas de preto, colocou uma no Sol e a outra na sombra. Daí ela mandou fazer uma tabela em grupo e de 5 em 5 minutos a gente ia pegar a temperatura, a “sora” colocou um termômetro em cada uma das latas e assim a gente viu que o Sol bateu na água da lata e ela esquentou fazendo a temperatura da água subir e a lata que ficou na sombra a temperatura da água não subiu.”

A descrição de Bia:

“Na última aula nós fizemos um experimento, mas o objetivo do experimento é mostrar que a energia do Sol pode se transformar em energia térmica. Pegamos duas latas iguais e botamos a mesma quantidade de água e dois termômetros para botar dentro das latas. Uma lata ficou na sombra e a outra no Sol, a cada 6 minutos a lata que esta na sombra ficou com a mesma temperatura e a lata que ficou no Sol foi subindo devagar a temperatura.”

A aluna Tha escreveu:

“- A professora levou toda a nossa turma para o pátio e colocou uma lata preta no Sol e uma lata preta na sombra, a professora colocou termômetro em cada uma das latas e mediu a temperatura da água da sombra e do Sol, a temperatura da água da sombra continuou na mesma temperatura 10°C, e a temperatura da água no Sol variou de 10°C até 22°C em 40 minutos.”

Ama O. apresenta a seguinte descrição:

“A experiência foi feita apenas usando duas latas pretas com água na mesma quantidade. Uma foi colocada na sombra e a outra no Sol cada uma com o seu termômetro e a cada 10 minutos era olhada a temperatura. A temperatura da lata no Sol subia e a que estava na

⁹ As falas utilizadas são transcrições literais dos textos confeccionados pelos alunos.

sombra não subia. A energia solar se transforma em energia térmica, por isso que a temperatura da lata no Sol subiu 12°C e a da sombra não subiu nada.”

A aluna Fran escreve:

“Para fazermos a experiência nós usamos dois termômetros e duas latas pintadas de preto. Nós colocamos uma lata na sombra e a outra no Sol. Devemos medir a temperatura de 6 em 6 minutos ou mais. E assim vamos obter as temperaturas. Precisamos de Sol para a experiência.”

Gab apresenta o seguinte depoimento:

“Para fazer a experiência usamos duas latas e dois termômetros, um para cada lata.

Uma das latas coloca-se no Sol e a outra na sombra. Botamos os termômetros e esperamos por 5 ou 6 minutos. O primeiro tempo é o de 0 minutos e a temperatura das duas é 10°C. Depois de passar 5 ou 6 minutos tiramos os termômetros e se vê que a temperatura da lata no Sol aumenta e a lata na sombra continua a mesma. A lata no Sol absorve a energia solar aquecendo a água colocada pela metade, ao contrário da lata na sombra que também tem água pela metade mas não muda nada a sua temperatura. Faça esta experiência na sua casa e veja se vai dar certo.”

A aluna Aise escreveu:

“O experimento é feito com apenas: 2 latas pintadas de preto, 2 termômetros e água. As latas com a mesma quantidade de água são colocadas uma na sombra e a outra no Sol, e são medidas no tempo zero. Depois de alguns minutos medimos a temperatura e a lata que estava na sombra continuou com a mesma temperatura e a que estava no Sol aumentou 3°C, depois de alguns minutos foi medido de novo, na sombra continuou com a mesma temperatura e no Sol aumentou mais 3°C e assim adiante.”

And apresenta a seguinte descrição:

“Foi assim, você nos levou para o pátio e levou duas latinhas pretas. Nós chegamos lá e botou uma no Sol e a outra na sombra. A temperatura da lata no Sol começou a aumentar com a energia solar e a outra continuou com 10°C durante 40 minutos e não aumentou. A lata no Sol aumentou 12°C, fiquei impressionada foi um experimento legal. Valeu!”

As falas revelam que os estudantes descrevem os procedimentos da experiência com riqueza de detalhes.

No dia 30 de junho foram trabalhados os seguintes textos: Transformação de Energia, Aquecimento Solar da Água e Células Solares ou Fotovoltaicas (Material Didático, p. 28). Percebeu-se que a leitura é um grande desafio para os alunos, que preferiam aulas em que podiam trabalhar com os seus colegas.

Ao final dessa aula a professora-pesquisadora explicou que o equipamento do experimento do próximo encontro seria confeccionado por eles, portanto, era necessário que os alunos se dividissem em grupos com no máximo 4 integrantes e se organizassem de maneira que toda a turma conseguisse realizar a tarefa.

O encontro seguinte, de 01 de julho, iniciou-se com a leitura e debate dos textos Vantagens e Desvantagens e Piruetas do Contador (Material Didático, p. 29). Durante esta atividade os alunos mantiveram-se em grande expectativa pelo momento em que eles finalmente se reuniriam com os seus grupos para realizar a tarefa de montagem do Fogão Solar (Material Didático, p. 30).

A aula foi dinâmica, os alunos trabalhavam com organização independente. Conversavam, observavam o trabalho dos outros grupos, avaliavam e criticavam o seu próprio experimento, relutavam em aproveitar a sugestão do colega. Muitos impasses foram mediados pela professora-pesquisadora. Parte das ocorrências que se tornaram entraves para o trabalho envolveu o grupo formado pelos alunos, Ped, Gab e Bru, que não conseguiu realizar a tarefa, porque não trouxeram todos os materiais necessários. O grupo dos alunos negociou com os colegas da turma para que doassem os materiais que estavam sobrando em seus grupos e assim realizaram parcialmente a montagem do Fogão Solar, ficou faltando apenas a chapa metálica para a conclusão do mesmo.

Como a aluna Joa não veio a aula, de segunda-feira, foi inserida no grupo 2. A aluna And também faltou à aula anterior e foi excluída pelas colegas de seu grupo original e, posteriormente, incluída no grupo de Sti, Crol, Ama C. e Tai. O grupo formado pelos alunos Leo, Dig, Sue e Tha foi o grupo que não respeitou o desenvolvimento da tarefa desenvolvida pelos outros grupos. Este grupo é formado exclusivamente por alunos repetentes nessa série.

O tempo não contribuiu para o teste do funcionamento do Fogão Solar, principalmente porque estávamos no inverno. Então, foi solicitado aos alunos que se reunissem fora da escola para verificar se o equipamento estava funcionando adequadamente e para observarem os resultados.

A tarefa de casa relativa a esta aula foi a entrega de um relatório. A professora-pesquisadora sugeriu que respondessem as seguintes perguntas:

O que tentaram cozinhar com o Fogão Solar?

Quanto tempo levou para o cozimento?

Onde foi colocado o Fogão Solar para a realização do experimento?

Além de entregar os relatórios os grupos deveriam apresentar os seus relatos oralmente para a turma, ficou acertado também que os alunos que não conseguissem terminar os seus equipamentos poderiam fazê-lo em casa e na aula seguinte entregar os relatórios, bem como mostrar os seus fogões.

Alguns dos trabalhos produzidos pelos grupos podem ser observados nas Figuras 8 e 9.



Figura 8: Fogão Solar confeccionado pelo grupo 3



Figura 9: Fogão Solar confeccionado pelo grupo 4

Nesse encontro, também foram trabalhados as questões de múltipla escolha que finalizam o capítulo, sendo que três delas são questões adaptadas do ENEM (Material Didático, p. 32). Os alunos respondiam as questões e escreviam a alternativa correta em um papel com a devida identificação para que estes fossem recolhidos. Esta dinâmica de trabalho foi proposta para que eles se empenhassem em responder as questões e também para que a professora pudesse tabular os resultados obtidos. Após a turma ter resolvido as quatro primeiras questões, estas foram debatidas e corrigidas com o grande grupo. Quanto à quinta questão foi solicitado aos alunos que tentassem resolvê-la em casa para que na aula seguinte essa fosse discutida.

Os dados obtidos nestes exercícios (Material Didático, p. 32) encontram-se organizados na Tabela 1, a seguir, na qual a alternativa correta foi destacada em negrito.

Considerando a complexidade das questões do ENEM e a faixa etária dos alunos, pode-se observar que eles não somente se apropriaram dos conhecimentos trabalhados, como também extrapolaram os conceitos, visto que responderam questões além de sua série.

Tabela 1: Resultados dos alunos nas questões do ENEM referentes ao Módulo II – Energia Solar.

| | A | B | C | D | E |
|------------------|-------------|---------------------|-------------|-------------|---------------------|
| Questão 1 | N = 4 (15%) | N = 3 (12%) | N = 6 (23%) | N = 3 (12%) | N = 9 (35%) |
| Questão 2 | N = 1 (4%) | N = 1 (4%) | N = 1 (4%) | N = 5 (19%) | N = 18 (69%) |
| Questão 3 | N = 1 (4%) | N = 1 (4%) | N = 3 (12%) | N = 4 (15%) | N = 17 (65%) |
| Questão 4 | N = 4 (15%) | N = 3 (12%) | N = 6 (23%) | N = 5 (19%) | N = 8 (31%) |
| Questão 5 | N = 0 (0%) | N = 22 (96%) | N = 0 (0%) | N = 0 (0%) | N = 1 (4%) |

Na aula do dia 7 de julho, nosso 16º encontro, foi trabalhado a questão número 5 (Material Didático, p. 33). A atividade proporcionou aos alunos troca de informações, o que os ajudou a respondê-la, sendo que dos 23 alunos presentes, 22 alunos obtiveram êxito em suas respostas. Além disso, houve um ensaio de apresentação dos relatórios com a descrição do experimento de cozimento de alimentos com o Fogão Solar.

A professora-pesquisadora julgou importante que os alunos conseguissem registrar suas ideias e apresentá-las oralmente, após o ensaio da apresentação dos relatórios, foi necessária uma retomada das atividades para os ajustes finais.

No encontro seguinte, no dia 8 de julho, estava previsto que a aula deveria começar com uma avaliação sobre o conteúdo desenvolvido ao longo do Módulo II, mas devido à necessidade maior de tempo, os relatórios foram concluídos. A professora-pesquisadora após leitura e devolução dos trabalhos instigou os alunos com outras questões que os estimulassem a ir mais além.

Apesar dos desafios na elaboração dos relatórios sobre o Fogão Solar, os alunos apresentaram a atividade se posicionando na frente da sala de aula para descrever o experimento. Esta etapa da aula foi interessante, pois toda a turma demonstrou interesse pelos relatos dos colegas, fizeram perguntas e comentários.

No Quadro 4 organizamos as respostas fornecidas pelos grupos.

O Módulo II foi desenvolvido em 10 períodos de aula. O horário da merenda da turma foi modificado para que os alunos tivessem um melhor aproveitamento das aulas, o que contribuiu para a otimização do tempo.

Durante a realização do Módulo II, foi possível perceber que a proposta, bem como a concretização dos três momentos pedagógicos, já estava inserida na dinâmica das atividades e experimentos realizados. Isso reforçou a convicção de que é possível implementar uma proposta mais libertadora que leve em consideração a troca de saberes e a sistematização do conhecimento físico.

| G R U P O | Data da realização do experimento | Onde foi colocado o Fogão Solar? | O que tentaram cozinhar? | Quanto tempo levou? | Quais foram os resultados? | O que o grupo achou da experiência? |
|----------------------------------|--|---|---|------------------------------------|---|---|
| 1 | 06/07/2009 | Em uma área de serviço. | Um ovo com casca (imerso na água). | 1 h e 40 min. | A clara do ovo cozinhou, mas a gema ficou mole. | Achou interessante, pois percebeu que a Energia Solar pode ser transformada em Energia Térmica. |
| 2 | Não realizaram (devido a problemática interna do grupo). | | | | | |
| 3 | 06/07/2009 | Nos fundos da casa e em cima de uma cadeira. | Massa “Miojo” (imersa na água). | 1h. | A massa não cozinhou totalmente, ainda apresentava pedaços duros. | Gostou, pois verificou que o Sol não serve só para secar roupa, mas também para cozinhar comida. |
| 4 | 05/07/2009 | Em cima do muro. | Um ovo sem a casca. | 30 min. | A clara do ovo borbulhou. | Muito interessante porque teve que montar o experimento na sala de aula com o grupo e porque ele aquece no Sol. |
| 5 | 05/07/2009 | Em cima da casa. | Massa “Miojo” (imersa na água). | 2 h e 30 min. | A massa não cozinhou totalmente, estava bem mole. | Achou a experiência legal, mas demorada. |
| 6 | Não realizaram (devido a problemática interna do grupo). | | | | | |
| 7 | 06/07/2009 | Em cima da casa. | Um ovo com casca (imerso na água). | 30 min. | Não cozinhou. | Gostou, pois percebeu que o Sol serve para esquentar a água e não só para secar roupas e se bronzear. |

Quadro 4: Dados coletados na realização da experiência do Fogão Solar.

5.3 MÓDULO III – ENERGIA EÓLICA

Ainda no encontro do dia 8 de julho foi introduzido o Módulo III – Energia Eólica, a partir da problematização inicial, a turma participou ativamente.

A problematização inicial consistiu na apresentação de um conjunto de gravuras que deveriam ser observadas pelos alunos (Material Didático, p. 35) e discutidas por meio das quatro questões propostas na atividade.

Ao serem perguntados sobre o que as gravuras tinham em comum, os estudantes responderam que todas representam objetos que se movimentam com o vento. Quando questionados como se formam os ventos, os alunos não apresentaram nenhuma teoria. A respeito do nome que recebe a energia do vento, prontamente os alunos disseram se tratar da Energia Eólica. E ainda, quando a professora-pesquisadora quis saber onde mais poderíamos empregar a energia do vento, a turma ficou em silêncio, e o aluno Gui G. informou que poderíamos empregá-las “*Nas usinas eólicas*”.

Aproveitando o momento a professora-pesquisadora perguntou se eles sabiam onde tínhamos uma usina deste tipo, pois o texto introdutório dos módulos de ensino (Material Didático, p.6) cita que na cidade de Osório situa-se um parque eólico. Neste momento, a aluna Tai lembrou-se dessa informação e forneceu uma resposta adequada, com isso a professora retomou os conteúdos referentes às transformações de energia.

No desenvolvimento do Experimento 1 (Material Didático, p. 36) a turma confeccionou os cataventos. Vencida a etapa de confecção os alunos conseguiram concluir o artefato, porém somente três cataventos se movimentaram sem maiores problemas (Dog, Aise e Ama C.). A aula foi encerrada com as questões da Atividade 1 relacionada ao Experimento 1 (Material Didático, p. 37).

Todos os alunos responderam corretamente ao serem perguntados sobre o que fazia o catavento girar. O mesmo não ocorreu ao serem questionados sobre qual nome recebia a energia do vento, dos 23 alunos presentes, 19 deles responderam Energia Eólica, 2 alunos Energia Cinética, 1 aluno respondeu usina de Osório e 1 aluno deixou a questão em branco. Ao serem indagados sobre quais as formas de energia envolvidas no experimento, 13 alunos responderam que as energias envolvidas eram a Eólica e a Cinética, 3 alunos informaram que era a Energia Cinética, 2 estudantes responderam que era a Energia Eólica, 1 aluno informou se tratar das energias Eólica e Térmica, 1 estudante respondeu Osório e 3 alunos deixaram a resposta em branco. As respostas indicam que 13 estudantes (57%) conheciam o conteúdo trabalhado.

No dia 14 de julho foram lidos e debatidos com os alunos os textos: Origens, Como se Formam os Ventos?, Energia Eólica e Transformação de Energia (Material Didático, p. 37). As aulas que envolvem o tratamento de conceitos tornam-se grandes desafios. Estimulando os alunos a professora-pesquisadora solicitou que eles realizassem a Atividade 2 (Material Didático, p. 40). Nessa atividade os alunos deveriam indicar quais os processos de transformação de energia estão envolvidos no funcionamento do sistema, desde o momento que o vento bate nas pás de um aerogerador até o instante que uma lâmpada se acende em uma residência

Dos 24 alunos presentes, 19 estudantes responderam corretamente a primeira parte da Atividade 2, ou seja, que a Energia Eólica é transformada em Energia Cinética. Já na segunda parte da Atividade 2, a turma encontrou várias respostas para a transformação de energia que ocorre quando a turbina move o gerador, que faz acender uma lâmpada. As respostas fornecidas pelos alunos foram: Energia Cinética em Energia Luminosa (9 alunos), Energia Cinética em Energia Elétrica (4 alunos), Energia Eólica em Energia Luminosa (3 alunos), Energia Elétrica em Energia Luminosa (1 aluno), outros (5 alunos) e brancos (2 alunos).

A aula planejada para ser realizada em 16 de julho, não ocorreu devido a uma reunião extraordinária de professores. Assim, no dia 21 de julho a Atividade 2 foi retomada, discutida e corrigida, além disso, foram trabalhados os textos Vantagens e Desvantagens e Com o Vento a Favor (Material Didático, p. 40). O segundo texto foi muito significativo para a turma, pois a reportagem selecionada trazia informações sobre o parque eólico, localizado em Osório, e que muitos já haviam avistado da *Freeway*, ao viajar para as praias do Litoral Norte do estado do Rio Grande do Sul.

Ainda nesta aula foi trabalhado o Experimento 2: Turbina eólica composta por hélice, motor elétrico e resistência (Material Didático, p. 42). A turma ficou deslumbrada ao observar que a lâmpada realmente acendia com a força do vento.

Foi explicada a montagem do equipamento e relatado como um dos alunos da turma piloto se empenhou em conseguir os materiais necessários para a construção do modelo. A hélice usada foi a de um motor de *freezer*, o motor elétrico foi o de um toca fitas e a lâmpada foi a de um carrinho de brinquedo. Reunido o material, feita a montagem do experimento, os alunos foram dispostos em círculo onde com o auxílio de um ventilador a turbina foi posta em funcionamento. Estando funcionando, cada aluno a seu tempo e modo, pode observar e vivenciar os três momentos pedagógicos, problematizando, organizando e finalmente extrapolando o conhecimento.

Os alunos levaram dois períodos para a realização da Atividade 3 (Material Didático, p. 42), que consistia em produzir um desenho do equipamento do experimento, identificar as formas de energia envolvidas e explicar com suas próprias palavras o que foi observado durante a realização da experiência.

Abaixo estão relacionados três exemplares de produções dos alunos na Atividade 3 que podem ser destacados:

A) Atividade realizada pela aluna And:

Descrição: “ - A professora pegou as hélices de um refrigerador, um motor de toca fitas e uma lâmpada de farol de carrinho. Ela usou dois fios e ligou na lâmpada, era um tipo de ventilador só que ele não fazia vento, ele precisava de vento ou energia eólica, ela montou tudo, ficou quase igual ao que eu fiz no desenho. Ela botou o seu ventilador de verdade em cima da mesa da sala de aula e ligou no interruptor. Assim as pás começaram a girar e os dois fios ligaram a lâmpada, isso é energia elétrica.” (Veja Figura 10).

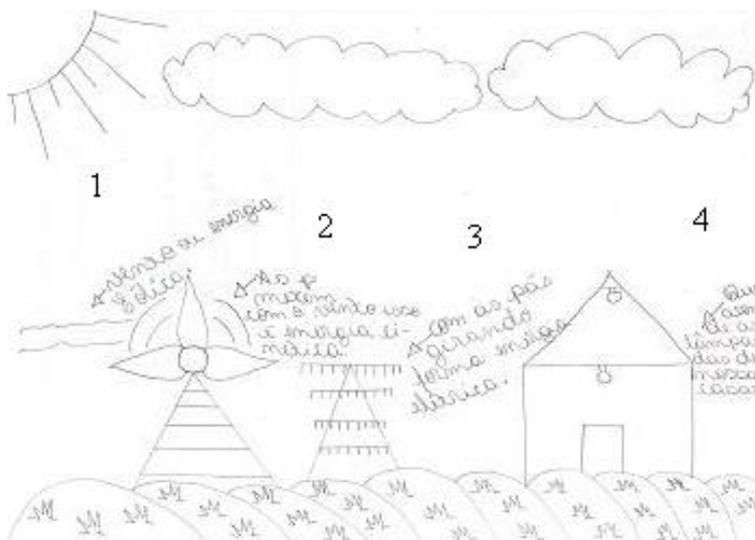


Figura 10: Desenho da turbina eólica do experimento 2 por And.

1. Vento ou energia eólica.
2. As pás mexem com o vento, isso é a energia cinética.
3. Com as pás girando forma a energia elétrica.
4. Que acende as lâmpadas de nossas casas.

B) Trabalho desenvolvido pelo aluno Gui G:

Descrição: “ - A energia eólica (energia do vento) faz as pás se movimentarem, criando a energia cinética. As pás acionam uma turbina que produz energia elétrica. Essa energia é levada até a lâmpada por um fio. E a lâmpada transforma a energia elétrica em luminosa e térmica. Essa energia criada pelos aerogeradores é distribuída por várias residências.” (Veja Figura 11).

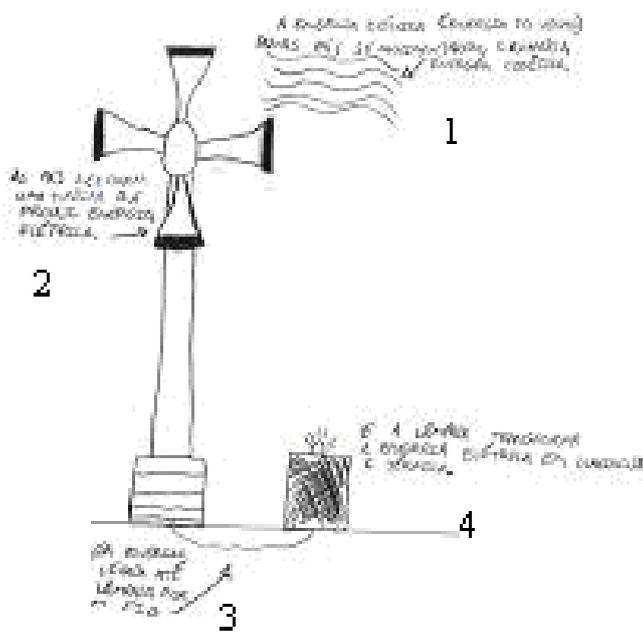


Figura 11: Desenho da turbina eólica do experimento 2 por Gui G.

C) Atividade realizada pela aluna Ama O:

Descrição: “ - É ligado um ventilador na frente do experimento. Esse ventilador simboliza o vento (energia eólica) que bate nas pás e faz elas girar, girando também o motorzinho (energia cinética) que há dentro do experimento. O motorzinho girando faz com que se crie a energia elétrica que passa por dois fios e chegam em um suporte acendendo uma lâmpada, com essa lâmpada ligada nós temos energia luminosa e energia térmica.” (Veja Figura 12).

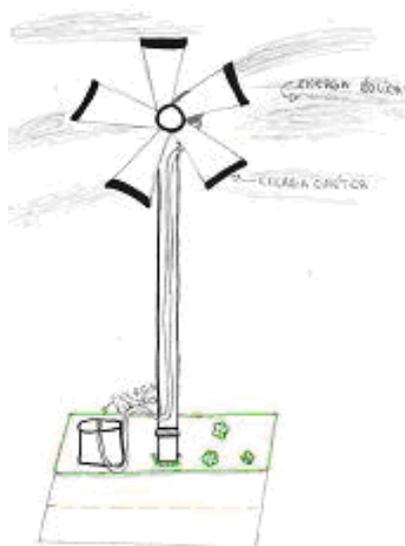


Figura 12: Desenho da turbina eólica do experimento 2 por Ama O.

A partir da análise do material produzido pelos alunos é notória a evolução do conhecimento, bem como a sua transformação e extrapolação. Observamos que desde a problematização mostrada no Módulo I, para a finalização do experimento (etapa de generalização do conhecimento), até a finalização do Módulo III houve um avanço muito grande que gerou não apenas sistematização do conhecimento, mas também prazer no aprender, no trocar com os colegas de classe.

No nosso 20º encontro, ocorrido no dia 23 de julho, optou-se por aplicar as oito questões de múltipla escolha que finalizam o capítulo, sendo que duas delas são questões do ENEM (Material Didático, p. 43). No primeiro período aplicou-se o teste e no período seguinte houve a correção e debate das questões, havia 21 alunos presentes.

Os dados obtidos a partir da correção das questões encontram-se organizados na Tabela 2 e a alternativa que aparece em negrito é a alternativa correta.

Tabela 2: Resultados dos alunos nas questões do ENEM referentes ao Módulo III – Energia Eólica.

| | A | B | C | D | E |
|------------------|-------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Questão 1 | N = 4 (19%) | N = 8 (38%) | N = 0 (0%) | N = 5 (24%) | N = 4 (19%) |
| Questão 2 | N = 2 (10%) | N = 1 (5%) | N = 16 (76%) | N = 2 (10%) | N = 0 (0%) |
| Questão 3 | N = 2 (10%) | N = 5 (24%) | N = 13 (62%) | N = 0 (0%) | N = 1 (5%) |
| Questão 4 | N = 7 (33%) | N = 2 (10%) | N = 4 (19%) | N = 6 (29%) | N = 2 (10%) |
| Questão 5 | N = 4 (19%) | N = 2 (10%) | N = 2 (10%) | N = 13 (62%) | N = 0 (0%) |
| Questão 6 | N = 2 (10%) | N = 12 (57%) | N = 0 (0%) | N = 4 (19%) | N = 3 (14%) |
| Questão 7 | N = 0 (0%) | N = 0 (0%) | N = 4 (19%) | N = 1 (5%) | N = 16 (76%) |
| Questão 8 | N = 9 (43%) | N = 1 (5%) | N = 1 (5%) | N = 10 (48%) | N = 0 (0%) |

O teste comprovou que os alunos se apropriaram realmente do conhecimento. Salienta-se que esta atividade foi realizada de forma individual, não houve momento de trocas, nem debates. Como demonstrado na Tabela 2, os alunos além do conhecimento, desenvolveram outras habilidades individuais significativas, como por exemplo, a leitura adequada das questões.

Nenhum aluno conseguiu acertar todas as questões, 5 alunos obtiveram 50% de acertos, 3 alunos obtiveram 62,5% de acertos, 2 alunos obtiveram 75% de acertos e 1 aluno 87,5%.

A última semana de julho foi de férias escolares, o primeiro encontro da professora-pesquisadora com a turma após este período foi em 04 de agosto. Nesse encontro as questões

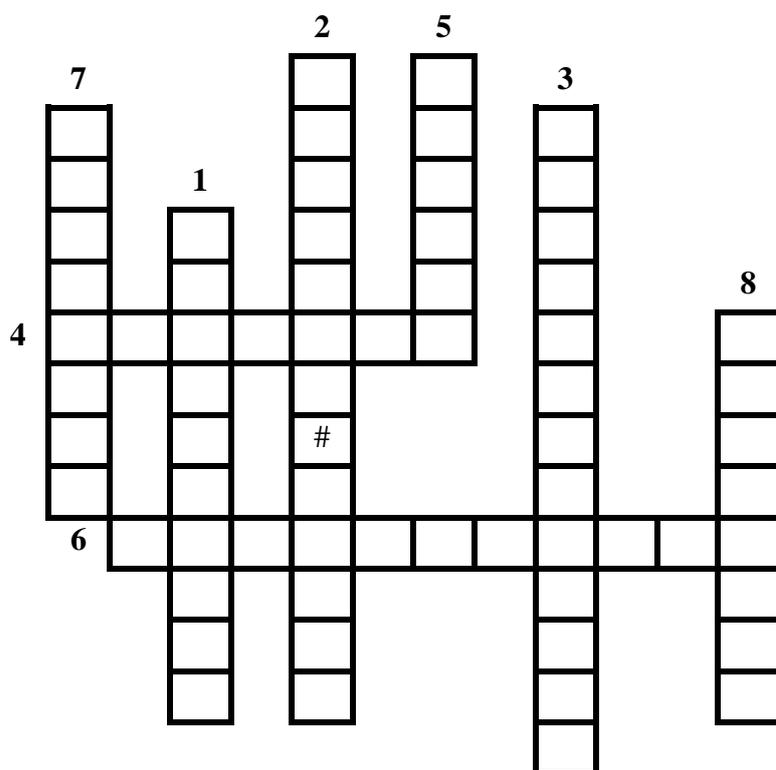
do teste foram devolvidas para os alunos e debatidas em sala de aula. Neste período, também foi feita uma retomada dos conteúdos que envolviam o Módulo II – Energia Solar e o Módulo III – Energia Eólica. Sanados os questionamentos foi realizada uma atividade complementar para ser entregue, envolvendo estes dois módulos. A realização dessa atividade complementar objetivou a melhor sistematizar a generalização do conhecimento, assim como a retomada dos três momentos pedagógicos.

Complete as cruzadinhas:

1. Nome do instrumento utilizado para medir a temperatura: _____

2. Qual é a energia que está associada ao Sol? _____

3. Para converter a Energia Solar diretamente em Energia Elétrica é necessária a utilização das células _____
4. No funcionamento de coletores solares que servem para o aquecimento de água, a Energia Solar é transformada em qual tipo de Energia? _____
5. Nome que recebe a energia do vento: _____
6. Nome do dispositivo constituído por um gerador elétrico movido por uma hélice acionada pelo vento: _____
7. Em uma Usina Eólica ocorrem várias transformações de energia. Por exemplo, quando o vento movimentar as pás de uma turbina observa-se a transformação da Energia Eólica em Energia _____
8. Quando a turbina move o gerador e faz acender uma lâmpada, percebe-se que a energia do movimento se transforma em Energia _____



O encontro do dia 6 de agosto iniciou-se com a devolução da atividade da aula anterior. Para este dia, foi programada uma avaliação que envolvia o conteúdo do Módulo II – Energia Solar e do Módulo III – Energia Eólica. Assim, o desenvolvimento do 3º Módulo e o encerramento das atividades da experimentação didática envolveu 10 períodos.

6 DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Ao final das atividades propostas no Material Didático foi aplicado à turma um instrumento de coleta de informações organizado em duas partes. A primeira parte era constituída de 31 questões do tipo Likert (SILVEIRA; MOREIRA, 1999) relacionadas a metodologia e desenvolvimento da experimentação didática; a segunda parte era constituída de questão dissertativa relacionada ao conteúdo dos módulos trabalhados no período.

No que diz respeito ao questionário, do tipo Likert, este foi adaptado a partir do instrumento utilizado por GOI (2004). Optou-se por utilizar um instrumento já validado pela necessidade de otimização do trabalho. Este foi respondido por 25 alunos, apesar de a amostra inicial ser constituída por 28 alunos. O questionário é constituído por afirmações nas quais os alunos devem expressar o seu grau de concordância ou discordância em uma escala de 5 pontos (1 = Discordo totalmente, 2 = Discordo, 3 = Não tenho opinião ou indeciso, 4 = Concordo e 5 = Concordo plenamente), podendo escolher apenas uma alternativa para cada questão.

Como pode ser observado no Gráfico 4, a análise do questionário revelou que os alunos consideram que os módulos de ensino são de fácil compreensão, mas exigem raciocínio (score aproximado 4) e é necessário empenho para acompanhá-los. Os estudantes concordam (score 4,44) que estes módulos contribuíram significativamente para as suas vidas em sociedade, por este motivo eles participaram com interesse das atividades durante a experimentação didática e reconhecem que esta participação foi satisfatória (score 4,48).

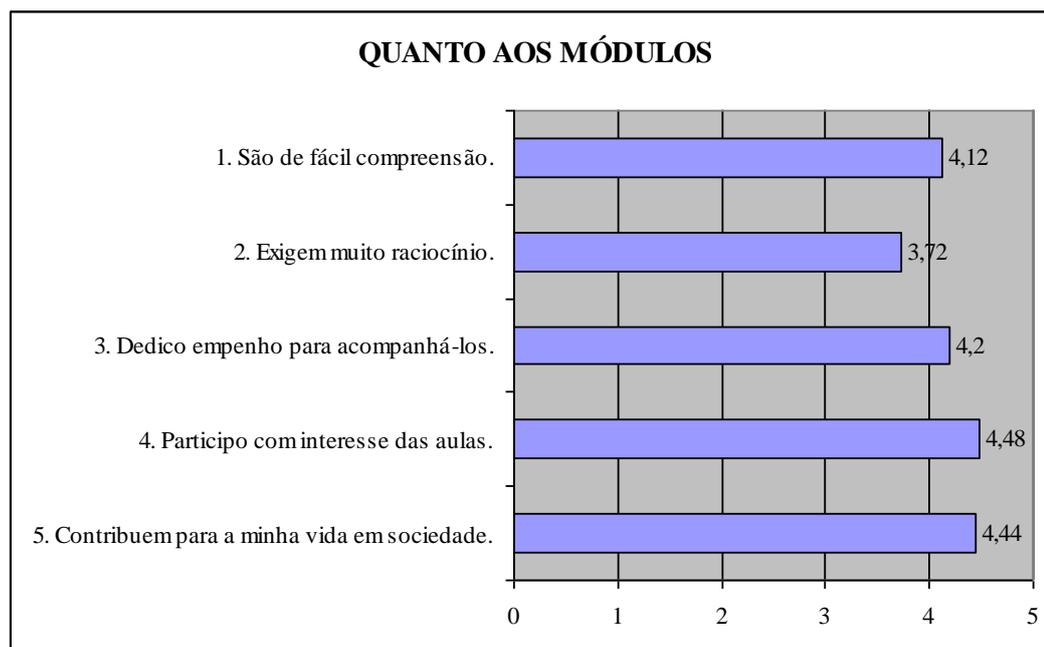


Gráfico 4: Opiniões dos alunos sobre os Módulos de Ensino (N=25).

No segundo bloco de questões (ver Gráfico 5), relacionado ao material didático utilizado durante os módulos, os alunos consideraram que os textos foram de fácil compreensão e que as atividades propostas estavam relacionadas com o seu dia-a-dia (escore 4,44). As informações revelaram que as opiniões dos alunos na afirmação 8, relativa à dificuldades de compreensão das atividades, que obteve escore 3,04, foram uma média daqueles que optaram por $N_{CP}^{10} = 4$, $N_C = 6$, $N_O = 2$ e $N_D = 13$, este escore não caracteriza a categoria “Não têm opinião a respeito da afirmação ou indeciso”, mas uma distribuição das opiniões dos alunos entre concordo plenamente e discordo. A maioria dos informantes admite que as atividades exigiram pouco raciocínio, discordando da afirmação 9. As respostas dos alunos revelaram que as problematizações realizadas pela professora os motivou a participar das atividades propostas. Quando perguntados se preferiam que a professora passasse a matéria no quadro, discordaram da afirmativa. Também discordaram de que a linguagem utilizada fosse de difícil compreensão.

¹⁰ A notação N_{CP} indica o número de alunos que concordam plenamente com a afirmação, N_C indica o número de alunos que concordam com a afirmação, N_{NO} indica o número de alunos que não têm opinião a respeito da afirmação ou estão indecisos, N_D indica o número de alunos que discordam da afirmação e N_{DT} indica o número de alunos que discordam totalmente com a afirmação.



Gráfico 5: Opiniões dos alunos sobre o material didático utilizado em sala de aula (N=25).

No gráfico 6, relativo às atividades experimentais, os estudantes concordam plenamente que elas facilitaram a aprendizagem (escore 4,56) e concordam que essas estavam de acordo com as suas expectativas (escore aproximado 4). Quando perguntados a respeito das dificuldades em relacionar as práticas com os textos do material didático, os alunos informam não sentir dificuldades (escore 2). Os alunos também discordam de que estas atividades não tenham contribuído para a sua aprendizagem. Os informantes dividiram suas opiniões no que diz respeito à facilidade em produzir os equipamentos solicitados pela professora, pois a análise das respostas aponta que $N_{CP} = 5$, $N_C = 8$, $N_O = 1$, $N_D = 10$ e $N_{DT} = 1$.

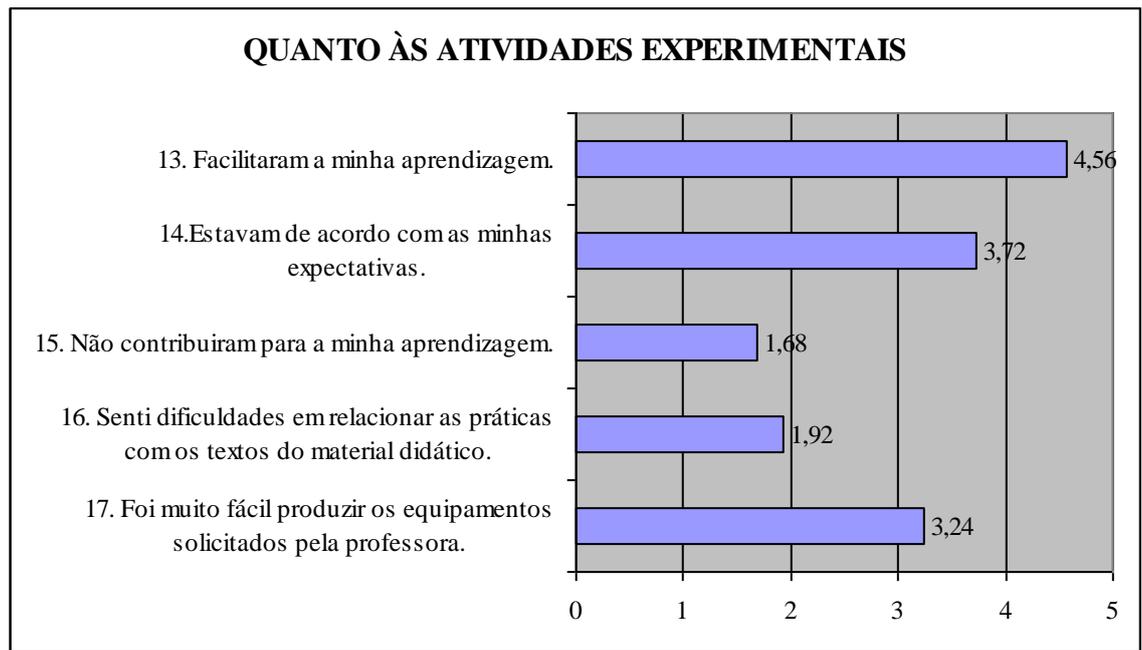


Gráfico 6: Opiniões dos estudantes em relação às atividades experimentais de Ciências (N=25).

Quanto ao bloco de questões relativas aos trabalhos orais e escritos, Gráfico 7, os estudantes concordam que eles auxiliaram na compreensão do conteúdo (escore 4,52), consideram que as atividades em grupos são proveitosas (escore aproximado 4) e ainda, que tiveram facilidade em trabalhar com seus colegas de grupo. Quando perguntados se sentiram dificuldades em expor os seus pensamentos para o grupo, os alunos dividiram suas opiniões. Além disso, os estudantes concordam que os trabalhos descritivos são importantes, pois ajudam na compreensão do conteúdo, no entanto quando se refere à realização de trabalhos orais, eles voltam a dividir suas opiniões: $N_{CP} = 1$, $N_C = 9$, $N_O = 1$, $N_D = 12$ e $N_{DT} = 2$.

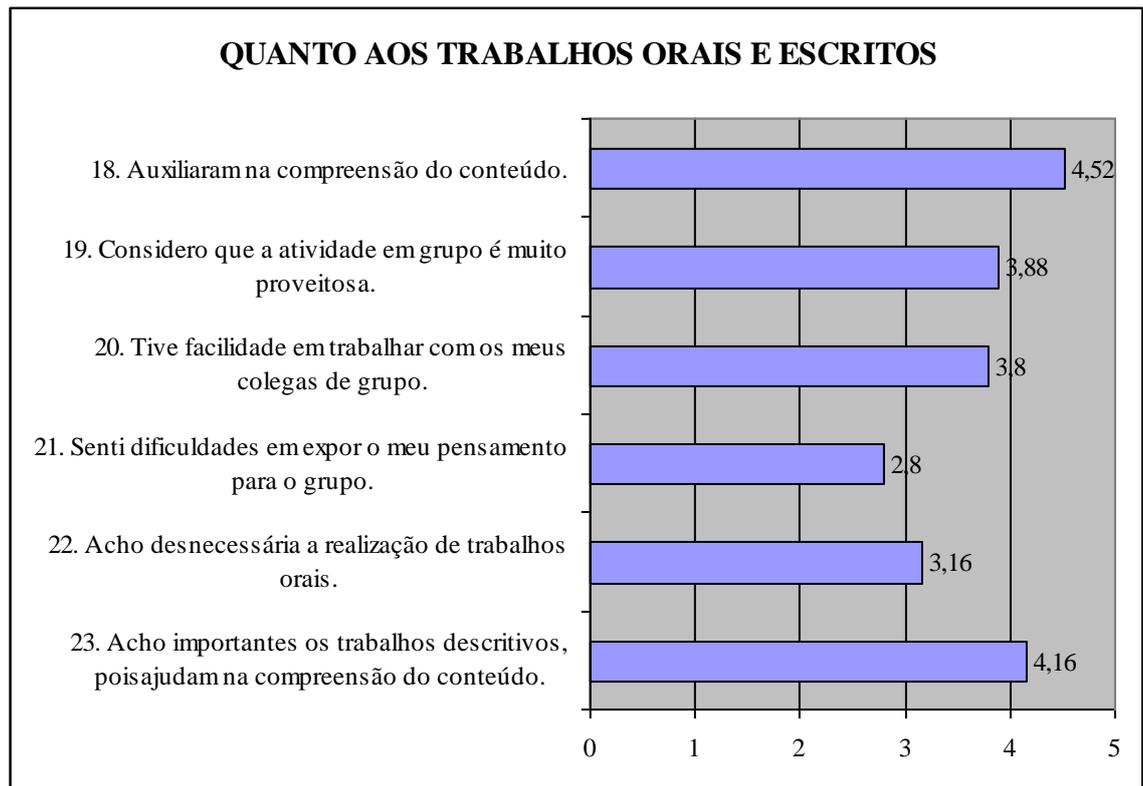


Gráfico 7: Opiniões dos alunos em relação aos trabalhos orais e escritos (N=25).

Embora os alunos demonstrem, nas autoavaliações organizadas no Gráfico 8, concordar que nas aulas eles tenham sido motivados a resolver as atividades e que a cada aula tenham tido a impressão de ter aprendido novos conhecimentos, eles também parecem concordar que deveriam ter dedicado mais tempo e atenção ao trabalho. Percebe-se claramente que os alunos sabem qual é a sua função dentro do grande grupo e nos grupos menores, mas ainda são crianças e requerem que o professor atue como mediador. Os informantes acreditam que a professora-pesquisadora deveria continuar a trabalhar dessa “maneira diferente” e, ainda, demonstraram-se satisfeitos por terem aprendido muitas coisas. Observando a questão número 31, no Gráfico 8, os estudantes revelaram que conseguiram entender como a Energia está presente no seu cotidiano, indicando que a experimentação didática obteve bons resultados, atingindo os objetivos propostos pela professora-pesquisadora.

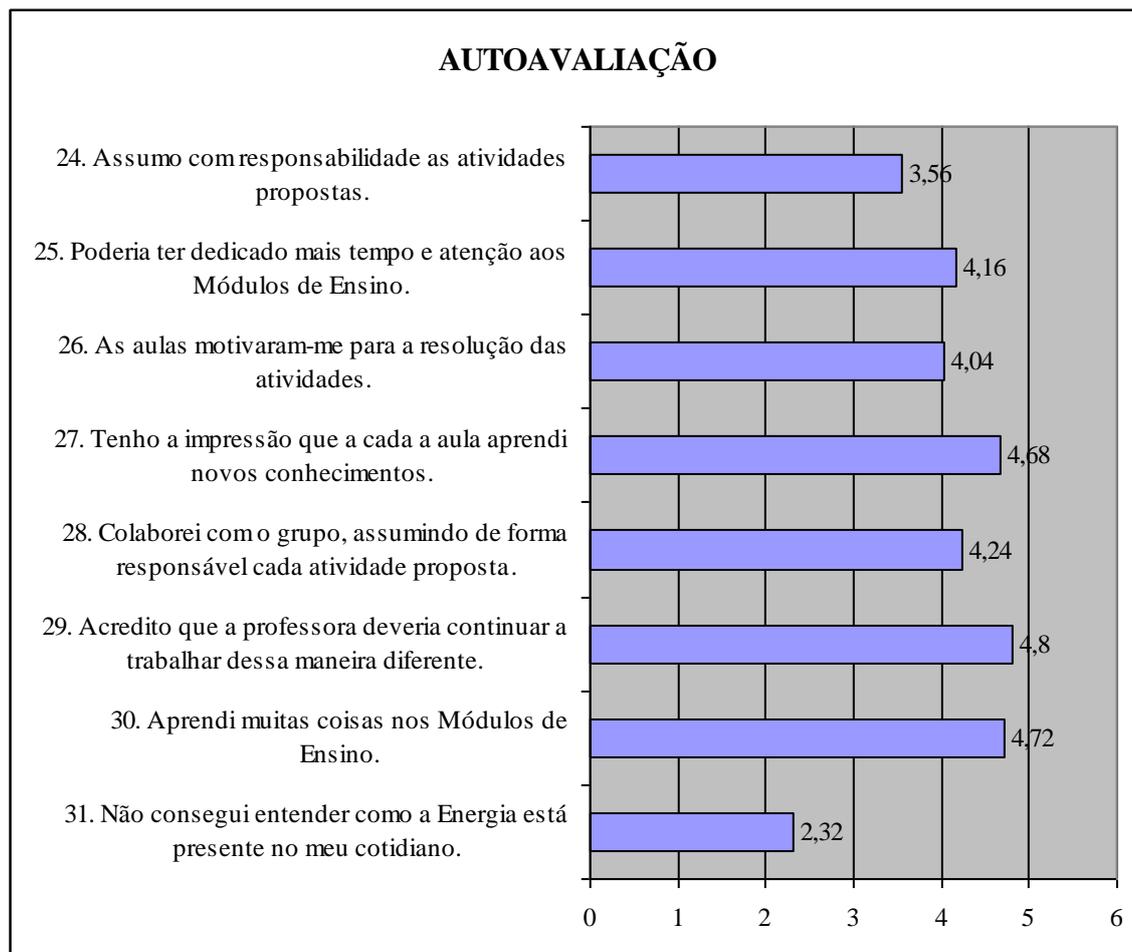


Gráfico 8: Opiniões dos alunos sobre a sua conduta durante os Módulos de Ensino (N=25).

Os resultados obtidos no questionário são muito relevantes, pois contribuem para atestar a validade do trabalho realizado pela professora-pesquisadora, como revela a análise cruzada de questões.

Comparando os escores médios obtidos nas afirmações 1, 6, 18 e 23 que se referem à compreensão das atividades (disciplina, textos, trabalhos orais e escritos) observamos que as respostas são congruentes e indicam a fidedignidade e coerência das informações obtidas.

Ao considerar as questões 2 e 9 nota-se que os alunos consideram as atividades com textos fáceis, mas as demais atividades decorrentes de organização e generalização do conhecimento apresentam maiores desafios e exigem mais raciocínio.

O cruzamento das respostas obtidas nas questões 3 e 25 que se referem ao esforço e dedicação dos alunos revelam a coerência do instrumento utilizado e das respostas obtidas.

Ao responder as questões 4, 21 e 24 os estudantes demonstraram coerência e criticidade em relação à sua participação, bem como a dedicação durante a realização da experimentação didática.

As questões 5, 7, 16 e 31 voltadas para o cotidiano dos alunos não apresentaram dificuldades, pois os mesmos a experimentam em ambientes diferentes da escola. Este momento foi muito significativo, pois a sistematização do conhecimento gerado na escola ia ao encontro do que cada um vivia cotidianamente.

Nos itens 10, 14 e 26, que se referem à motivação dos alunos quanto aos módulos, os escores médios variaram entre 3,72 e 4,36. Observamos que as respostas demonstram claramente, além da motivação, a satisfação dos alunos em realizar as atividades.

Ao analisarmos a resposta 11 pode-se inferir que os alunos que preferem aulas no quadro, o fazem por necessidade de realizar uma atividade que dominam, mas o que não os impede de desejarem aulas menos “bancárias”, visto que a questão 29 que trata da “maneira diferente” de desenvolvimento das aulas foi uma unanimidade, o que comprova que a experimentação foi positiva.

As questões 12 e 22 dividem os aspectos da linguagem, pois a primeira trata da linguagem da professora-pesquisadora durante o trabalho com os módulos, que os alunos avaliam de fácil compreensão e, portanto, satisfatória. Já a segunda questão trata da linguagem deles, e aí vemos que este dado mostra as transformações próprias da faixa etária, onde as meninas são mais falantes que os meninos, isso caracteriza a divisão de opiniões.

Nos itens 13, 15, 27 e 30, que tratam da aprendizagem, é possível observar o quanto os alunos se apropriaram dos conhecimentos trabalhados. Eles evidenciam isto claramente nas respostas, e em nenhuma se percebe que não se sentiram aprendendo, pelo contrário não só aprenderam como demonstraram ter ido além.

O cruzamento das respostas obtidas nas questões 19, 20 e 28 que se referem às atividades realizadas em grupo, revelam a coerência do instrumento utilizado e das respostas fornecidas pelos estudantes.

Quanto a questão 17 referente à confecção do material, as respostas indicam como foi a participação do aluno dentro do grupo, bem como os desafios por ele enfrentados. O resultado obtido nesta questão está em conformidade com o que cada aluno produziu ao longo do desenvolvimento dos módulos, pois dentro de uma experimentação libertadora o aluno é agente transformador e crítico do saber por ele produzido.

A questão aberta consistia em fazer uma relação entre os tipos de energia estudadas ao longo dos módulos de ensino e as suas utilidades para o homem. Para melhor analisarmos os resultados foram criadas quatro categorias a partir das respostas fornecidas pelos alunos.

A categoria 1 – Respostas dos alunos que contemplam os conceitos utilizados em aula, respostas próprias desta categoria são: “Serve para gerar a eletricidade sem impacto ambiental.”, “Para gerar calor.” e “Para passar energia em nossas casas.”.

A categoria 2 – Respostas que contemplam parcialmente uma fração dos conceitos trabalhados em aula, ou seja, os conceitos são empregados de forma fragmentada, por exemplo: “Serve para pegar energia da força do vento para gerar energia para as casas.”, “Produz eletricidade nas ruas e casas.” e “Serve para o homem poder usar o calor do Sol para não gastar energia.”.

A categoria 3 – Respostas com informações do cotidiano ou senso comum. Nesse caso o aluno não extrapola as atividades práticas que foram utilizadas inicialmente para a construção dos conceitos, respostas típicas desta categoria são: “Para secar roupas no varal.”, “Para aquecer a água.” e “Para ligarmos as coisas.”.

A categoria 4 – Respostas genéricas, que apresentam conhecimento não vinculado ao que foi trabalhado, por exemplo: “Serve para todas as coisas do dia-a-dia.”, “Para aproveitar a eletricidade.” e “Para passar energia em nossas casas.”.

Na Tabela 3 apresentamos o número de respostas fornecidas pelos estudantes já classificadas em cada uma das categorias mencionadas e, ainda, os tipos de energia citadas. Podemos observar que 17 alunos, dos 25 presentes, citaram a Energia Elétrica, mas ao exemplificar a utilidade desta para o homem, nenhuma das respostas fornecidas estava vinculada ao que foi trabalhado. A Energia Luminosa foi lembrada por 11 estudantes, dos quais 5 demonstraram apropriação de sua utilidade, 3 alunos dos 13 que citaram a Energia Térmica forneceram respostas dentro da categoria 1. Além disso, 20 estudantes citaram a Energia Cinética e desta vez, 13 alunos informaram a sua utilidade. A Energia Solar foi lembrada por 22 estudantes, mas apenas 2 deles informaram a utilidade desta energia para o homem. A energia mais lembrada pela turma foi a Eólica, 6 alunos dos 24 que a mencionaram classificaram-na quanto a sua utilidade na categoria 1.

Tabela 3: Relação entre os tipos de Energia citadas pelos alunos e as categorias que classificam as suas utilidades para o homem.

| Categoria | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--------|-------|--------|-------|
| Tipo de energia | | | | |
| Elétrica N ¹¹ = 17 | n = 0 | n = 1 | n = 12 | n = 3 |
| Luminosa N = 11 | n = 5 | n = 0 | n = 3 | n = 3 |
| Térmica N = 13 | n = 3 | n = 0 | n = 6 | n = 2 |
| Cinética N = 20 | n = 13 | n = 0 | n = 3 | n = 3 |
| Solar N = 22 | n = 2 | n = 2 | n = 13 | n = 5 |
| Eólica N = 24 | n = 6 | n = 2 | n = 9 | n = 7 |

Com base nos resultados obtidos é possível verificar que a experimentação didática foi positiva e contribuiu de modo significativo para o processo ensino-aprendizagem, pois rompeu com o modelo da educação bancária e agregou de modo crítico e transformador todos os saberes produzidos dentro e fora da escola.

¹¹ A notação **N** indica o número de alunos que citou este tipo de energia e **n** indica o número de respostas fornecidas pelos alunos quanto à utilidade para o homem de cada uma dessas formas de energias.

7 CONCLUSÕES

Os alunos apresentaram-se motivados, estimulados e desafiados durante a realização desta experimentação didática. Adequar a proposta metodológica de desenvolvimento do trabalho, sair do tradicional “ensino bancário”, inserir os três momentos pedagógicos dentro da dinâmica de funcionamento de uma turma de ensino seriado, considerar a emissão das opiniões pelos estudantes, estabelecer o diálogo, foram tratamentos que desafiaram a professora-pesquisadora e colocaram em “xeque” velhos conceitos.

O trabalho realizado com os alunos foi considerado muito bom, pois vencidas as dificuldades iniciais de adequação da proposta de trabalho que era inovadora para os alunos, percebeu-se o crescimento dos mesmos no decorrer das aulas.

Assim, ao optar por uma proposta sustentada em um referencial teórico libertador, diferente do tradicionalmente usado para o ensino de Ciências, a professora-pesquisadora munuiu-se de ousadia e coragem para romper barreiras e criar um ambiente de aprendizagem crítico, transformador e prazeroso.

Na realização desta experimentação, como todas as atividades desenvolvidas, ao longo dela levou à extrapolação de todos limites da professora, na medida em que desafios foram superados, soluções foram geradas a partir da troca de saberes. Propiciou também o desenvolvimento das relações com base na humanização do conhecimento, pois não há mais ou menos saber, mas saberes que se complementam.

Uma das maiores preocupações dos professores atualmente é despertar o interesse dos alunos e fazer com que eles prestem atenção nas aulas, com esta proposta de trabalho percebeu-se que os alunos apresentavam-se mais interessados e demonstravam desejo de aprender. Trabalhar desse modo foi cansativo, pois exige muito preparo do professor, mas ao mesmo tempo foi prazeroso e desafiador.

Como professora-pesquisadora essa experimentação não se encerrou, pois uma vez vivenciada uma proposta pedagógica libertadora é impossível não rever conceitos. Impossível não olhar para o aluno de modo a ver que todos têm conhecimento, e que este conhecimento deve gerar prazer, ser transformador e crítico e fazer a sociedade mais humana, onde todos possam se sentir incluídos e plenos no exercício de sua cidadania.

8 BIBLIOGRAFIA

APEC, Ação e pesquisa em Educação em Ciências. **Construindo consciências: ciências, 6ª série**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2006.

AUTH, Milton Antônio et al. Prática educacional dialógica em Física via equipamentos geradores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 40-46, abr. 1995.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Exame Nacional de Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1998-2007. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/basica/enem/provas_gabaritos/provas_gabaritos.htm> Acesso em: 12 ago. 2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Parâmetros Nacionais Curriculares - Ensino Fundamental - Ciências Naturais**. Brasília: MEC, 1998.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa et al. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 1998.

CITELLI, Adilson Odair et al. **Ousadia no diálogo: Interdisciplinaridade na escola pública**. 1. ed. São Paulo: Loyola, 1993.

CORTELLA, Mario Sergio. **A escola e o conhecimento: fundamentos epistemológicos e políticos**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

DELIZOICOV, Demétrio. **Concepção problematizadora para o Ensino de Ciências na educação formal**. 1982. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Física.2**. ed. São Paulo: Cortez, 1992.

ENERGIA solar: fonte renovável e abundante que respeita a natureza. **Diário de Canoas**, Canoas, p. 12, 9 out. 2007.

FAÇA um fogão solar por R\$ 30,00. **Zero Hora**, Porto Alegre, 28 fev. 2008. Ambiente, p. 3.

FARRET, Felix Alberto. **Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica**. 1. ed. Santa Maria: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, 1999.

FREIRE, Paulo. **Ação cultural para a liberdade e outros escritos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, Paulo. **Conscientização: teoria e prática da libertação**. 3. ed. São Paulo: Moraes, 1980.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. 29. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 38. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2004.

FREIRE, Paulo; NOGUEIRA, Adriano. **Que fazer: teoria e prática em educação popular**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1991

GASPAR, Alberto. **Física**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2002.

GOI, Mara Elisângela Jappe. **A construção do conhecimento químico por estratégias de resolução de problemas**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática e Ciências), Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2004.

GOWDAK, Demétrio; MARTINS, Eduardo. **Ciências: novo pensar, 6ª série**. 2. ed. São Paulo: FTD S.A., 2006.

GRAF, Grupo de reelaboração do Ensino de Física. **Física 2: Física Térmica, Óptica**. 1. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

GRAF, Grupo de reelaboração do Ensino de Física. **Física 3: Eletromagnetismo**. 1. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

GUERRA, Andréia et al. A interdisciplinaridade no ensino das ciências a partir de uma perspectiva histórico-filosófica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 15, n. 1, p. 32-46, abr. 1998.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

RUBIN, Pietro. Energia eólica com tecnologia gaúcha. **Zero Hora**, Porto Alegre, 26 nov. 2007. Global Tech: ciência, tecnologia e inovação, p. 2.

SILVEIRA, Fernando Lang; MOREIRA, Marco Antonio. Estudo da validade de um questionário de avaliação do desempenho do professor de Física Geral pelo aluno. **Ensaio – Pesquisa em educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 69-84, set. 1999.

SOLBES, Jordi; TARÍN, Francisco. Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 3, p. 387-397, 1998.

TODO mundo precisa de energia. **Diário de Canoas**, Canoas, p. 34, 18 set. 2007.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DAS AULAS DE CIÊNCIAS

É importante que você expresse a sua opinião livremente ao responder este questionário. Em hipótese alguma os resultados deste questionário terão influência na avaliação e nas notas desta disciplina.

Nas folhas que seguem, você encontrará várias afirmativas que, de um modo geral, refletem algumas questões relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem em Ciências. Algumas destas alternativas são favoráveis e outras, desfavoráveis. Ao lado de cada uma, existe uma escala na qual você deverá assinalar com um X a alternativa que melhor expressa sua opinião sobre a mesma. O código é o seguinte:

| | |
|---|--------------------------------------|
| CP | CONCORDO PLENAMENTE |
| C | CONCORDO |
| NO | NÃO TENHO OPINIÃO OU INDECISO |
| D | DISCORDO |
| DT | DISCORDO TOTALMENTE |
| SEMPRE QUE POSSÍVEL, EVITE A ALTERNATIVA NO. | |

Leia com atenção cada afirmativa antes de expressar sua opinião.

| | |
|--------------------------|-------|
| QUESTÕES PESSOAIS | |
| Idade: | Sexo: |

| QUANTO AOS MÓDULOS DE ENSINO | | | | | |
|--|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| 1. São de fácil compreensão. | CP | C | NO | D | DT |
| 2. Exigem muito raciocínio. | CP | C | NO | D | DT |
| 3. Dedico empenho para acompanhá-los. | CP | C | NO | D | DT |
| 4. Participo com interesse das aulas. | CP | C | NO | D | DT |
| 5. Contribuem significativamente para a minha vida em sociedade. | CP | C | NO | D | DT |

| QUANTO AO MATERIAL DIDÁTICO UTILIZADO EM SALA DE AULA | | | | | |
|---|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| 6. Os textos foram de fácil compreensão. | CP | C | NO | D | DT |
| 7. As atividades estavam relacionadas com o seu dia-a-dia. | CP | C | NO | D | DT |
| 8. As atividades foram compreendidas sem grandes dificuldades. | CP | C | NO | D | DT |
| 9. As atividades exigiram pouco raciocínio. | CP | C | NO | D | DT |
| 10. As problematizações feitas pela professora me motivaram a realizar as atividades. | CP | C | NO | D | DT |
| 11. Prefiro quando a professora passa a matéria no quadro. | CP | C | NO | D | DT |
| 12. A linguagem utilizada foi de difícil compreensão. | CP | C | NO | D | DT |

| QUANTO ÀS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS | | | | | |
|--|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| 13. Facilitaram a minha aprendizagem. | CP | C | NO | D | DT |
| 14. Estavam de acordo com as minhas expectativas. | CP | C | NO | D | DT |
| 15. Não contribuíram para a minha aprendizagem. | CP | C | NO | D | DT |
| 16. Senti dificuldades em relacionar às práticas com os textos do material didático. | CP | C | NO | D | DT |
| 17. Foi muito fácil produzir os equipamentos solicitados pela professora. | CP | C | NO | D | DT |

APÊNCICE B

Energia

Caro aluno,

Este material que você está recebendo irá ajudá-lo a aprender muitas coisas novas sobre Energia. Ele foi construído para desafiá-lo, as atividades propostas exigem de você muita atenção e reflexão. As experiências além de muito legais, vão fazer você perceber como equipamentos sofisticados funcionam.

Bom trabalho a todos!

Professora Márcia

SUMÁRIO

| | |
|--|----------|
| I. APRESENTAÇÃO DOS MÓDULOS DE ENSINO: ENERGIA | 6 |
| II. MÓDULO I: ENERGIA ELÉTRICA | 8 |
| 1. QUESTÃO DE PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL | 8 |
| 2. ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO | 8 |
| A. Experimento 1: Circuito elétrico simples | 8 |
| a. Elementos do circuito elétrico | 8 |
| b. Atividade 1 | 9 |
| c. Atividade 2 | 10 |
| B. Classificação dos aparelhos quanto ao seu funcionamento | 11 |
| a. Aparelhos resistivos | 11 |
| b. Motores elétricos | 11 |
| c. Fontes de energia elétrica | 11 |
| d. Elementos de comunicação e informação | 12 |
| e. Tarefa para casa | 12 |
| f. Atividade 3 | 13 |
| C. Grandezas elétricas | 14 |
| a. Tensão elétrica ou voltagem | 14 |
| b. Potência | 14 |
| c. Corrente elétrica | 14 |
| d. Frequência | 15 |
| D. Transformação de energia | 15 |
| a. Usina hidrelétrica | 15 |
| b. Usina termelétrica | 17 |
| E. Consumo de energia elétrica | 18 |
| a. Atividade 4 | 18 |
| b. Cálculo do consumo de energia elétrica | 18 |
| c. Atividade 5 | 18 |
| 3. APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO | 19 |
| A. Experimento 2: Ligando várias lâmpadas a uma fonte | 19 |
| a. Ligação em série | 19 |

| | |
|--|-----------|
| b. Ligação em paralelo | 20 |
| B. Questões do ENEM | 21 |
| | |
| III. MÓDULO II: ENERGIA SOLAR | 25 |
| 1. PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL | 25 |
| A. Experimento 1: Aquecimento da água através da energia solar | 25 |
| a. Atividade 1 | 26 |
| 2. ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO | 27 |
| A. Sol | 27 |
| B. Energia solar | 27 |
| a. Atividade 2 | 27 |
| C. Transformação de energia | 28 |
| a. Aquecimento solar da água | 28 |
| b. Células solares ou fotovoltaicas | 29 |
| D. Vantagens e desvantagens | 29 |
| E. Piruetas do contador | 29 |
| 3. APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO | 30 |
| A. Experimento 2: Fogão solar | 30 |
| a. Atividade 3 | 31 |
| B. Exercícios | 32 |
| | |
| IV. MÓDULO III: ENERGIA EÓLICA | 35 |
| 1. PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL | 35 |
| A. Experimento 1: Cata-vento | 36 |
| a. Atividade 1 | 37 |
| 2. ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO | 37 |
| A. Origens | 37 |
| B. Como se formam os ventos? | 37 |
| C. Energia eólica | 38 |
| D. Transformação de energia | 38 |
| a. Usina ou parque eólico | 38 |
| b. Atividade 2 | 40 |
| E. Vantagens e desvantagens | 40 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| F. Com o vento a favor | 41 |
| 3. APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO | 42 |
| A. Experimento 2: Turbina eólica | 42 |
| a. Atividade 3 | 42 |
| B. Exercícios | 43 |
| | |
| V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 46 |

I. APRESENTAÇÃO DOS MÓDULOS DE ENSINO: ENERGIA

Ao abordarmos o assunto energia, normalmente lembramos-nos de energia elétrica. Nosso primeiro pensamento nos remete a ela, pois é graças à sua distribuição que podemos assistir televisão, tomar banho quente e, em dias de temperatura elevada, utilizar o ventilador ou o condicionador de ar.

Sabemos que é muito difícil sobreviver sem a energia elétrica. Tente imaginar como os avós de seus avós faziam para conservar os alimentos perecíveis, ou se comunicar com pessoas em outras cidades, ou então viajar.

O bem-estar e o progresso da humanidade dependem da capacidade do ser humano em gerar, controlar e distribuir energia.

Podemos obter a energia que utilizamos através de muitas fontes, como por exemplo: das águas dos rios nas usinas hidrelétricas (veja Figura 1), da queima de combustíveis fósseis ou renováveis nas termelétricas, a partir da biomassa, da radiação solar, dos ventos, das marés, dos núcleos dos átomos, entre outras.



Figura 1: Usina hidrelétrica de Itaipu

http://pt.wikipedia.org/wiki/Usina_hidrel%C3%A9trica

A crescente demanda de energia torna necessário adotar medidas para que esta seja usada de forma econômica. No Brasil, com o risco de um novo apagão, o governo faz campanhas publicitárias tentando conscientizar a população para o uso racional da energia e adota, há muitos anos, o horário de verão. Mas só isso não basta, pois ao utilizarmos combustíveis fósseis que são o petróleo, o carvão mineral e o gás natural, estamos emitindo

para o meio ambiente dióxido de carbono que é responsável pelo aquecimento global e mudanças climáticas. Além disso, o estoque desses combustíveis acabará nas próximas décadas.

Portanto, existe a necessidade de investirmos em formas de captação de energia que além de não agredir a natureza sejam renováveis como, por exemplo, o aproveitamento dos ventos através de aerogeradores. Estes dispositivos podem ser encontrados no Parque Eólico da cidade de Osório, no litoral norte do estado do Rio Grande do Sul (veja Figura 2).



Figura 2: Parque Eólico de Osório
(Foto: Márcia Frank de Rodrigues)

De nada adianta tanto investimento e pesquisa em fontes alternativas, não poluentes do nosso planeta e viáveis economicamente, se a população não apresentar uma mudança em seu comportamento, pois o sucesso desses projetos também depende de se evitar o desperdício de energia em nossas casas.

Já se percebe alterações nos hábitos dos brasileiros. Segundo pesquisa do IBGE publicada em Zero Hora em 18 de setembro de 2007, referente aos bens de consumo presentes nas residências, o *freezer* tem perdido o seu espaço já que é preciso economizar energia (por causa do apagão de 2001) e não é mais necessário estocar comida em casa, graças à estabilização dos preços e ao aumento de pontos de venda fora dos grandes centros.

II. MÓDULO I: ENERGIA ELÉTRICA

1. QUESTÃO DE PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL:



- A partir da leitura do texto introdutório qual a importância da energia? Seria possível a sociedade moderna se adaptar a uma vida sem energia elétrica, sem combustível?

2. ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO:

A. Experimento 1: Circuito elétrico simples

Circuito elétrico composto por uma fonte de energia (associação de pilhas), uma resistência (lâmpada) e uma chave interruptora, (veja Figura 3).



Figura 3: Circuito elétrico simples
(Foto: Márcia Frank de Rodrigues)

a. Elementos do circuito elétrico

Percebemos ao observar o experimento 1 que para a corrente elétrica se estabelecer no circuito elétrico, é necessário que este seja composto no mínimo por:

1. uma fonte de energia elétrica;
2. um aparelho que converta energia elétrica em outras formas de energia;
3. fios de ligação (condutores) conectando os terminais do aparelho aos terminais da fonte.

b. Atividade 1

1. Identifique no circuito elétrico mostrado no experimento a fonte de energia e o aparelho que converte a energia elétrica em energia luminosa.

2. Em que outra forma de energia o aparelho do circuito do experimento transforma a energia elétrica?

3. Em nossas casas, os circuitos elétricos possuem outros elementos além dos que já foram mencionados. Esses elementos facilitam o uso e o controle da eletricidade. Cite-os.

c. Atividade 2 – Conhecendo os aparelhos de uma residência

1. Em grupos de 4 alunos, classifique os aparelhos elétricos abaixo quanto aos efeitos observados durante o seu funcionamento, tais como: produção de aquecimento, movimento, comunicação e outros.



<http://www.colombo.com.br>, <http://www.lojasherval.com.br>

2. Com as figuras dos aparelhos elétricos fornecidos, confeccione um cartaz apresentando a classificação feita em seu grupo no exercício anterior.

B. Classificação dos aparelhos quanto ao seu funcionamento

Pensando no que os aparelhos elétricos produzem enquanto funcionam podemos classificá-los em 4 grupos. São eles:

a. Aparelhos resistivos:

São todos aqueles aparelhos que produzem aquecimento, ou seja, transformam a energia elétrica fornecida por uma fonte em energia térmica.

Estes aparelhos possuem um pedaço de fio em forma de espiral que recebe o nome de resistor.

Quando o aparelho está funcionando o resistor se aquece, daí o nome aparelhos resistivos.

Exemplos: _____

b. Motores elétricos:

São todos aqueles aparelhos que produzem movimento, ou seja, transformam a energia elétrica fornecida por uma fonte em energia mecânica.

Estes aparelhos são chamados de motores elétricos, pois são usados para realizar diversos trabalhos: furar, picar, moer, secar, lustrar, ventilar, entre outros.

Exemplos: _____

c. Fontes de energia elétrica:

São todos aqueles aparelhos que transformam outras formas de energia em energia elétrica.

Todos os aparelhos elétricos para funcionarem precisam ser “alimentados” por uma fonte de energia elétrica.

Exemplos: _____

d. Elementos de comunicação e informação:

São todos aqueles aparelhos que permitem a comunicação entre uma ou mais pessoas ou guardam informações.

Estes aparelhos, assim como outros, são constituídos por muitos componentes elétricos e eletrônicos, tais como fios, ímãs, bobinas, resistores, diodos, transistores, *leds*, botões interruptores, entre outros.

Exemplos: _____

e. Tarefa para casa:

1. Lembrando da explicação dada em sala de aula, liste 6 aparelhos elétricos encontrados em sua casa e procure conhecer as condições de funcionamento desses aparelhos, através das informações fornecidas pelos fabricantes e que estão impressas no próprio aparelho (parte inferior ou posterior) ou em folhetos com instruções de uso.

C. Grandezas elétricas

Ao coletar as informações fornecidas pelos fabricantes nos aparelhos elétricos, você verificou que todos os números encontrados estavam acompanhados por letras.

Lembrando da explicação dada em sala de aula com o auxílio de uma cafeteira para que você não tivesse dúvidas em como realizar a tarefa para casa, obtivemos as seguintes informações: **220 V**, **60 Hz** e **625 W**.

Estes dados dizem respeito às grandezas elétricas mais importantes para o bom funcionamento dos aparelhos.

a. Tensão elétrica ou voltagem

Uma característica importante de uma fonte de energia é a sua tensão elétrica ou voltagem. Todos os aparelhos elétricos que são ligados na rede elétrica de nossa residência trazem escritos os valores 110 V, 127 V ou 220 V. Alguns aparelhos como carregadores de celular, DVDs e televisores são bivolt, ou seja, funcionam na tensão 127 V ou 220 V.

Se, por exemplo, ligarmos um aparelho de 127 V em uma tomada de 220 V, ele irá queimar. Mas, se ligarmos um aparelho de 220 V em uma tomada de 127 V, ele irá apresentar um baixo desempenho, pois realizará a sua função abaixo do que era esperado e alguns desses aparelhos, tais como motores e refrigeradores, também poderão ser danificados.

A unidade de medida da tensão elétrica é o **volt**, cujo símbolo é **V**.

b. Potência

O consumo de energia de um aparelho pode ser determinado se conhecermos a sua potência elétrica e o tempo que ele permanece ligado.

Potência elétrica é a quantidade de energia elétrica que o aparelho recebe da fonte na unidade de tempo. Essa energia é convertida em outras formas de energia.

A unidade de medida da potência elétrica é o **watt**, cujo símbolo é **W**.

c. Corrente elétrica

A corrente elétrica está presente em todos os aparelhos elétricos quando estes estão em funcionamento.

Ela depende da potência e da tensão do aparelho, por exemplo, uma lâmpada de 100 W quando ligada requer maior corrente elétrica que uma lâmpada de 60 W, ambas funcionando na mesma tensão. A maior demanda de corrente elétrica por um aparelho do que por outro, se ambos operam na mesma tensão, implica em uma potência elétrica maior.

A unidade de medida da corrente elétrica é o **ampère**, cujo símbolo é **A**.

d. Frequência

A frequência dos aparelhos é uma característica da corrente elétrica alternada obtida com as usinas geradoras de eletricidade. No Brasil, a frequência alternada é de 60 Hz enquanto que no Paraguai é de 50 Hz.

A unidade de medida da frequência é o **hertz**, cujo símbolo é **Hz**.

D. Transformação de energia

a. Usina hidrelétrica

As usinas hidrelétricas são construídas em locais onde há grandes quedas d'água. As quedas d'água podem ser substituídas por um grande lago formado pelo represamento da água. A água represada a uma grande altitude é conduzida por dutos de grande diâmetro que se estendem desde o lago superior até a casa de máquinas. Na casa de máquinas estão as turbinas e os geradores. A água contida no interior dos dutos exerce grande pressão sobre as pás das turbinas. Essa pressão faz a turbina girar, o que põe em movimento um eixo que existe no interior do gerador. No gerador em movimento, a energia associada à rotação das turbinas é transformada em energia elétrica (veja Figura 4). A energia elétrica é, então, transportada por meio de redes e torres de transmissão até os centros de consumo (veja Figura 5).

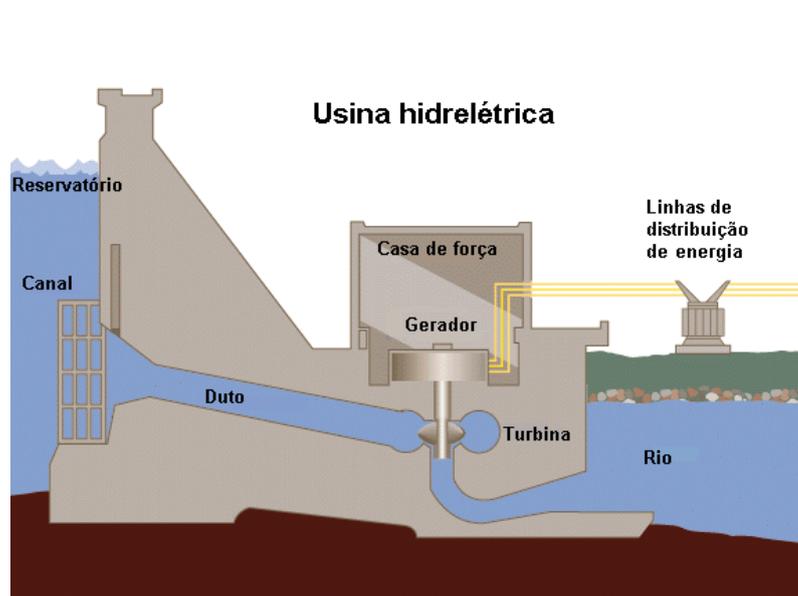


Figura 4: Esquema de uma usina hidrelétrica

http://pt.wikipedia.org/wiki/Usina_hidrel%C3%A9trica

Para que a represa continue com água, é necessário que a energia térmica do Sol evapore a água de rios, lagos e oceanos. A água evaporada sobe e forma nuvens. A água das nuvens precipita-se na forma de chuvas na cabeceira dos rios abastecendo o lago da represa, o que garante o funcionamento contínuo da usina.



Figura 5: Linha de transmissão
(Foto: Márcia Frank de Rodrigues)

b. Usina termelétrica

Uma usina termelétrica produz energia elétrica a partir do calor gerado pela queima de carvão, óleo combustível ou gás natural em caldeiras. Dentro destas caldeiras existe água que circula dentro de tubos. A água ao ser aquecida se transforma em vapor. A pressão do vapor aciona as pás de uma turbina, cujo rotor gira juntamente com o eixo de um gerador que produz a energia elétrica. No final do processo, o vapor é resfriado em um condensador e convertido outra vez em água, que volta aos tubos da caldeira, iniciando um novo ciclo (veja Figura 6). A energia elétrica é transportada por meio de redes e de torres de transmissão até os centros de consumo.

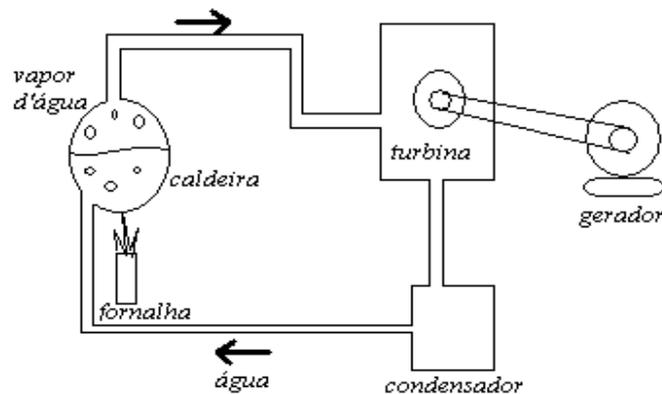


Figura 6: Esquema de geração de Energia Elétrica em uma Usina Termelétrica

A Usina Termelétrica Sepé Tiarajú (veja Figura 7), situada no município de Canoas tem capacidade para abastecer uma cidade de 550 mil habitantes. O calor produzido nesta usina provém do uso de gás natural.



Figura 7: Usina Termelétrica Sepé Tiarajú
(Foto: Márcia Frank de Rodrigues)

E. Consumo de energia elétrica

Lembrando que o consumo de energia elétrica de um aparelho pode ser determinado se conhecermos a sua potência elétrica e o tempo no qual permanece ligado, então, dependendo do aparelho que ligamos, estaremos consumindo diferentes quantidades de energia no mesmo tempo. Para sabermos qual é a quantidade de energia consumida em um tempo qualquer, devemos multiplicar a potência do aparelho pelo tempo em que ele permanece ligado.

a. Atividade 4

1. Qual dos aparelhos elétricos da tabela montada por você apresenta **menor** consumo de energia, supondo que todos os aparelhos permaneçam ligados por uma hora?

2. Qual dos aparelhos elétricos da tabela montada por você apresenta **maior** consumo de energia, supondo que todos os aparelhos permaneçam ligados por uma hora?

b. Cálculo do consumo de energia elétrica

Suponha que duas pessoas moram na mesma casa e cada uma toma um banho de 15 minutos por dia, sendo que a potência elétrica do chuveiro é 5500 W. O chuveiro funciona 30 minutos por dia, ou seja, ao final de um mês de 30 dias ele foi utilizado durante 15 horas.

O consumo de energia elétrica é igual a potência do aparelho vezes o tempo que permaneceu ligado.

Então, basta multiplicarmos 5500 W por 15 h e obteremos 82500 Wh ou 82,5 kWh.

c. Atividade 5

1. Numa “conta de luz”, ou melhor, numa conta de energia elétrica encontramos o valor de 234 kWh. Assinale a alternativa da grandeza elétrica a qual este valor se refere.

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| (A) potência consumida | (C) energia consumida |
| (B) tensão consumida | (D) corrente do circuito |

2. Um chuveiro de 2800 W/220 V é usado 30 horas por mês, enquanto um aquecedor de 1400 W/127 V é usado 50 horas no mesmo período. Qual dos dois consome mais energia?

3. Para secar o cabelo, um jovem dispõe de dois secadores elétricos: um de 1200 W-127 V e outro de 700 W-127 V. Discuta as vantagens em se utilizar um e outro.

3. APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO:

A. Ligando várias lâmpadas a uma fonte

Experimento 2: Circuito elétrico composto por lâmpadas ligadas em série e em paralelo (veja Figura 8).



Figura 8: Circuito elétrico em série e em paralelo
(Foto: Márcia Frank de Rodrigues)

a. Ligação em série

Observando o funcionamento das lâmpadas de um pisca-pisca de Natal é possível perceber que basta uma das lâmpadas queimar para que o pisca-pisca pare de funcionar. Isto é, o circuito fica aberto o que impede a passagem de corrente elétrica. Neste caso, diz-se que o circuito elétrico está ligado em série.

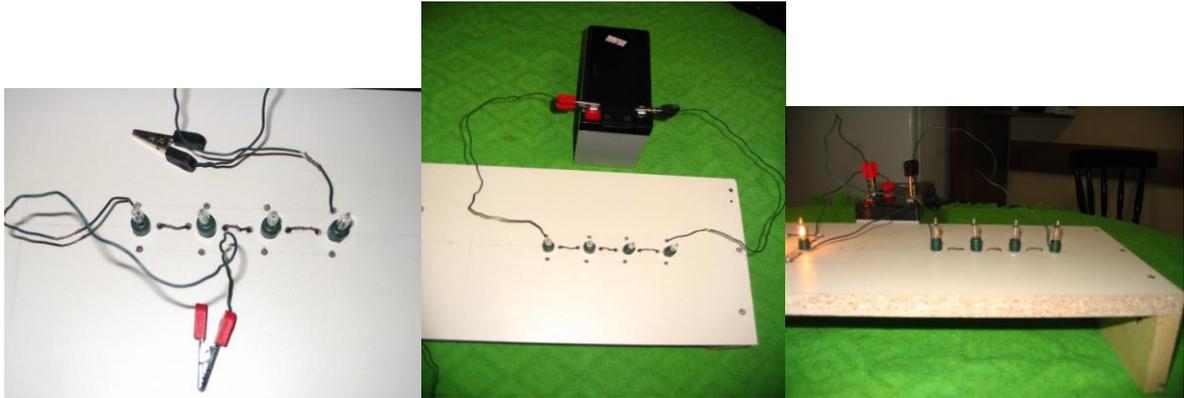


Figura 9: Circuito elétrico em série
(Foto: Márcia Frank de Rodrigues)

Na ligação em série, o circuito é o mais simples possível (veja Figura 9). Os elementos são conectados uns aos outros, de maneira que se um deles for desligado, todos os outros serão desligados no mesmo instante. Nesse tipo de ligação, existe um único caminho metálico ligando o conjunto dos elementos. Desse modo, a corrente elétrica que passa por um elemento é a mesma que passa por todos os outros mas a tensão de alimentação estará distribuída através dos diferentes elementos (cada elemento estará sob uma tensão menor do que a tensão na fonte).

b. Ligação em paralelo

Ao observar o funcionamento dos aparelhos elétricos em uma residência é possível perceber que as suas respectivas ligações são independentes. Isto é, se a lâmpada da sala queimar ou for desligada, isto não interfere no funcionamento da televisão. Portanto, diz-se que o circuito elétrico das residências está ligado em paralelo (veja Figura 10).

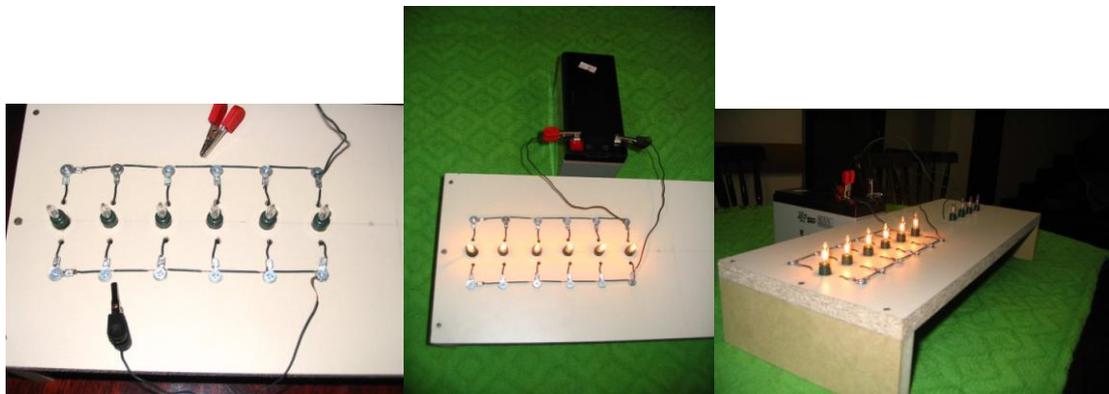
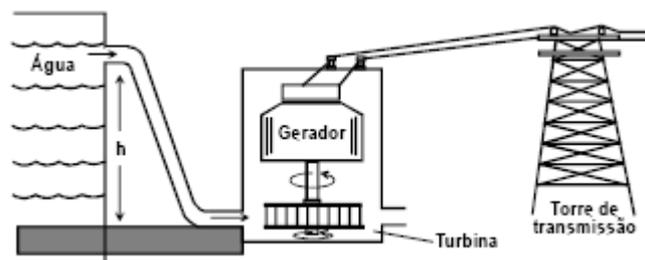


Figura 10: Circuito elétrico em paralelo
(Foto: Márcia Frank de Rodrigues)

Na ligação em paralelo, temos vários aparelhos ligados a uma mesma fonte de energia. Cada um destes aparelhos pode ser ligado ou desligado sem alterar o estado dos outros. Adicionalmente este tipo de ligação permite que todos os aparelhos estejam na tensão da fonte alimentadora que, em nossas casas, é 127 V ou 220 V.

B. Questões do ENEM

1. (ENEM/98) Na figura abaixo está esquematizado um tipo de usina utilizada na geração de eletricidade.



Analisando o esquema, é possível identificar que se trata de uma usina:

- (A) hidrelétrica, porque a água corrente baixa a temperatura da turbina.
- (B) hidrelétrica, porque a usina faz uso da energia cinética da água.
- (C) termoeétrica, porque no movimento das turbinas ocorre aquecimento.
- (D) eólica, porque a turbina é movida pelo movimento da água.
- (E) nuclear, porque a energia é obtida do núcleo das moléculas de água.

2. (ENEM/98) No processo de obtenção de eletricidade, ocorrem várias transformações de energia. Considere duas delas:

I. cinética em elétrica

II. potencial gravitacional em cinética

Analisando o esquema, é possível identificar que elas se encontram, respectivamente, entre:

- (A) I- a água no nível h e a turbina, II- o gerador e a torre de distribuição.
- (B) I- a água no nível h e a turbina, II- a turbina e o gerador.
- (C) I- a turbina e o gerador, II- a turbina e o gerador.
- (D) I- a turbina e o gerador, II- a água no nível h e a turbina.
- (E) I- o gerador e a torre de distribuição, II- a água no nível h e a turbina.

3. (ENEM/02) Entre as inúmeras recomendações dadas para a economia de energia elétrica em uma residência, destacamos as seguintes:

- Substitua lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas.
- Evite usar o chuveiro elétrico com a chave na posição inverno ou quente
- Acumule uma quantidade de roupa para ser passada a ferro elétrico de uma só vez.
- Evite o uso de tomadas múltiplas para ligar vários aparelhos simultaneamente.
- Utilize, na instalação elétrica, fios de diâmetros recomendados às suas finalidades.

A característica comum a **todas** essas recomendações é a proposta de economizar energia através da tentativa de, no dia-a-dia, reduzir

- (A) a potência dos aparelhos e dispositivos elétricos.
- (B) o tempo de utilização dos aparelhos e dispositivos.
- (C) o consumo de energia elétrica convertida em energia térmica.
- (D) o consumo de energia térmica convertida em energia elétrica.
- (E) o consumo de energia elétrica através de correntes de fuga.

4. (ENEM/04) Entre outubro e fevereiro, a cada ano, em alguns estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, os relógios permanecem adiantados em uma hora, passando a vigorar o chamado *horário de verão*. Essa medida, que se repete todos os anos, visa

- (A) promover a economia de energia, permitindo um melhor aproveitamento do período de iluminação natural do dia, que é maior nessa época do ano.
- (B) diminuir o consumo de energia em todas as horas do dia, propiciando uma melhor distribuição da demanda entre o período da manhã e da tarde.
- (C) adequar o sistema de abastecimento das barragens hidrelétricas ao regime de chuvas, abundantes nessa época do ano nas regiões que adotam esse horário.
- (D) incentivar o turismo, permitindo um melhor aproveitamento do período da tarde, horário em que os bares e restaurantes são mais freqüentados.
- (E) responder a uma exigência das indústrias, possibilitando que elas realizem um melhor escalonamento das férias de seus funcionários.

5. (ENEM/03) “Águas de março definem se falta luz este ano”.

Esse foi o título de uma reportagem em jornal de circulação nacional, pouco antes do início do racionamento do consumo de energia elétrica, em 2001.

No Brasil, a relação entre a produção de eletricidade e a utilização de recursos hídricos, estabelecida nessa manchete, se justifica porque

- (A) a geração de eletricidade nas usinas hidrelétricas exige a manutenção de um dado fluxo de água nas barragens.
- (B) o sistema de tratamento da água e sua distribuição consomem grande quantidade de energia elétrica.
- (C) a geração de eletricidade nas usinas termelétricas utiliza grande volume de água para refrigeração.
- (D) o consumo de água e de energia elétrica utilizadas na indústria compete com o da agricultura.
- (E) é grande o uso de chuveiros elétricos, cuja operação implica abundante consumo de água.

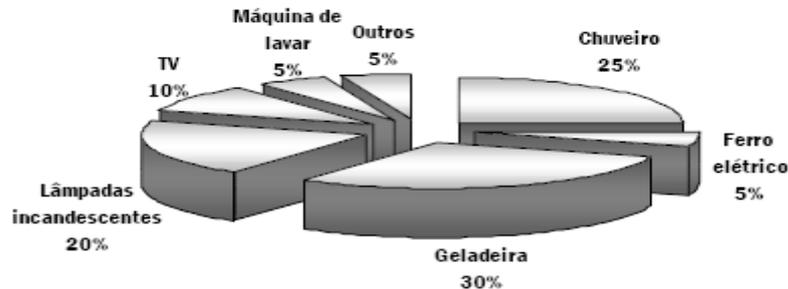
6. (ENEM/99- Adaptada) Muitas usinas hidroelétricas estão situadas em barragens. As características de algumas das grandes represas e usinas brasileiras estão apresentadas no quadro abaixo.

| Usina | Área alagada (km ²) | Potência (MW) | Sistema Hidrográfico |
|---------------|---------------------------------|---------------|----------------------|
| Tucuruí | 2 430 | 4 240 | Rio Tocantins |
| Sobradinho | 4 214 | 1 050 | Rio São Francisco |
| Itaipu | 1 350 | 12 600 | Rio Paraná |
| Ilha Solteira | 1 077 | 3 230 | Rio Paraná |
| Furnas | 1 450 | 1 312 | Rio Grande |

A razão entre a área alagada por uma represa e a potência produzida pela usina nela instalada é uma das formas de calcular a relação entre o dano e o benefício trazidos por um projeto hidroelétrico. A partir dos dados apresentados no quadro e considerando que quanto maior for a razão entre a área alagada pela potência produzida, tanto maior foi o dano ambiental, identifique a usina que menos prejudicou o ambiente.

- (A) Tucuruí.
- (B) Furnas.
- (C) Itaipu.
- (D) Ilha Solteira.
- (E) Sobradinho.

7. (ENEM/01-Adaptada) A distribuição média, por tipo de equipamento, do consumo de energia elétrica nas residências no Brasil é apresentada no gráfico.



Para se evitar o consumo desnecessário de energia podemos adotar as seguintes medidas:

- I. Esquecer a porta da geladeira aberta.
- II. Tomar banhos mais curtos.
- III. Não esquecer as lâmpadas de casa acesas.

Das afirmações acima, pode se dizer, que está(ão) correta(s):

- (A) I, apenas.
- (B) II, apenas.
- (C) III, apenas.
- (D) I e II, apenas.
- (E) II e III, apenas.

8. (ENEM/05) Podemos estimar o consumo de energia elétrica de uma casa considerando as principais fontes desse consumo. Pense na situação em que apenas os aparelhos que constam da tabela abaixo fossem utilizados diariamente da mesma forma.

Tabela: A tabela fornece a potência e o tempo efetivo de uso diário de cada aparelho doméstico.

| Aparelho | Potência (KW) | Tempo de uso diário (horas) |
|-------------------|---------------|-----------------------------|
| Ar condicionado | 1,5 | 8 |
| Chuveiro elétrico | 3,3 | 1/3 |
| Freezer | 0,2 | 10 |
| Geladeira | 0,35 | 10 |
| Lâmpadas | 0,10 | 6 |

Supondo que o mês tenha 30 dias e que o custo de 1 KWh é de R\$ 0,40, o consumo de energia elétrica mensal dessa casa, é de aproximadamente

- (A) R\$ 135.
- (B) R\$ 165.
- (C) R\$ 190.
- (D) R\$ 210.
- (E) R\$ 230.

III. MÓDULO II - ENERGIA SOLAR

1. PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL:



Discussão das seguintes questões:

- O que é o Sol?
- Qual a energia que está associada ao Sol?
- Pode-se aproveitar esta forma de energia?
- Pode-se converter esta energia em outras formas de energia?

A. Experimento 1: Aquecimento da água através da Energia Solar

O objetivo deste experimento é o de mostrar que a energia emitida pelo Sol pode ser transformada em energia térmica. Além disso, pode ser observado que objetos pretos absorvem melhor a energia solar que objetos brancos.

1) Materiais:

- 2 latas iguais pintadas de preto;
- termômetro;
- água.

2) Procedimentos:

- Coloque a mesma quantidade de água em cada lata e meça a temperatura inicial do sistema.
- Encontre um lugar onde uma das latas fique sob o Sol e a outra sob a sombra.
- A cada 10 minutos, meça a temperatura da água em ambas as latas e anote os dados coletados. Repita este procedimento algumas vezes.

a. Atividade 1

1. Preencha a tabela com os dados coletados ao longo da realização do experimento:

| Tempo | Temperatura da água na lata sob a sombra | Temperatura da água na lata sob o Sol |
|--------------|---|--|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

2. Você observou alguma variação na temperatura da água nas latas?

3. O que fez esta temperatura variar?

4. Quais são as formas de energia envolvidas no processo de aquecimento da água nas latas?

5. Escreva o valor da primeira e da última medição de temperatura da água na lata sob a sombra.

6. Determine a variação da temperatura da água (temperatura maior menos temperatura menor) na lata sob a sombra.

7. Escreva o valor da primeira e da última medição de temperatura da lata sob o Sol.

8. Determine a variação da temperatura da água na lata sob o Sol.

9. Por que a variação da temperatura da água nas latas é diferente?

2. ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO:

A. Sol

O Sol é a estrela mais próxima da Terra, a cerca de 150 milhões de quilômetros. É formado principalmente por gás hidrogênio (92,1%) e gás hélio (7,8%) e a temperatura de sua superfície é cerca de 6000°C. A luz proveniente do Sol leva pouco mais de 8 minutos para atingir a superfície terrestre.

O Sol é uma fonte abundante, silenciosa, gratuita e não poluente de energia e é responsável pela manutenção de todas as formas de vida no planeta. A energia solar impulsiona as correntes atmosféricas e marítimas, faz evaporar a água que depois cai como chuva, propicia o processo de fotossíntese das plantas que fornece a energia para a sobrevivência dos organismos vivos que se alimentam de vegetais.

B. Energia Solar

Ao ficar parado sob o Sol percebe-se que ele ilumina e aquece o planeta Terra. Esta energia que aquece o nosso corpo, provocando reações químicas que podem bronzear ou queimar a pele, recebe o nome de energia solar.

A conversão da energia solar em outras formas de energia, como por exemplo, a energia contida nos vegetais, ajuda a suprir as demandas de energia do planeta. A conversão da energia solar em energia elétrica é a solução ideal para áreas afastadas e ainda não eletrificadas, especialmente num país como o Brasil onde se encontram bons índices de insolação em qualquer parte de seu território.

O uso da energia solar pode ser direto ou indireto. O uso direto da energia solar refere-se ao aquecimento de água, secagem de roupas, destilação para a produção de sal pela evaporação da água do mar e geração de energia elétrica. A energia solar indireta está relacionada, por exemplo, à energia eólica, à fotossíntese e à energia hidráulica.

a. Atividade 2:

1. Como você imagina que seria a vida na Terra caso o Sol subitamente parasse de brilhar?

2. De que maneira você e sua família utilizam a energia proveniente do Sol?

C. Transformação de energia

Uma forma de aproveitamento da energia solar consiste na captação da radiação sob forma de calor, seja para o aquecimento da água para uso doméstico ou comercial, seja para a transformação do calor em outra forma de energia.

a. Aquecimento solar da água

No Brasil, é comum usar a energia elétrica para aquecer a água, tanto em torneiras como em chuveiros, sobrecarregando a rede elétrica e aumentando continuamente o consumo de energia elétrica. Em muitas regiões do país, onde as temperaturas são elevadas, pode-se usar a energia do Sol para esta finalidade através do uso de aquecedores solares.

Existem várias formas de construí-los. Em geral, o modelo mais usado no Brasil é constituído por placas especiais, chamadas coletores solares e de duas caixas d'água (uma para armazenar a água aquecida e outra para armazenar a fria). Os coletores solares transformam a energia radiante em energia térmica, sem a produção de nenhuma forma de energia intermediária durante a ocorrência do processo. Normalmente, as placas coletoras são feitas de cobre ou alumínio e cobertas por vidro, mas também podem ser de plástico.

O reservatório de água quente deve estar protegido por algum material isolante (que impeça ou minimize as trocas de calor com o ambiente), tais como: isopor ou cortiça. Um tubo leva a água do reservatório de água fria para as placas coletoras. Essas placas, aquecidas pelos raios solares, esquentam a água que passa pelos tubinhos dentro delas. Essa água vai para o reservatório de água quente, onde fica armazenada (veja Figura 11).

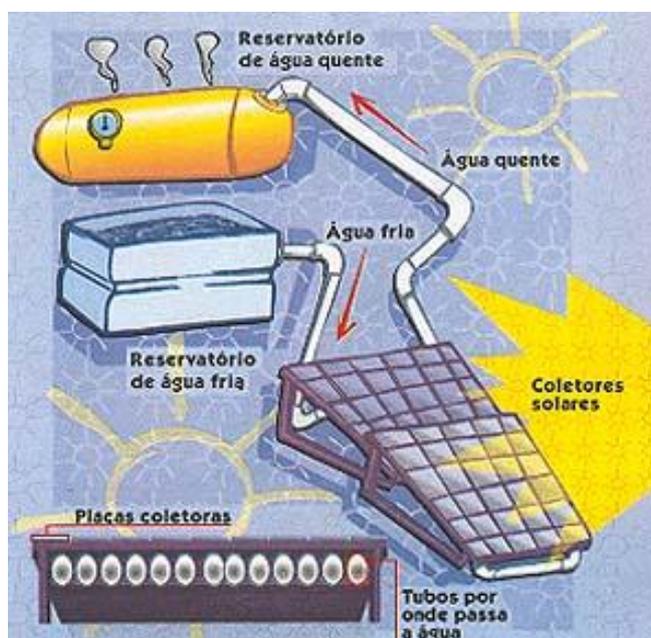


Figura 11: Aquecedor solar

<http://cienciahoje.uol.com.br/controlPanel/materia/view/2874>

b. Células solares ou fotovoltaicas

A conversão direta da energia solar em eletricidade é obtida através do uso de células solares ou fotovoltaicas. Elas podem ser encontradas, por exemplo, em calculadoras ou nos satélites espaciais (veja Figura 12 e Figura 13). Foram desenvolvidas na década de 50, nos Estados Unidos, na construção dos satélites espaciais.



Figura 12: Célula fotovoltaica
http://pt.wikipedia.org/wiki/Painel_solar

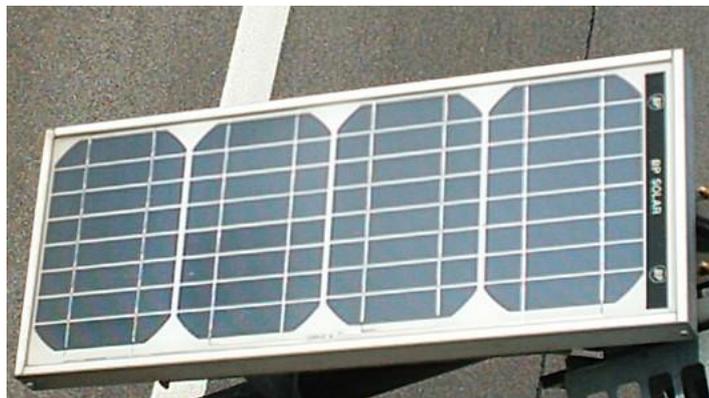


Figura 13: Painel solar
http://pt.wikipedia.org/wiki/Painel_solar

Os módulos fotovoltaicos geram eletricidade em corrente contínua. As baterias armazenam a eletricidade obtida da luz do Sol durante o dia, possibilitando o funcionamento das lâmpadas e dos aparelhos elétricos à noite ou em períodos nublados.

D. Vantagens e desvantagens

O uso da energia solar é importante na preservação do meio ambiente, pois tem muitas vantagens sobre as outras formas de obtenção de energia, tais como: não ser poluente, não interferir no efeito estufa, não prejudicar o ecossistema, não precisar de turbinas ou geradores para a produção de energia elétrica.

A desvantagem da conversão da energia solar por células fotovoltaicas é a exigência de altos investimentos para o seu aproveitamento através de células fotovoltaicas, pois estas ainda são caras e devem ser importadas.

E. Piruetas do contador

Em domingos ensolarados, sobra energia no edifício de quatro andares em Porto Alegre (RS) onde moram o eletrotécnico alemão Hans Dieter Rahn e outras nove pessoas. Rahn, há 55 anos radicado no Brasil, instalou no prédio um sistema que converte a radiação

solar em energia elétrica. O modelo é formado por 45 painéis fotovoltaicos que ocupam uma área de 40 metros quadrados. Durante a semana, quando estão abertos o escritório e a loja que funcionam no prédio, as placas fornecem 20% do consumo total de energia. No Brasil, existem perto de vinte sistemas semelhantes ao de Rahn. São poucos porque são caros. O eletrotécnico gastou 40000 reais com os equipamentos. Uma instalação convencional custaria 1000 reais. Rahn espera zerar o investimento em quinze anos.

“Vale a pena dar esse passo para o futuro”, diz o eletrotécnico.

Apesar de os painéis fotovoltaicos não serem comuns, outro aparelho, o coletor de energia solar usado no aquecimento de água, é popular em algumas regiões do Brasil. Em Belo Horizonte, a cidade com o maior número desses equipamentos no país, um sistema para uma família de cinco pessoas custa 1500 reais, um investimento que é recuperado em três anos. [...] Há 3 milhões de metros quadrados desses coletores no Brasil, numa área equivalente a dois parques como o do Ibirapuera, em São Paulo. Oitenta por cento deles em 600000 residências. Os 20% restantes ficam em hotéis, hospitais e restaurantes.

Revista Veja, ano 39, nº 50 de 20 de dezembro de 2006

3. APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO:

A. Experimento 2: Fogão solar

Este experimento tem como objetivo mostrar que a energia emitida pelo Sol pode ser transformada em energia térmica e que o calor armazenado dentro da caixa permite cozinhar alimentos.

1) Materiais:

- 1 caixa de papelão;
- 1 pedaço de vidro um pouco maior que a caixa;
- 1 chapa de metal do tamanho do fundo da caixa de papelão;
- spray de tinta preta;
- papel alumínio;
- papel pardo;
- tesoura e cola.

2) Procedimentos:

Corte a parte superior da caixa de papelão.

Forre o interior da caixa de papelão com o papel alumínio.

Pinte a chapa de metal com o spray de tinta preta e coloque-a no fundo da caixa de papelão.

Forre a parte exterior da caixa de papelão com o papel pardo.

Tampe a caixa com o pedaço de vidro.

Ao utilizar o fogão solar deve-se colocar a panela com os alimentos dentro da caixa de papelão sobre a chapa metálica.

a. Atividade 3

1. Onde foi colocado o Fogão Solar?

2. O que tentaram cozinhar?

3. Quanto tempo levou?

4. Quais foram os resultados?

5. O que o grupo achou da experiência?

B. Exercícios

1. O uso de coletores solares para aquecimento de água deve ser incentivado porque

I – não produzem gases poluentes.

II – não apresentam impacto ambiental.

III – utilizam fonte de energia limpa e renovável.

Das três afirmações acima,

(A) I está correta.

(B) II está correta.

(C) III está correta.

(D) II e III estão corretas.

(E) I, II e III estão corretas.

2. Em usinas hidrelétricas, a queda d'água move turbinas que acionam geradores. Nos painéis solares, as células fotovoltaicas que produzem energia elétrica são acionadas

(A) pela queima de combustíveis fósseis.

(B) pelo uso do gás natural.

(C) pelo vento.

(D) pela água.

(E) pelo Sol.

3. (ENEM/07 - Adaptada) Qual das seguintes fontes de produção de energia é a mais recomendável para a diminuição dos gases causadores do aquecimento global?

(A) Óleo diesel.

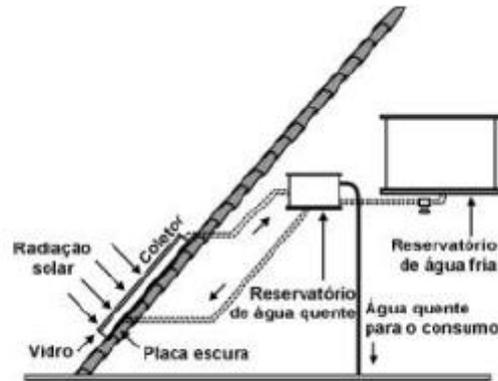
(B) Gasolina.

(C) Carvão mineral.

(D) Gás natural.

(E) Sol.

4. (ENEM/00 - Adaptada) O resultado da conversão direta de energia solar é uma das várias formas de energia alternativa de que se dispõe. O aquecimento solar é obtido por uma placa escura coberta por vidro, pela qual passa um tubo contendo água. A água circula, conforme mostra o esquema abaixo.



Fonte: Adaptado de PALZ, Wolfgang. *Energia solar e fontes alternativas*. Hemus, 1981.

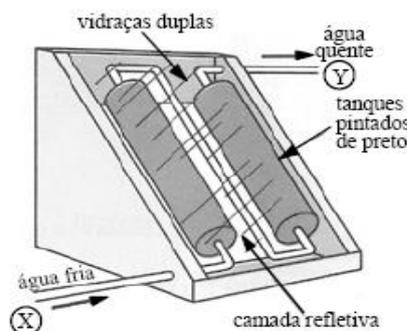
São feitas as seguintes afirmações quanto aos materiais utilizados no aquecedor solar:

- I** o reservatório de água quente deve ser revestido de material isolante térmico, de modo a manter a água aquecida por muito tempo, mesmo quando não há Sol.
- II** a cobertura de vidro tem como função evitar perda de calor para o ambiente.
- III** a placa utilizada é escura para absorver melhor a energia radiante do Sol, aquecendo a água com maior eficiência.

Dentre as afirmações acima, qual é(são) as correta(s)?

- (A) I
- (B) I e II.
- (C) I e III.
- (D) II e III.
- (E) I, II e III.

5. (ENEM/07 - Adaptada) O uso mais popular de energia solar está associado ao fornecimento de água quente para fins domésticos. Na figura abaixo, é ilustrado um aquecedor de água constituído de dois tanques pretos dentro de uma caixa termicamente isolada e com cobertura de vidro, os quais absorvem energia solar.



A. Hinrichs e M. Kleinbach. **Energia e meio ambiente**. São Paulo: Thompson, 3.^a ed., 2004, p. 529 (com adaptações).

Nesse sistema de aquecimento,

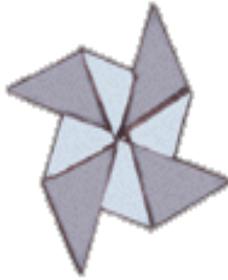
- (A) os tanques, por serem de cor preta, são maus absorvedores de calor e reduzem as perdas de energia.
- (B) a cobertura de vidro deixa passar a energia luminosa e dificulta a perda de calor para o ambiente externo, acumulando energia no coletor.
- (C) a água circula devido à variação de energia luminosa.
- (D) a camada refletiva tem como função absorver energia luminosa.
- (E) o vidro, por ser bom condutor de calor, permite que a temperatura no interior da caixa varie.

IV. MÓDULO III – ENERGIA EÓLICA

1. PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL:



Observe as gravuras abaixo e responda:



<http://www.jangadabrasil.com.br/setembro/ca109000.htm>; <http://pt.wikipedia.org/wiki/Moinho>;
http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia_e%C3%B3lica#Brasil

- a) O que elas têm em comum?
- b) Como se formam os ventos?
- c) Qual é o nome que recebe a energia do vento?
- d) Onde mais podemos empregar a energia do vento?

A. Experimento 1: Cata-vento

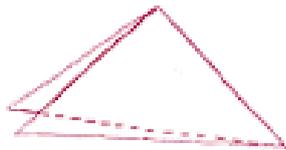
Cada aluno irá confeccionar o seu próprio cata-vento.

1) Materiais:

- Tesoura sem ponta;
- Cartolina fina ou papel cartaz;
- Alfinete;
- Palito de churrasco.

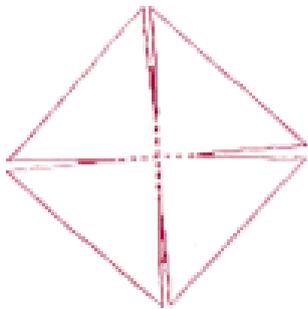
2) Procedimentos:

- Desenhe sobre a cartolina ou papel cartaz um quadrado com 20 centímetros de lado.
- Pelas diagonais, dobre em quatro partes o quadrado de papel.



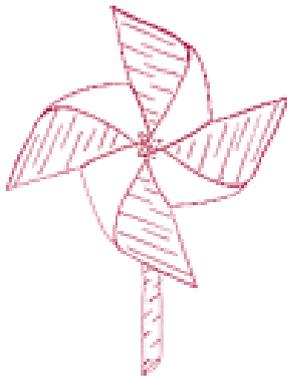
<http://www.jangadabrasil.com.br/setembro/ca10900e.htm>

- Corte o quadrado pelas dobras, parando a uns dois centímetros do centro.



<http://www.jangadabrasil.com.br/setembro/ca10900e.htm>

- Com um alfinete prenda uma ponta de cada triângulo (em ordem alternada) no centro do quadrado de papel.



<http://www.jangadabrasil.com.br/setembro/ca10900e.htm>

- Prenda o cata-vento no palito de churrasco.

a. Atividade 1

1. O que faz o cata-vento girar?
2. Qual é o nome que recebe a energia do vento?
3. Quais são as formas de energia envolvidas neste experimento?

2. ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO:

A. Origens

A energia do vento ou energia eólica é usada há milhares de anos pelo homem. Acredita-se que os barcos à vela foram uma das primeiras maneiras que o homem encontrou para se beneficiar dessa forma de energia. Os egípcios, no século III antes de Cristo (a.C.), construía barcos com uma única vela quadrada e assim navegavam pelo rio Nilo.

Ao longo dos séculos outras aplicações surgiram para a energia proveniente dos ventos, por exemplo, o moinho de vento. Os moinhos de vento serviam para moer grãos ou extrair óleo de sementes e bombear água de poços garantindo a irrigação do solo para a agricultura.

Um moinho de vento funciona pela ação do vento que faz girar uma roda de pás localizada no alto do moinho (parecido com um cata-vento gigante). Essa roda de pás está presa a um eixo vertical, que, por meio de um sistema de engrenagens aciona outro eixo, dessa vez horizontal, cujo movimento giratório pode realizar algum trabalho.

Obs.: Eólico vem da palavra Éolo, que por sua vez era o deus grego dos ventos.

B. Como se formam os ventos?

O ar está em constante movimento e ao se mover transporta calor e água ao redor do planeta, definindo o clima. Quando o ar está quente, é menos denso que o ar frio e sobe

criando uma área de baixa pressão. O ar frio “mergulha” para a Terra e se movimenta para encher a lacuna deixada pelo ar quente. É essa circulação de ar que forma os ventos.

Os ventos sopram de uma área de alta pressão para uma área de baixa pressão.

C. Energia eólica

Energia eólica é a energia associada às massas de ar em movimento, ou seja, é a energia proveniente dos ventos.

As estações do ano e as horas do dia são fatores que influenciam a quantidade de energia disponível no vento. Outros fatores que também variam a ocorrência dos ventos e de sua velocidade em um determinado local são a topografia e a rugosidade do solo.

Precisa-se avaliar o potencial do vento em uma região, para que se saiba qual será o aproveitamento do recurso eólico como fonte de energia.

Para avaliar o potencial eólico de uma região se faz necessário a coleta de dados de vento, tais como: a velocidade média do vento e a variação nas direções do vento. Esses dados, após serem analisados fornecerão o mapeamento eólico da região.

D. Transformação de energia

Uma das maneiras de se aproveitar a energia eólica ocorre por meio da conversão da energia cinética em energia elétrica.

a. Usina ou parque eólico

Uma usina eólica ou parque eólico é formado por vários aerogeradores ou turbinas eólicas (veja Figura 14 e Figura 15).

Um aerogerador consiste num gerador elétrico movido por uma hélice, que é acionada pela força do vento. A hélice pode ser vista como um motor a vento e a quantidade de eletricidade que pode ser gerada pelo vento depende de quatro fatores: da quantidade de vento que passa pela hélice, do diâmetro da hélice, da dimensão do gerador e do rendimento de todo o sistema.



Figura 14: Aerogerador
(Foto: Márcia Frank de Rodrigues)

O aerogerador é composto pelo rotor, pela nacela e pela torre. O rotor transforma a energia cinética dos ventos em energia mecânica de rotação, nele são fixadas as pás da turbina. A nacela é o compartimento instalado no alto da torre e que abriga todo o mecanismo do gerador, como por exemplo, a caixa multiplicadora, os freios, a embreagem, o controle eletrônico, o sistema hidráulico, etc. A torre, por sua vez, sustenta o rotor e a nacela na altura adequada ao funcionamento da turbina eólica.



Figura 15: Aerogerador
(Foto: Márcia Frank de Rodrigues)

b. Atividade 2

1. Em uma usina eólica, ocorrem várias transformações de energia. Indique, para cada um dos processos, as transformações de energia correspondentes.

| Processo | Transformação de Energia |
|--|--------------------------|
| O vento movimenta as pás de uma turbina. | |
| A turbina move o gerador, que faz acender uma lâmpada. | |

E. Vantagens e desvantagens

Como vantagens, o vento é uma fonte inesgotável de energia limpa e renovável. Está disponível em diversas localidades. A produção de energia elétrica a partir do vento tem um baixo impacto ambiental, pois não utiliza água na produção da energia elétrica e não gera gases poluentes.

Por outro lado, as desvantagens podem ser mencionadas: além do custo elevado dos aerogeradores, os parques eólicos alteram paisagens com suas torres e hélices e ameaçam

pássaros se forem instalados em suas rotas de migração. Eles podem causar interferência na transmissão da televisão e emitem um ruído de baixa frequência que pode gerar desconforto.

F. Com vento a favor

O Brasil está construindo uma usina de torres eólicas que será a maior da América Latina e uma das quatro maiores do mundo. Trata-se do Parque Eólico de Osório, no litoral norte do Rio Grande do Sul. São 75 torres de 98 metros de altura, cada uma equivalente a um prédio de 25 andares. Elas sustentam aerogeradores ao longo de filas de até 12 quilômetros de extensão. O complexo, que deve entrar em operação total em janeiro de 2007, terá capacidade instalada de 150 megawatts, o suficiente para atender ao consumo residencial de 650000 pessoas. O Brasil faz uso incipiente desses cata-ventos gigantes. A energia eólica representa 0,0018% do consumo de energia nacional. São somente 180 megawatts instalados, que podem atender 180000 famílias. Mas a tecnologia tem grande potencial no país. Levantamento publicado em 2001 pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) indica que o Brasil teria condições de gerar 143500 megawatts de energia a partir do vento, o correspondente à capacidade de onze usinas como Itaipu. Atualmente, a energia eólica representa 0,8% do mercado mundial de eletricidade. A expectativa é que alcance um terço da energia elétrica consumida no planeta em 2030.

Revista Veja, ano 39, n. 50 de 20 de dezembro de 2006

3. APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO:

A. Experimento 2 (veja Figura 16): Turbina eólica composta por hélice, motor elétrico e resistência (lâmpada).



Figura 16: Turbina eólica
(Foto: Márcia Frank de Rodrigues)

a. Atividade 3

1. Faça um desenho do equipamento do experimento e identifique as formas de energia envolvidas.

2. Explique com as suas palavras o que você observou durante a realização do experimento.

B. Exercícios

1. No Brasil, a construção de usinas eólicas deve ser incentivada porque essas

- I - apresentam impacto ambiental nulo.
- II - utilizam fonte de energia limpa e renovável.
- III - geram baixos índices de gases poluentes.

Das três afirmações acima, somente

- (A) I está correta.
- (B) II está correta.
- (C) III está correta.
- (D) I e II estão corretas.
- (E) II e III estão corretas.

2. Em usinas termelétricas, a pressão do vapor d'água move turbinas que acionam geradores que produzem eletricidade. Em usinas eólicas, os geradores são acionados por hélices movidas.

- (A) pelo Sol.
- (B) pela água.
- (C) pelo vento.
- (D) pelo uso do gás natural.
- (E) pela queima de combustíveis fósseis.

3. As transformações de energia envolvidas na produção de eletricidade por uma usina eólica seguem a seguinte seqüência:

- (A) energia eólica → energia cinética → energia luminosa.
- (B) energia cinética → energia eólica → energia elétrica.
- (C) energia eólica → energia cinética → energia elétrica.
- (D) energia cinética → energia eólica → energia térmica.
- (E) energia eólica → energia elétrica → energia cinética.

4. Sobre as desvantagens de se instalar uma usina eólica, NÃO é correto afirmar que:

- (A) alteram paisagens com suas torres e hélices.
- (B) podem causar interferência na transmissão de televisores.
- (C) emitem dióxido de carbono para o meio ambiente.

- (D) podem ameaçar rotas migratórias de pássaros.
- (E) emitem um ruído de baixa frequência que pode gerar desconforto.

5. O dispositivo constituído por um gerador elétrico movido por uma hélice acionada pelo vento, recebe o nome de

- (A) torre.
- (B) transformador.
- (C) usina.
- (D) aerogerador.
- (E) rotor.

6. A quantidade de eletricidade que pode ser gerada por uma usina eólica depende

- I - do diâmetro da hélice.
- II - da quantidade de vento que passa pela hélice.
- III - da dimensão do gerador elétrico.

Das três afirmações acima, estão corretas

- (A) somente I.
- (B) somente II.
- (C) somente III.
- (D) I e II.
- (E) I, II e III.

7. (ENEM/07) Qual das seguintes fontes de produção de energia é a mais recomendável para a diminuição dos gases causadores do aquecimento global?

- (A) Óleo diesel.
- (B) Gasolina.
- (C) Carvão mineral.
- (D) Gás natural.
- (E) Vento.

8. (ENEM/02) Em usinas hidrelétricas, a queda d'água move turbinas que acionam geradores. Em usinas eólicas, os geradores são acionados por hélices movidas pelo vento. Na conversão direta solar-elétrica são células fotovoltaicas que produzem tensão elétrica. Além de todos produzirem eletricidade, esses processos têm em comum o fato de

- (A) não provocarem impacto ambiental.
- (B) independerem de condições climáticas.
- (C) a energia gerada pode ser armazenada.
- (D) utilizarem fontes de energia renováveis.
- (E) dependerem das reservas de combustíveis fósseis.

V. Bibliografia

APEC, Ação e pesquisa em Educação em Ciências. **Construindo consciências: ciências, 6ª série**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Exame Nacional de Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1998-2007. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/basica/enem/provas_gabaritos/provas_gabaritos.htm> Acesso em: 12 ago. 2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Parâmetros Nacionais Curriculares - Ensino Fundamental - Ciências Naturais**. Brasília: MEC, 1998.

ENERGIA solar: fonte renovável e abundante que respeita a natureza. **Diário de Canoas**, Canoas, p. 12, 9 out. 2007.

FAÇA um fogão solar por R\$ 30,00. **Zero Hora**, Porto Alegre, 28 fev. 2008. Ambiente, p. 3.

FARRET, Felix Alberto. **Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica**. 1. ed. Santa Maria: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, 1999.

GASPAR, Alberto. **Física**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2002.

GOWDAK, Demétrio; MARTINS, Eduardo. **Ciências: novo pensar, 6ª série**. 2. ed. São Paulo: FTD S.A., 2006.

GRAF, Grupo de reelaboração do Ensino de Física. **Física 2: Física Térmica, Óptica**. 1. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

GRAF, Grupo de reelaboração do Ensino de Física. **Física 3: Eletromagnetismo**. 1. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

RUBIN, Pietro. Energia eólica com tecnologia gaúcha. **Zero Hora**, Porto Alegre, 26 nov. 2007. Global Tech: ciência, tecnologia e inovação, p. 2.

TUDO mundo precisa de energia. **Diário de Canoas**, Canoas, p. 34, 18 set. 2007.

