

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação
CECIMIG – Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais
ENCI – Especialização em Ciências por Investigação
Gabriela Veloso Borges

**CONCEPÇÕES E ENTENDIMENTO DE ESTUDANTES DO ENSINO
FUNDAMENTAL SOBRE O CONCEITO DE ENERGIA**

Formiga - MG

2010

Gabriela Veloso Borges

**CONCEPÇÕES E ENTENDIMENTO DOS ESTUDANTES DO ENSINO
FUNDAMENTAL SOBRE O CONCEITO DE ENERGIA**

Trabalho de conclusão do curso de especialização de Ensino de Ciências por Investigação do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientador: Prof^o. Ivo de Jesus Ramos

Formiga – MG

2010

Gabriela Veloso Borges

**CONCEPÇÕES E ENTENDIMENTO DOS ESTUDANTES DO ENSINO
FUNDAMENTAL SOBRE O CONCEITO DE ENERGIA**

Trabalho de conclusão do curso de
especialização de Ensino de Ciências por
Investigação do Centro de Ensino de
Ciências e Matemática da Universidade
Federal de Minas Gerais.

Orientador: Prof^o. Ivo de Jesus Ramos

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Ivo de Jesus Ramos

Orientador

Prof^a. Nilma Soares da Silva

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pois foi através Dele que tive a força e a perseverança necessária para chegar até aqui.

Aos meus pais, que sempre me apoiaram e me incentivaram, enfim, que nunca me deixaram desistir. Mesmo nos momentos em que tudo parecia impossível, eles estavam presentes para me fazer acreditar em meu potencial. Amo vocês!

À minha amiga Josiane, pela parceria e união ao longo de toda caminhada, pelos momentos de aprendizagem e, em especial, por compartilhar as angústias e inquietações. Obrigada pela sua amizade, pela sua alegria e por tudo que fez por mim.

À minha amiga Simone, por todos esses anos de amizade. Obrigada por me ajudar a construir o que muitas vezes parecia impossível.

Ao Marcelo, por tornar os meus dias melhores. Com seu amor, compreensão, apoio e dedicação fazendo com que projetos se concretizem e sonhos se tornem reais.

Ao meu orientador, professor Ivo de Jesus Ramos, pelo incentivo, atenção e paciência para a conclusão deste trabalho, pelos conhecimentos transmitidos e pela competente orientação.

A todos aqueles que de alguma forma colaboraram para a chegada deste momento.

“Energia é um sutil ‘camaleão’ do conhecimento científico.”

José Peres Angotti

RESUMO

Energia é uma das idéias centrais dos currículos de Ciências na educação básica. O seu conceito é de extrema importância, no entanto, é freqüentemente compreendido de uma maneira reducionista, atrelado a um ou a poucos fenômenos. Assumindo que a aprendizagem decorre da organização e integração do conteúdo na estrutura cognitiva, propõe-se uma seqüência didática para o ensino do tema Energia. Este trabalho envolveu 25 estudantes do nono ano do ensino fundamental de uma escola pública do distrito de Fazenda Velha, cidade de Formiga, MG, Brasil. Iniciou-se pela aplicação de um pré-teste, contendo todas as questões abertas. Posteriormente, atividades como a interpretação de letras de música e de textos, e a análise de situações expressas através de fotografias, foram realizadas como estratégias de ensino. Abordou-se assuntos como a fotossíntese, os derivados do petróleo, a Energia dos ventos (Energia Eólica), a Energia proveniente dos alimentos e os carboidratos, a usina nuclear de Chernobyl, o álcool e o biodiesel como fontes alternativas, as transformações de Energia e o funcionamento de usinas hidrelétricas. Após o cumprimento da seqüência didática foi aplicado um pós-teste, este contendo as mesmas questões do pré-teste.

Palavras-chave: Energia. Estrutura cognitiva. Estratégias de ensino. Transformações de Energia.

ABSTRACT

Energy is one of the core ideas of science curriculum in basic education. Its concept is extremely important, however, is often understood in a reductionist way, linked to one or a few phenomena. Assuming that learning stems from the organization and integration of the material in the cognitive structure, we propose a teaching sequence for teaching the topic energy. This study involved 25 students in ninth grade of elementary education at a public school district Fazenda Velha, city of Formiga, MG, Brazil. It began by applying of a pre-test, containing all the open questions. Subsequently, activities as the interpretation of letters of music and texts, and the analysis of situations expressed through photos, were carried out as teaching strategies. Addressed-issues such as photosynthesis, derivatives of petroleum, energy the winds(wind energy),energy from the food and Carbohydrates, the nuclear power plant at Chernobyl, alcohol and biodiesel as sources Alternatives, the processing of Energy and the functioning of hydro power plants. After the fulfillment of the sequence didactics was applied a post-test, this containing the same issues the pre-test.

Key-words: Energy. Cognitive Structure. Teaching strategies. Transformations of Energy.

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – O que é Energia?	31
GRÁFICO 2 – Relacionando Energia a objetos e situações	31
GRÁFICO 3 – A influência da Energia Solar para as plantas.	32
GRÁFICO 4 – Fontes de Energia utilizadas para substituir os derivados do petróleo	33
GRÁFICO 5 – As vantagens e desvantagens da Energia nuclear	34
GRÁFICO 6 – A Energia proveniente dos alimentos	35
GRÁFICO 7 – Energia potencial se transformando em Energia cinética	35
GRÁFICO 8 – Transformações de Energia	36
GRÁFICO 9 – O que é Energia? (pós-teste)	41
GRÁFICO 10 – Relacionando Energia a objetos e situações (pós-teste)	42
GRÁFICO 11 – A influência da Energia Solar para as plantas (pós-teste)	43
GRÁFICO 12 – Fontes de Energia utilizadas para substituir os derivados do petróleo (pós-teste)	43
GRÁFICO 13 – As vantagens e desvantagens da Energia nuclear(pós-teste).	44
GRÁFICO 14 – A Energia proveniente dos alimentos (pós-teste)	45
GRÁFICO 15 – Energia potencial se transformando em Energia cinética (pós-teste)	45
GRÁFICO 16 – Transformações de Energia (pós-teste)	46
GRÁFICO 17 – O que é Energia? (comparação)	47
GRÁFICO 18 – Relacionando Energia a objetos e situações (comparação) ..	48
GRÁFICO 19 – A influência da Energia Solar para as plantas (comparação).	48
GRÁFICO 20 – Fontes de Energia utilizadas para substituir os derivados do petróleo (comparação)	49
GRÁFICO 21 – As vantagens e desvantagens da Energia nuclear (comparação)	50
GRÁFICO 22 – A Energia proveniente dos alimentos (comparação)	50
GRÁFICO 23 – Energia potencial se transformando em Energia cinética (comparação)	51
GRÁFICO 24 – Transformações de Energia (comparação)	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Seqüência didática aplicada aos alunos	28
---------------------------------------------------------	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3 CONCEITO DE ENERGIA	18
3.1 Concepções alternativas de Energia	18
3.2 O conceito de Energia para o quarto ciclo	22
4 METODOLOGIA	25
5 RESULTADOS	30
5.1 Análise dos resultados do pré-teste	30
5.2 Análise dos resultados do pós-teste.....	40
5.3 Comparação dos dados do pré-teste com o pós-teste.....	46
6 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	54

1 INTRODUÇÃO

Um dos conceitos mais amplos, abordado em diferentes disciplinas dos Ensinos Fundamental e Médio e utilizado cotidianamente pelos estudantes, é o de Energia. Este conceito é fundamental para a compreensão da Ciência, baliza e sustenta os demais.

A noção de Energia ao longo da História da Ciência levou centenas de anos para se desenvolver e se estabelecer, mas hoje, durante as aulas de Ciências, entra muitas vezes em conflito com o pensamento não-formal dos estudantes. “Acredita-se que este conceito, por não admitir uma definição precisa, traz consigo uma importância proporcional a sua dificuldade.” (TERRAZZAN, 1985).

Devido à importância do conceito de Energia para a Ciência é necessário que os alunos compreendam e construam desde cedo os primeiros significados sobre esse conceito, preparando-se para abordagens posteriores (CARVALHO, 1998). No mesmo sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) também sugerem uma abordagem para este tema logo nos primeiros ciclos e colocam que uma das capacidades que os alunos devem ter ao término do Ensino Fundamental deve ser saber utilizar conceitos científicos associados à Energia.

O conceito de Energia é considerado difícil de ser ensinado e aprendido, pois é usado em diferentes disciplinas escolares, onde as mesmas enfatizam seus vários aspectos; no ensino fundamental, é estudado muito superficialmente, resultando apenas na aprendizagem dos nomes de algumas manifestações de Energia. O termo Energia é amplamente utilizado na linguagem cotidiana, devido a este fato os estudantes confundem-no com outras idéias, como as de força, movimento e potência.

Bunge (2000) faz uma análise do estatuto do conceito de energia, destacando que, da forma como é normalmente apresentado nos livros e como é ensinado, ele é abstrato e pouco informativo.

A escolha deste tema para investigação foi motivada especialmente por três razões:

- Pelo fato de tratar-se de um conceito central no ensino de Ciências.

- Por estar ciente das dificuldades dos estudantes em aprenderem sobre Energia.
- Pela necessidade de buscar alternativas de ensino que pudessem, de fato, contribuir para a construção de conhecimento no âmbito da ciência escolar.

Neste trabalho, foi feita uma análise das concepções prévias dos estudantes de uma turma do nono ano do ensino fundamental sobre a temática da Energia. De acordo com Moreira (1999), Ausubel é um representante do cognitivismo e para ele o fator isolado que mais influencia na aprendizagem seja o conhecimento que o aluno trás consigo. Segundo Mortimer (1996), o ensino de Ciências não deve almejar a substituição das idéias prévias dos estudantes pelas noções científicas, mas sim, deve promover uma multiplicidade de interpretações da realidade no sentido de favorecer uma acomodação do conhecimento que o aluno trás consigo com o novo conhecimento que lhe é apresentado.

Tem-se como objetivo geral investigar e analisar as concepções que os alunos possuem sobre o tema Energia antes e após a aplicação de uma seqüência didática em aulas de Ciências. Como objetivos específicos, destacam-se:

- Analisar a aprendizagem dos alunos após uma seqüência didática.
- Identificar e reconhecer as diferentes formas que a Energia pode se apresentar.
- Verificar as mudanças no conhecimento de alunos antes e após o desenvolvimento de uma seqüência didática.

Partindo de um levantamento dos tópicos habitualmente tratados na disciplina de Ciências do sexto ao nono ano do ensino fundamental, foi trabalhada uma seqüência didática para abordar em sala de aula o tema Energia. Dessa forma, o problema de pesquisa constituiu-se na busca por estratégias de ensino que visassem a uma aprendizagem significativa desse conceito. Foi formulado e aplicado um questionário inicial (pré-teste, Anexo 1), com o intuito de levantar as concepções prévias dos estudantes acerca dos conceitos a serem trabalhados e de direcionar a escolha dos procedimentos

metodológicos da intervenção. Finalizando o processo, aplicou-se o mesmo questionário, agora com o intuito de analisar o que os alunos conseguiram aprender após o estudo realizado.

Este trabalho possui seis capítulos, definidos por:

- Capítulo 1: Introdução – é feita uma abordagem sobre o conteúdo do trabalho.
- Capítulo 2: Fundamentação Teórica – A fundamentação teórica deste trabalho é baseada na Teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel.
- Capítulo 3: Conceito de Energia – Discute-se a complexidade e ao mesmo tempo a importância do tema Energia. Através da citação de alguns autores, analisa-se a Energia através de modelos, como o modelo de Watts (1983) e o modelo criado por Gilbert e Pope (1986). Finalizando o terceiro capítulo, é ressaltada a forma de se trabalhar com o tema Energia no quarto ciclo.
- Capítulo 4: Metodologia - Trata-se de relatar o público a quem este trabalho foi destinado e a maneira em que o mesmo será realizado. Este capítulo contém um quadro específico de toda a seqüência didática que foi trabalhada.
- Capítulo 5: Resultados – Analisam-se os resultados da pesquisa através de gráficos demonstrativos. Neste capítulo é feita a análise dos dados do pré-teste, do pós-teste e também é feita uma comparação das respostas dadas pelos estudantes nos mesmos.
- Capítulo 6: Conclusão – Apresenta-se todo o contexto do trabalho e através dos resultados obtidos no pré-teste e no pós-teste, faz-se a conclusão.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica deste trabalho baseia-se na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e em suas implicações para o ensino em sala de aula.

Podem-se identificar três tipos gerais de aprendizagem:

- Aprendizagem cognitiva: consiste no armazenamento de informações na mente do ser que aprende. Conteúdo total de idéias de um certo indivíduo e sua organização.
- Aprendizagem afetiva: resulta de sinais internos ao indivíduo e pode ser identificada com experiências como satisfação ou descontentamento, alegria ou ansiedade, prazer e dor.
- Aprendizagem psicomotora: envolve respostas musculares adquiridas por meio de treino e prática.

A teoria de Ausubel dá um enfoque maior para a aprendizagem cognitiva. Para ele, aprendizagem significa organização e integração do conteúdo na estrutura cognitiva. Acredita-se que existe uma estrutura na qual essa organização e integração se processam. Vale ressaltar que na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo, novas idéias e informações podem ser aprendidas e retidas por ele.

A aprendizagem e o fato de como ela ocorre em sala de aula chama a atenção de David Ausubel e ele acredita que o fator isolado que mais influencia nessa aprendizagem seja aquilo que o aluno já sabe. Cabe então ao professor descobrir isso e ensinar de acordo com os conhecimentos prévios dos estudantes.

→ APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A aprendizagem significativa é um processo que envolve a interação de uma nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, definida como conceito subsunçor, ou simplesmente como subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A mesma ocorre quando essa nova informação

ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Em Física, por exemplo, se o conceito de energia já existe na estrutura cognitiva do aluno, ele servirá de subsunçor para novas informações referentes a certos tipos de energia como, a energia solar. Neste exemplo, uma idéia intuitiva de energia serviria como subsunçor para novas informações referentes à energia solar, energia nuclear, etc. Na medida em que esses novos conceitos fossem aprendidos de maneira significativa, isso resultaria num crescimento e elaboração dos conceitos subsunçores iniciais, isto é, o conceito de energia ficaria mais elaborado, mais inclusivo e mais capaz de servir de subsunçor para novas informações relativas à energia, ou correlatas.

Apresentando um contraste com a aprendizagem significativa, Ausubel define outro tipo de aprendizagem, a “aprendizagem mecânica” como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos. Um exemplo típico de Física nesse caso seria a memorização de fórmulas, leis e conceitos, embora seja argumentável que algum tipo de associação ocorra. Apesar da diferença existente entre esses dois tipos de aprendizagem Ausubel afirma que uma seria a continuidade da outra. (MOREIRA, 1999).

Visando facilitar a aprendizagem significativa, Ausubel propõem como estratégia o uso de organizadores prévios para manipular a estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 1999). Os organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si e sua principal função é a de servir de ponte entre o que o aluno já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o conteúdo possa ser aprendido de uma forma significativa.

Uma das condições para a ocorrência dessa aprendizagem é que o material a ser aprendido seja relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não-arbitrária a não-litera. Esta condição implica não só que o material seja suficientemente não-arbitrário em si, de modo que possa ser aprendido, mas também que o aprendiz tenha disponível em sua estrutura cognitiva os subsunçores específicos para tal função.

A outra condição é que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar de maneira substantiva e não-arbitrária o novo material, potencialmente significativo à sua estrutura cognitiva. Esta condição implica que independentemente de quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for simplesmente a de memorizá-lo, arbitrária e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos.

Ao procurar alguma evidência de compreensão significativa, Ausubel constatou que a melhor maneira de se evitar a simulação da aprendizagem significativa, ou seja, evitar respostas mecanicamente memorizadas pelos alunos, é formular questões de uma maneira nova, que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido. Por exemplo, os testes de compreensão devem ser, no mínimo, fraseados de maneira diferente e apresentados em um contexto de alguma forma diferente daquele originalmente encontrado no material instrucional.

→ TIPOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

De acordo com Moreira (1999), Ausubel distingue três tipos de aprendizagem significativa:

- Aprendizagem representacional: Envolve a atribuição de significados a determinados símbolos (tipicamente palavras), isto é, a identificação de símbolos com seus referentes (objetos, conceitos, eventos). Os símbolos passam a significar, para o indivíduo, aquilo que seus referentes significam.
- Aprendizagem de conceitos: São também representados por símbolos particulares, porém são genéricos, representam abstrações dos atributos essenciais dos referentes.
- Aprendizagem proposicional: A tarefa da aprendizagem proposicional é aprender o significado das idéias expressas verbalmente por meio de conceitos sob forma de proposição, ou seja, é aprender o significado que está além da soma dos significados das palavras ou conceitos que compõem a proposição.

→ ASSIMILAÇÃO

Visando tornar mais claro e preciso o processo de organização de significados na estrutura cognitiva, Ausubel propõe uma teoria chamada de “Teoria da Assimilação”. Esta é representada da seguinte maneira:

- Uma nova informação potencialmente significativa= a
- É relacionada a, e assimilada por
- Um conceito subsunçor existente na estrutura cognitiva= A
- O produto interacional é o subsunçor modificado= A'a'

De acordo com os itens acima, percebe-se que a assimilação ocorre quando um conceito ou proposição **a**, potencialmente significativo, é assimilado por uma idéia ou conceito mais inclusivo, já existente na estrutura cognitiva. A nova informação **a**, e o conceito subsunçor **A**, são modificados pela interação. Além disso, **a'** e **A'** tornam-se participantes de uma nova unidade **a'A'**, que é o subsunçor modificado.

Exemplo Físico: se o conceito de energia solar deve ser aprendido por um aluno que já possui o conceito de energia, bem estabelecido em sua estrutura cognitiva, o novo conceito (energia solar) será assimilado pelo conceito mais inclusivo (energia) já adquirido. Considerando que esse tipo de energia seja de curto alcance, não somente o conceito de energia solar adquirirá significado para o aluno, mas também o conceito geral de energia que ele já tinha, será modificado e tornar-se-á mais inclusivo.

3 CONCEITO DE ENERGIA

O conceito de Energia é bastante complexo e abstrato, freqüentemente é compreendido de maneira reducionista, relacionado a poucos fenômenos ou até mesmo a um único fenômeno.

De acordo com Souza Filho (1987) há um grande problema a cerca do ensino do conceito de Energia, pois apesar de obter um caráter abstrato, abrange praticamente todos os tipos de fenômenos naturais. O autor também afirma que a própria evolução histórica desse conceito mostra os inúmeros caminhos que conduziram a sua formulação atual.

A Energia aparece em várias formas e em diferentes tipos: calor, luz, elétrica, mecânica, potencial, química, nuclear, etc. É usada na realização das atividades do dia-a-dia, desde ao levantar da cama até ao envio de satélites para o espaço. Devido a esses muitos fatores surge então sua complexidade.

Apesar da dificuldade encontrada pelos alunos e até mesmo por professores na compreensão deste tema, percebe-se uma grande importância na discussão a respeito das concepções dos estudantes sobre Energia, ampliando a capacidade de argumentação e participação dos mesmos na sociedade. É fundamental que eles obtenham conhecimento sobre os impactos ambientais, econômicos e políticos da geração de Energia, da procura de recursos energéticos, de fontes alternativas de Energia e outros assuntos relacionados, para que assim se tornem cidadãos críticos e atuantes no meio em que vivem.

3.1 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

Inúmeros foram os estudos realizados referentes às concepções prévias dos estudantes sobre Energia no contexto escolar (WATTS 1983; GILBERT E POPE 1986; SOUZA FILHO 1987; DRIVER 1994; TRUMPER 1997).

Apesar de estes estudos terem sido realizados em diferentes países, os resultados obtidos foram bem parecidos. Indicaram que os estudantes apresentam uma tendência em prestar mais atenção e dar maior importância às características observáveis dos fenômenos estudados, sem se ocupar de entidades hipotéticas ou invisíveis e abstrações pra explicar os fenômenos.

(BORGES, 1999). O conceito de Energia é muito utilizado no cotidiano científico e acadêmico, mas no contexto escolar, o mesmo não acontece. Os estudantes quando vão explicar os vários sistemas e fenômenos naturais que estudam, não fazem o uso deste conceito.

Segundo Bliss & Ogborn (1985), ao pesquisarem situações em que o conceito de Energia não era construído corretamente por alunos com idade média de 13 anos, perceberam que as justificativas fornecidas por estes nessas pesquisas na escolha das situações referiam-se especialmente à ausência de atividade e de animação dos seres e objetos. Uma estátua, por exemplo, “[...] não necessita de energia, pois não está fazendo nada” ou “ela não necessita de energia porque não está caminhando, nem se movendo, apenas está lá de pé” (BLISS & OGBORN, 1985, *apud* HENRIQUE, 1996, p.42). A ausência de animação, segundo os pesquisadores, apareceu combinada à ausência de atividade, como, “[...] a estátua não necessita de energia porque não é uma coisa viva e não se move” ou “[...] uma estátua não necessita de energia porque é feita de uma substância que não tem vida e não está se movendo” (idem).

Duas concepções relacionam a Energia a seres humanos e a coisas vivas, que são a concepção antropocêntrica e a de atividade, estas são interpretadas como tendências animistas.

Watts (1983) lembra que os estudantes têm dificuldades para imaginar qualquer objeto inanimado como possuindo certa quantidade de energia. A exceção são os sistemas rotineiramente utilizados no cotidiano em que essa energia possa estar armazenada e, neste caso, ser responsável por desencadear os fatos ou fenômenos observáveis (fazer as coisas acontecerem). Os exemplos mais comuns são baterias, centrais de força, petróleo ou carvão mineral.

Através da análise dos estudos em concepções alternativas, alguns pesquisadores (WATTS, 1983; WATTS & GILBERT, 1985; GILBERT & POPE, 1986; DRIVER *et al.*, 1994), procuraram caracterizá-las em modelos de energia. O modelo criado por Watts (1983) e o modelo criado por Gilbert e Pope (1986) propõem basicamente o mesmo sistema de categorização, que é dividido em sete esquemas conceituais:

- Antropocêntrica - Energia associada com seres humanos ou onde objetos são vistos como se possuísem atributos humanos.
- Reservatório (deposito) - Alguns objetos possuem Energia e são recarregáveis, enquanto outros precisam de Energia e gastam o que obtêm. Energia como depósito que será origem de atividades.
- Substância (ingrediente) – Algo que não está armazenado em um sistema, sendo que aparece da interação com ele. A Energia é um ingrediente “adormecido” dentro dos objetos, que são ativados por um dispositivo de disparo.
- Atividade – Energia como uma atividade óbvia, no sentido de que havendo atividade, há Energia.
- Produto – Energia é um subproduto de um estado ou de um sistema.
- Funcional (combustível) – Energia vista como uma idéia muito geral de combustível, associada a aplicações tecnológicas que visam proporcionar conforto para o homem.
- Fluido – A Energia é vista como um fluido, que se transfere de um sistema a outro.

O modelo criado por Driver et. al. (1994) engloba de uma forma reduzida os esquemas citados acima. As várias contextualizações de Energia são definidas em cinco categorias:

a) Associada somente com objetos animados (seres vivos) – relaciona Energia e coisas vivas.

Essa concepção definida por concepção antropocêntrica aponta para duas formas características de pensar:

- Vitalismo, em que Energia é pensada como uma necessidade da vida (como “*Quando esgotamos nossa energia precisamos de medicamentos e vitaminas*” e “*Exercício é bom para você, ele aumenta sua energia*”).
- Atividades, em que precisamos de Energia para movimento (como em “*Quando corremos, perdemos energia e precisamos alimento e repouso*” e “*Exercícios consomem energia, por isso nos sentimos cansados*”). (DRIVER et al., 1994, p.143-144).

b) Energia armazenada – um agente causal armazenado em certos objetos.

Este modelo é descrito como um “depositário de Energia” e através dele a Energia é observada de duas formas:

- A Energia está contida em alguns objetos e os mesmos podem ser recarregáveis.
- É pressuposta a existência de objetos capazes de armazenar a Energia necessária para provocar mudança em outros objetos que possam recebê-la.

Os corpos que possuem Energia são chamados de depositários, os corpos que absorvem Energia e gastam o que conseguem obter são chamados de alta atividade e aqueles em que o nível de atividade é considerado normal são chamados de média atividade.

De acordo com Driver et. al. (1994) a Energia é considerada como uma entidade material, podendo ser armazenada e substancializada.

c) Energia vinculada à força e movimento

Estudos apontaram que é muito comum crianças associarem Energia a movimento e força. Driver et. al. (1994) sugere que as confusões nos usos dessas palavras são conceituais e não somente terminológicas. Segundo esses estudos, os alunos associam Energia com objetos inanimados e freqüentemente sugerem o movimento, ou até mesmo a falta dele, como determinante para a presença de Energia. É comum os mesmos utilizarem os termos força e Energia como sinônimos, e nas poucas vezes em que são capazes de diferenciá-los, fazem-no de forma a ainda manter uma relação entre ambos.

Um exemplo físico deste fato é que muitos estudantes utilizam o termo força para explicar o movimento de uma esfera em um trilho, enquanto o termo correto seria Energia Cinética.

d) Energia como combustível

Driver et. al. (1994) afirma que esta concepção parece estar associada ao conhecimento do senso comum a respeito de um futuro esgotamento das fontes de Energia não-renováveis utilizadas pelo homem. Expressões como

“crise de Energia” e “conservação de Energia” obtêm significados errôneos como “crise de combustível” e “conservar combustível”.

Para muitos alunos Energia é um sinônimo de combustível, possuem uma noção que combustível é Energia, raramente percebem que combustível “contém” ou é “uma fonte” de Energia.

e) Energia como fluido, ingrediente ou produto

Através dessa noção de Energia, são identificados três modelos imaginários de Energia na concepção dos alunos. O primeiro modelo afirma que a Energia é pensada como um fluido, é algo que pode ser contido, dado, conduzido ou transportado, é algo que pode fluir de um corpo pra outro. Esse modelo é chamado de “transferência de fluxo”.

De acordo com o segundo modelo, a Energia é vista como um agente reativo e é deixada dormente dentro dos objetos até que algo a aciona. Neste a Energia é tratada como “ingrediente”.

No terceiro modelo a Energia é vista como “produto” de uma situação, o produto de vida-curta que é gerado, é ativado e desaparece aos poucos. A Energia não é conservada.

3.2 O CONCEITO DE ENERGIA PARA O QUARTO CICLO

Durante o ultimo ciclo do ensino fundamental é ressaltada a importância dos estudantes refletirem sobre a natureza do conhecimento e do fazer científico e tecnológico. O aluno também deverá ser capaz de reconhecer os processos onde há transformação de Energia, sendo observada sua capacidade em organizar essas etapas de transformação de matéria em Energia.

Nessa fase o conceito de Energia está relacionado a conhecimentos mais complexos e gerais.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais o aluno deve compreender as relações de mão dupla entre o processo social e a evolução das tecnologias, associadas à compreensão dos processos de transformação de energia, dos materiais e da vida, deve também caracterizar as

transformações tanto naturais como induzidas pelas atividades humanas, na atmosfera, na litosfera, na hidrosfera e na biosfera, associadas aos ciclos dos materiais e ao fluxo de energia na Terra, reconhecendo a necessidade de investimento para preservar o ambiente em geral.

O quarto ciclo deve contemplar “estudos dos processos ligados à composição terrestre e aos ciclos dos materiais e fluxo de Energia, sejam de ocorrência natural ou provocados pela ação humana” (BRASIL, 1998, p.98).

Cadeias e teias alimentares já tratadas em outros estágios de ensino são retomadas, porém considerando e comparando as diferentes maneiras de obtenção de Energia nos organismos produtores, consumidores e decompositores. Recomenda-se “a construção de pirâmides alimentares, considerando-se as transferências de substâncias e energia de um nível para outro, bem como a dissipação de energia em cada nível” (BRASIL, 1998, p.99).

Outro tema a ser explorado deve ser “Meio Ambiente e Trabalho” e “Consumo”, como o uso do petróleo e a poluição. Contribuindo assim na busca da valorização do desenvolvimento sustentável e de uma melhor compreensão dos papéis da Ciência e da Tecnologia.

Em um segundo momento do quarto ciclo, o estudo estará voltado para o aproveitamento da Energia dos alimentos. Quando o papel dos alimentos como fonte de Energia para o corpo realmente for compreendido pelos estudantes, é importante:

[...] destacar o papel do oxigênio no aproveitamento da energia dos alimentos no organismo, em conexão com o eixo temático “Vida e Ambiente”, em que se apresentam e se estudam os ciclos do oxigênio e do carbono na biosfera e alcances na abordagem das transformações das substâncias com alunos do ensino fundamental. (BRASIL, 1998, p.102).

A respiração celular passa a ser enfocada como um processo de obtenção de Energia, inclusive para as plantas que fazem fotossíntese.

Outra questão importante é realizar um aprofundamento do conhecimento dos sistemas tecnológicos com maior impacto ambiental e social.

De acordo com os PCNs, neste eixo temático destaca-se:

- A Compreensão de processos de recuperação e degradação de ambientes por ocupação urbana desordenada, industrialização,

desmatamento, inundação para construção de barragem ou mineração, cotejando custos ambientais e benefícios sociais, valorizando a qualidade de vida.

- A investigação de processos de extração e produção de energia e substâncias obtidas por diferentes tecnologias tradicionais ou alternativas, sua transformação na indústria de produção de bens, valorizando a preservação dos recursos naturais.
- A compreensão das relações de mão dupla entre as necessidades sociais e a evolução das tecnologias, associada à compreensão dos processos de transformação de energia e de materiais, valorizando condições de saúde e qualidade de vida.

4 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada com uma turma do nono ano do ensino fundamental, formada por vinte e cinco alunos, com idades de treze a dezesseis anos em uma escola da Rede Municipal da cidade de Formiga em Minas Gerais. A escola está localizada no distrito de Fazenda Velha e atende aos estudantes da zona rural próxima de sua localização. O ensino ministrado atende desde o primeiro ano até o nono ano do ensino fundamental. Uma boa parte da população que lá reside vive da agricultura. Possuem pequenas terras para cultivar e manter uma criação para atender suas necessidades básicas. A renda é basicamente obtida a partir da venda do excedente de produção. Porém isso não acontece com toda população, há uma parte desta que é carente e que às vezes chega a passar dificuldades. A escola ajuda o máximo que pode, oferecendo almoço (que faz parte da merenda escolar) e até mesmo objetos de higiene, como: escova de dente, creme dental e desodorante. Para os alunos que têm maior necessidade, é oferecido um horário integral, onde os mesmos têm aulas de reforço para melhorar o aprendizado. Tem acesso a internet onde podem navegar, além de receberem outras refeições, como por exemplo, o café da tarde. Vale ressaltar que uma característica importante que se observa nesta comunidade é a simplicidade.

De acordo com Fachin (2003), pesquisa “é um procedimento intelectual em que o pesquisador tem como objetivo adquirir conhecimentos por meio da investigação de uma realidade e da busca de novas verdades sobre um fato (um objetivo ou um problema)”. A pesquisa é uma investigação, e a partir dela o pesquisador busca as soluções do seu estudo. Tem como objetivo levantar várias informações, no sentido de encontrar respostas para as questões e indagações sobre o fato estudado, não permitindo que reste qualquer dúvida.

Esta pesquisa tem uma abordagem qualitativa do tipo pesquisa-ação. De acordo com Thiollent (2005), pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

A metodologia deste trabalho foi pensada e criada com o objetivo de facilitar a aprendizagem dos estudantes, aproveitando sempre o conhecimento prévio que adquiriram ao longo dos anos, seja durante o período escolar ou na sociedade em que vivem.

A seguir apresenta-se a ordem em que o estudo foi realizado:

- No passo 1, apresenta-se a proposta da pesquisa para a turma, informando o objetivo do trabalho em foco e como se pretende desenvolver a atividade com os mesmos.
- No passo 2, aplica-se um pré-teste para a turma, com o objetivo de se identificar as concepções prévias que os estudantes tinham sobre o tema Energia. De acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, onde afirma que o fator que mais influencia na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe.
- No terceiro passo, será realizada a aplicação da seqüência didática, na qual são abordadas as diferentes formas que a Energia pode se apresentar e em quais situações ela pode aparecer. É importante ressaltar que após cada exposição será realizado um debate, com o intuito de observar até que ponto os estudantes são capazes de agregar novos conhecimentos aos antigos conhecimentos, ou seja, de acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, que afirma que a nova informação ancora-se aos conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.
- No quarto passo, aplica-se um pós-teste, buscando avaliar os conhecimentos adquiridos por eles após a exposição e a realização dos debates sobre o tema.

No questionário optou-se por apresentar perguntas em que a resposta deveria ser dada de forma dissertativa, ou seja, “abertas” para que se pudessem identificar com maior clareza os conhecimentos prévios dos alunos.

→ SEQÜÊNCIA DIDÁTICA

A seqüência didática deste trabalho foi desenvolvida em nove tópicos. A definição dos mesmos foi baseada na série de livros CIÊNCIAS, dos autores

Carlos Barros e Wilson Paulino. A ordem escolhida para a montagem da seqüência didática obedeceu à seguinte organização: os tópicos iniciais abordam as formas de Energia que são analisadas de acordo com o sexto e com o sétimo ano do ensino fundamental e os tópicos finais são relacionados às formas de Energia analisadas no oitavo e nono ano do ensino fundamental. A escolha se deu pelo fato de que para a “construção” de um conceito mais concreto nos estudantes do nono ano, seria necessário retomar os temas relacionados à Energia vistos anteriormente, formando assim um elo mais forte entre antigos e novos conceitos.

A seqüência didática ficou assim organizada:

- No primeiro tópico: faz-se uma abordagem sobre “o que é Energia”. Onde se destaca o longo tempo que levou para a emergência do conceito de Energia e que mesmo no cenário científico os conceitos não surgem de uma hora para a outra, mas que são construídos de acordo com o conhecimento da época além de serem mutáveis com a evolução do crescimento.
- No tópico dois “Luz do Sol” mostra-se a transferência de Energia Solar, ou seja, a Energia proveniente do Sol para as plantas e para os seres vivos num ecossistema.
- Nos tópicos três e quatro discute-se o petróleo e o vento como fontes de Energia.
- No tópico cinco discute-se sobre os benefícios e os riscos (males) a Energia Nuclear como fonte de Energia.
- No tópico seis faz-se uma discussão sobre a Energia proveniente dos alimentos.
- No tópico sete discute-se sobre o álcool e o biodiesel como fontes alternativas de Energia.
- No oitavo tópico faz-se uma discussão sobre a conservação da Energia, em particular da transformação da Energia Cinética em Potencial e vice-versa.

- Por fim discute-se sobre a produção de Energia elétrica em usina hidrelétrica, com foco na transformação do movimento das águas.

As ações foram desenvolvidas durante as aulas, com módulo de 50 minutos cada uma delas. A seqüência didática seguiu a ordem mostrada no quadro 1:

Quadro 1: Seqüência didática aplicada aos alunos

Aula	Atividades	Objetivos
1ª	Apresentação e debate do tema através do texto: "O que é Energia". Autores: Aníbal Figueiredo e Mauricio Petrocola.	Abordar situações em que a Energia se faz presente no dia-a-dia, apontando limitações quando analisadas numa perspectiva científica.
2ª	Leitura e reflexão da letra da música "Luz do Sol". Autor da música: Caetano Veloso.	Discussão sobre a Energia proveniente do sol. O modo ocorrente da fotossíntese e as transferências de Energia para que isso aconteça.
3ª	Leitura e análise crítica do texto: "1859: Indo ao fundo do poço". Autor: Carlos Barros	Avaliar o petróleo como fonte de Energia. Investigar os benefícios e males que a Energia gerada pelo mesmo pode trazer.
4ª	Texto: "Energia Eólica avança o mundo", extraído do livro de Barros e Paulino.	Avaliar a Energia Eólica como fonte alternativa de Energia. Investigar como acontece a transformação do vento em Energia.
5ª	Texto: "Chernobyl: 20 anos depois". Autor: A. Mansur.	Discussão sobre a Energia Nuclear. Investigação sobre o que essa fonte de Energia trouxe de benefício e malefício para os seres humanos.
6ª	Analisando uma embalagem de Nescau que contém a seguinte	Estudar a Energia proveniente dos alimentos, os carboidratos e sua

	frase: “Nescau Energia que dá gosto”.	unidade de medida, a caloria. Construção de uma tabela com o valor energético de alguns alimentos.
7ª	Leitura e análise crítica do texto: “Álcool e biodiesel: fontes alternativas de energia” Autores: J. Neto e M. Neves.	Avaliar as fontes alternativas de Energia que são mais baratas e menos poluentes, como o álcool e o biodiesel.
8ª	Observação de uma foto de um homem pegando um livro e colocando em uma prateleira.	Esta imagem nos mostra o princípio da conservação da Energia Mecânica (transformação de Energia cinética e potencial). Investigar como ocorre essa transformação.
9ª	Observação de uma foto da vista aérea da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, no estado de São Paulo.	Através desta foto deu-se início a uma investigação sobre o funcionamento de uma usina hidrelétrica e a transformação de Energia que ocorre em seu funcionamento: Energia cinética da água em Energia elétrica.

FONTE: Construído pela pesquisadora.

A cada aula ministrada era proporcionado aos alunos uma participação direta interagindo com a professora, onde eles tinham a oportunidade de perguntar, expor suas idéias e seus pontos de vista. Perguntas feitas pela ministrante eram direcionadas a esses estudantes no intuito de despertar o senso crítico e a capacidade investigativa de cada um.

5 RESULTADOS

Apresenta-se nesta seção os resultados do pré-teste e do pós-teste aplicado a alunos de uma turma do nono ano do ensino fundamental, com faixa etária de 13 a 16 anos.

Inicia-se com a apresentação dos dados e reflexões sobre os mesmos. De início tem como foco as respostas dos estudantes relacionadas ao pré-teste, onde procura-se identificar os conhecimentos prévios dos mesmos sobre o tema Energia, nota-se que esses conhecimentos ainda eram bastante rudimentares, não obtendo portanto resultados significativos. Em seguida, tem-se a atenção voltada para as respostas dadas ao pós-teste, sendo que nesta situação de pós-teste obteve-se um resultado mais satisfatório, pois antes de aplicá-lo foram desenvolvidas várias ações no sentido de favorecer um melhor entendimento, tais como: nove aulas em que se fez uma exposição do tema em questão aplicando-se a seqüência didática e debates que tinham a finalidade de observar se os estudantes estavam compreendendo o conteúdo estudado. Finalizando esta seção, será realizada uma comparação entre o resultado obtido no pré-teste e o resultado obtido no pós-teste.

5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO PRÉ-TESTE

Para realizar a análise dos dados, foram criadas quatro categorias para classificar as respostas. As categorias criadas seguem abaixo:

- a) Satisfaz plenamente
- b) Satisfaz parcialmente
- c) Insatisfatória
- d) Não satisfaz

A categoria “Insatisfatória” corresponde às respostas incompletas e sem sentido, onde o aluno não consegue assimilar a pergunta ao tema estudado. Já a categoria “Não Satisfaz” corresponde às questões que não foram respondidas pelos estudantes.

O pré-teste foi aplicado em uma turma de nono ano do ensino fundamental. Turma formada por vinte e cinco alunos, com idade variando de 13 a 16 anos, sendo 12 do sexo masculino e 13 do sexo feminino. O

questionário aplicado é formado por 8 questões que versam sobre o tema Energia.

A seguir, apresentam-se os dados relativos a cada questão:

- Primeira pergunta: Em sua opinião, o que é Energia?

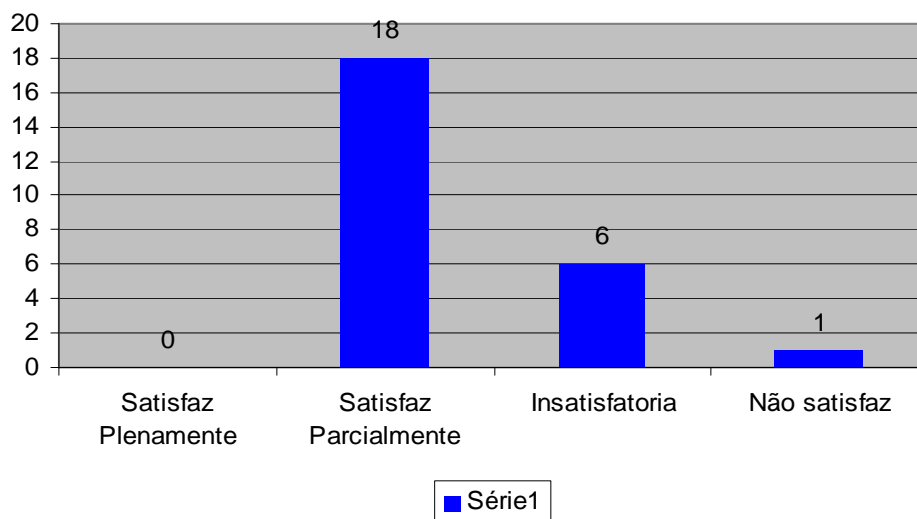


GRÁFICO 1: O que é Energia?

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados da pesquisa, 2010

O gráfico 1 mostra que, nenhum aluno conseguiu atingir plenamente o objetivo esperado, dezoito atingiram parcialmente, seis tiveram um resultado insatisfatório e somente um não respondeu a questão.

- Segunda pergunta: “Das coisas que estão a sua volta, quais em sua opinião estão diretamente relacionadas com Energia?”.

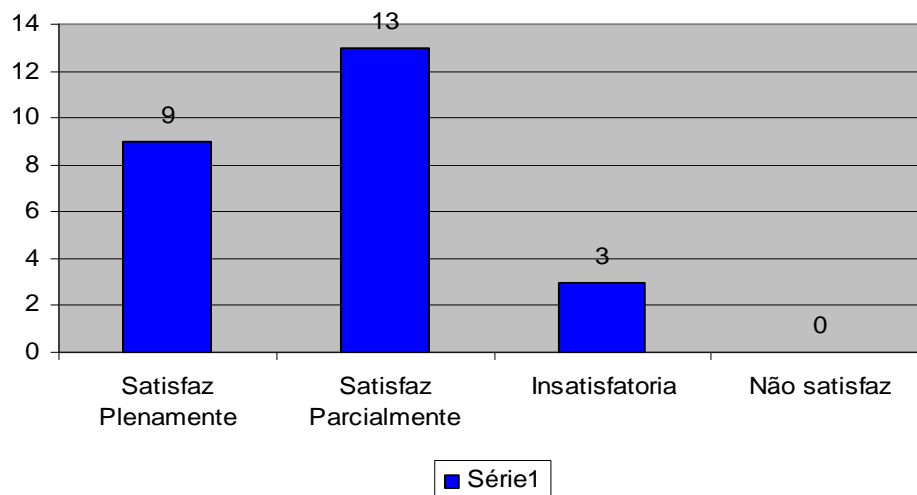


GRÁFICO 2: Relacionando Energia a objetos e situações.

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados da pesquisa.

O gráfico 2 pesquisa mostra que, nove alunos conseguiram atingir plenamente o objetivo esperado, treze atingiram parcialmente e três tiveram um resultado insatisfatório.

- Terceira pergunta: “Luz do sol/Que a folha traga e traduz/Em verde novo em folha/Em graça, em vida, em força, em luz...”
Este trecho foi retirado da música “Luz do Sol”, de Caetano Veloso. De acordo com os conhecimentos que você tem sobre Energia, como você explica esse fenômeno.

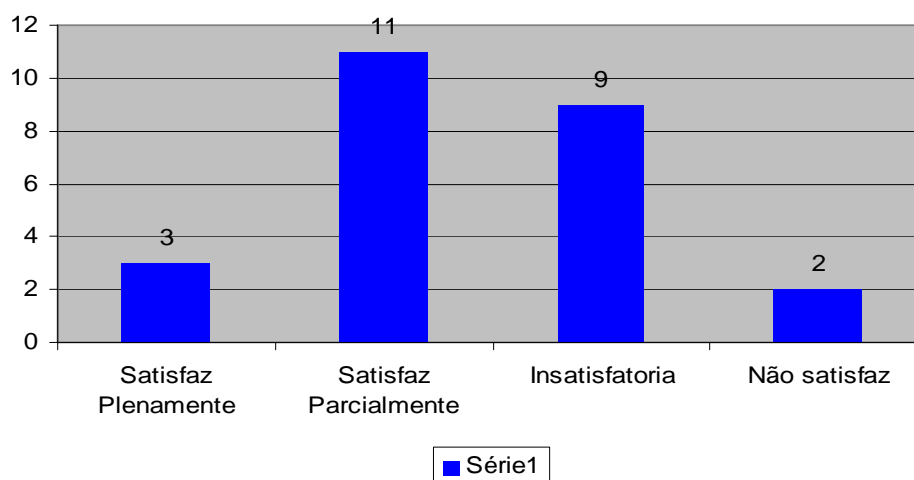


GRÁFICO 3: A influência da Energia Solar para as plantas.

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados da pesquisa.

O gráfico 3 mostra que, somente três alunos conseguiram atingir plenamente o objetivo esperado, onze atingiram parcialmente, nove tiveram um resultado insatisfatório e dois estudantes não responderam a questão.

- Quarta pergunta: Sobre o petróleo:

Identifique outras fontes de Energia que você conhece que podem ser usadas em automóveis para substituir derivados do petróleo, como a gasolina e o óleo diesel.

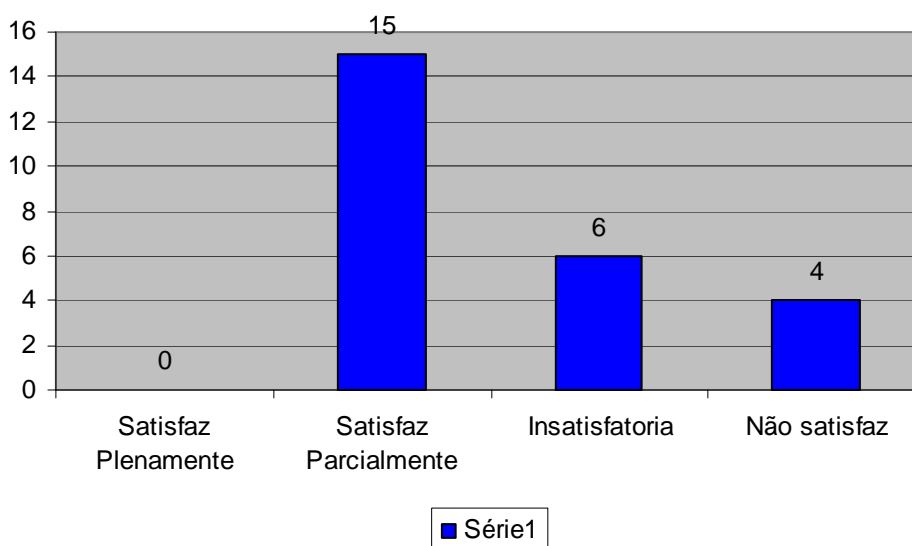


GRÁFICO 4: Fontes de Energia utilizadas para substituir os derivados do petróleo.

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados da pesquisa.

O gráfico 4 mostra que, nenhum aluno conseguiu atingir plenamente o objetivo esperado, quinze atingiram parcialmente, seis tiveram um resultado insatisfatório e quatro estudantes não responderam a questão.

- Quinta questão: O debate em torno do uso da energia nuclear para produção de eletricidade permanece atual. Em um encontro internacional para a discussão desse tema, foram colocados os seguintes argumentos:

I. Uma grande vantagem das usinas nucleares é o fato de não contribuírem para o aumento do efeito estufa, uma vez que o urânio, utilizado como “combustível”, não é queimado mas sofre fissão.

II. Ainda que sejam raros os acidentes com usinas nucleares, seus efeitos podem ser tão graves que essa alternativa de geração de eletricidade não nos permite ficar tranquilos.

A respeito desses argumentos, indique se estão corretos ou não. Justifique sua resposta.

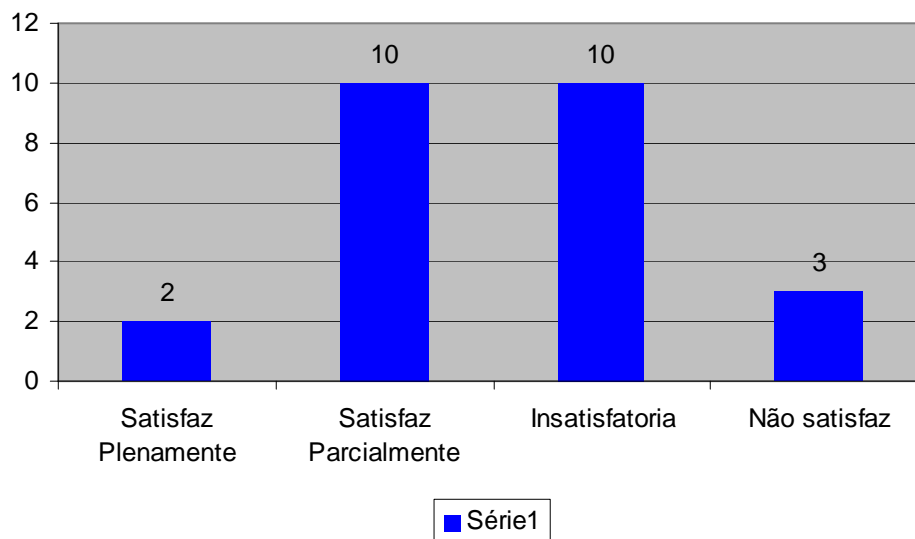


GRÁFICO 5: As vantagens e desvantagens da Energia Nuclear.

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados da pesquisa.

O gráfico 5 mostra que, dois alunos conseguiram atingir plenamente o objetivo esperado, dez atingiram parcialmente, dez tiveram um resultado insatisfatório e três estudantes não responderam a questão.

- Sexta pergunta: Nescau, energia que dá gosto, um copo de leite com Nescau nos fornece 200 Kcal, que é suficiente para meia hora de um esporte de resistência, como a corrida. Com suas palavras, diga o que você entendeu desse texto retirado da embalagem de uma lata de Nescau.

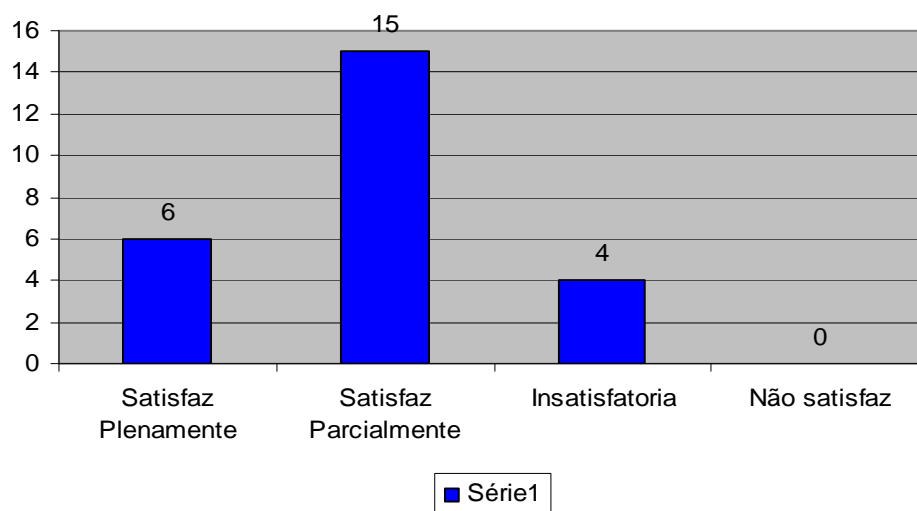


GRÁFICO 6: A Energia proveniente dos alimentos

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados da pesquisa.

O gráfico 6 mostra que, seis alunos conseguiram atingir plenamente o objetivo esperado, quinze atingiram parcialmente e quatro tiveram um resultado insatisfatório.

- Sétima pergunta: Um tijolo fixado na parede externa do vigésimo andar de um prédio tem Energia potencial gravitacional em relação ao solo. O que aconteceria em termos de Energia se ele se desprendesse da parede?

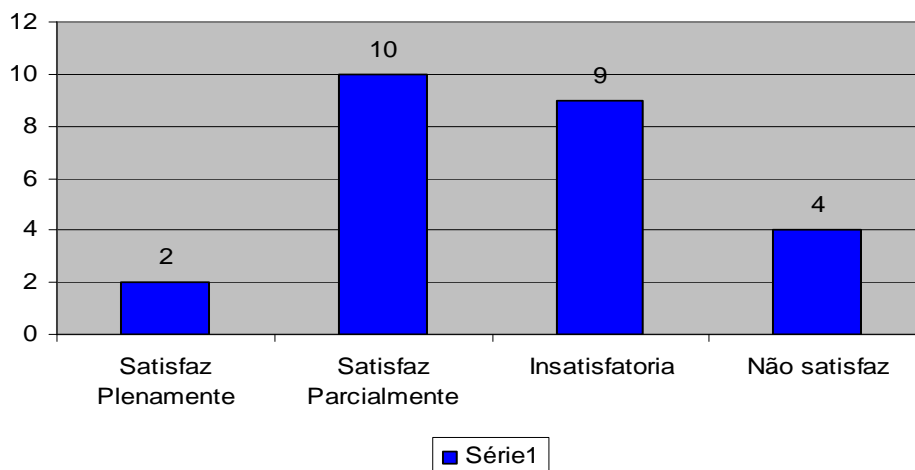


GRÁFICO 7: Energia Potencial se transformando em Energia Cinética

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados da pesquisa.

O gráfico 7 mostra que, dois alunos conseguiram atingir plenamente o objetivo esperado, dez atingiram parcialmente, nove tiveram um resultado insatisfatório e quatro não conseguiram responder a questão.

- Oitava pergunta: Quais as transformações de Energia que você mais vê em seu dia-a-dia?

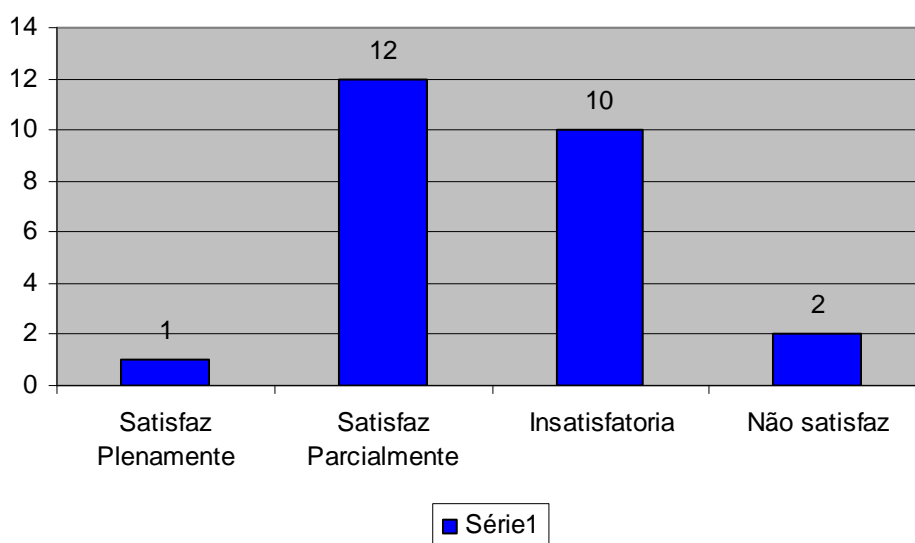


GRÁFICO 8: Transformações de Energia

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados da pesquisa.

O gráfico 8 mostra que, um aluno conseguiu atingir plenamente o objetivo esperado, doze atingiram parcialmente, dez tiveram um resultado insatisfatório e dois estudantes não responderam a questão.

→ COMENTÁRIOS

Neste trabalho, optou-se por apresentar uma análise das situações em que os alunos reconheceram ou não a presença de energia, bem como suas explicações sobre cada caso. O propósito foi o de evidenciar a diversidade de interpretações associadas ao conceito, à diversidade de termos utilizados para denominar as formas de energia, a riqueza das razões apontadas pelos estudantes para justificar suas escolhas e os aspectos que podem ser inferidos a partir de suas falas e ações. Até o momento inicial da pesquisa, os alunos tinham conhecimento de Energia apenas indiretamente, relacionada a outros tópicos das ciências do ensino fundamental. Assim, o ponto de partida foi analisar as respostas dadas ao pré-teste por todos os alunos da turma, o que possibilitou evidenciar a dificuldade inicial que os alunos apresentam no entendimento do conceito de energia.

Ao analisar a primeira questão, nota-se que os estudantes têm uma dificuldade em relatar o que entendem por Energia. Dentre os 25 que participaram da pesquisa, 15 deles relaciona a Energia somente à eletricidade. A seguir apresenta-se algumas respostas dadas por alunos:

(A1) – *“Energia é uma coisa que faz alguns eletrodomésticos funcionarem, como: televisão, vídeo, som, etc.”*

(A2) – *“Energia é o que nos propicia de ligar os aparelhos domésticos que precisamos no dia-a-dia.”*

(A3) – *“Energia pode ser uma fonte elétrica produzida a partir das águas (nas hidrelétricas) ou a partir do vento.”*

O aluno 3 (A3) consegue assimilar que para existir a Energia elétrica é necessário que haja uma transformação de Energia. Atinge assim um nível

mais elevado em sua resposta quando comparado com as respostas de seus demais colegas de turma.

Em relação à porcentagem verifica-se que, 18 alunos, ou seja, 72% satisfizeram parcialmente, sendo capazes de atingir parte do objetivo esperado, 6 estudantes, correspondendo a 24% apresentaram resultado insatisfatório e apenas 1, ou seja, 4% não satisfizeram, pois a questão não foi respondida. É importante ressaltar que não houve resposta que satisfizesse plenamente, sendo capaz de atingir por completo as expectativas esperadas.

A partir das respostas dadas a segunda pergunta, nota-se que os alunos não conseguiram distinguir as duas primeiras questões, relacionando uma à outra. Para a maioria deles, as “coisas” que estão diretamente relacionadas com Energia são os aparelhos eletrônicos e os eletrodomésticos. Porém, nove dentre os vinte e cinco estudantes, relacionaram a Energia ao ambiente, aos alimentos e até mesmo ao movimento dos seres vivos, apresentando assim um resultado bastante satisfatório. Logo, 9 alunos - 36% satisfizeram plenamente, 13 estudantes - 52% satisfizeram parcialmente e 3 - 12% foram insatisfatórios.

As respostas dadas a questão de número três revelou que alguns alunos têm uma boa compreensão do tema e são capazes de relacionar a Energia proveniente do Sol a vida das plantas. Abaixo transcreve-se algumas das respostas dadas pelos alunos:

(A2) – *“A Energia que vem do Sol é o alimento da planta, e faz ela ficar verde e forte. A planta precisa da luz Solar pra sobreviver.”*

(A4) – *“Que até as plantas precisam de Energia para o seu processo de vida. A Energia que elas utilizam é a Energia Solar.”*

(A5) – *“Esse fenômeno se chama Fotossíntese, onde as folhas das plantas absorvem a Energia que vem do Sol.”*

Outros alunos, porém não conseguiram assimilar o fenômeno descrito à Energia Solar. Abaixo descreve-se algumas respostas dadas por eles:

(A6) – *“Que todos os fenômenos dependem um do outro, mas cada um possui sua Energia.”*

(A7) – *“O fenômeno é que a Energia pode ser produzida através da água e se manifestar de varias formas.”*

Ao analisar o resultado através da porcentagem têm-se, 3 alunos - 12% satisfizeram plenamente, 11 estudantes, ou seja, 44% satisfizeram

parcialmente, 9 - 38% apresentaram um resultado insatisfatório e 2 - 8% não souberam responder a questão.

A quarta pergunta foi direcionada para a Energia proveniente do Petróleo e seus derivados. A maioria dos alunos mostrou conhecer que o álcool pode ser uma fonte de Energia utilizada em automóveis e que pode substituir os derivados do Petróleo, porém de acordo com a questão foi pedido que eles indicassem duas fontes de Energia e não apenas uma, que foi o ocorrido com a maioria. Devido a este fato, não se obteve resposta que satisfizesse plenamente, 15 alunos, ou seja, 60% satisfizeram parcialmente, 6 estudantes - 24% foi insatisfatório e 4 - 16% não responderam.

Ao fazer uma análise das respostas dadas a questão cinco, nota-se que a maioria dos alunos ao ler os dois argumentos, foram capazes de identificá-los como verdadeiros, porém na hora de justificarem suas respostas vários deles não conseguiram. Suas justificativas encontram-se bem resumidas e sem uma fundamentação consistente. Segue abaixo algumas das respostas dadas pelos alunos:

(A4) – *“I - Correto, pois assim diminui o aquecimento global.*

II - Correto, pois esses acidentes podem causar danos gravíssimos a saúde.”

(A6) – *“Os argumentos estão corretos, pois se uma grande quantidade de urânio for jogado no meio ambiente, vai causar vários problemas ambientais.”*

(A8) – *“Não conheço muito sobre o urânio, mas sei que ele é tóxico, assim os dois argumentos são verdadeiros.”*

Outros estudantes não conseguiram interpretar a pergunta. Suas respostas estão sem nexos e totalmente fora do contexto, como:

(A9) – *“Estão corretas, pois vai aumentar a Energia sem precisar usar a água dos rios, não vai acabar com a água.”*

(A10) – *“As alternativas estão erradas, pois a Energia sempre vai ser utilizada para o bem das pessoas.”*

Em relação à porcentagem verifica-se que, apenas 2 alunos, ou seja, 8% satisfizeram plenamente e atingiram o objetivo esperado, 10 alunos - 40% satisfizeram parcialmente e outros 10 alunos - 40% apresentaram um resultado insatisfatório, 3 alunos - 12% não conseguiram responder a questão.

A pergunta de número 6 fala sobre a Energia proveniente dos alimentos, citando como exemplo o Nescau. As respostas dadas pelos estudantes na mesma foram os mais satisfatórios de todo o pré-teste. Eles conseguiram interpretar a pergunta e entenderam que os alimentos fornecem Energia ao nosso corpo. Sendo assim tem-se que 6 alunos - 24% satisfizeram plenamente, 15 alunos - 60% satisfizeram parcialmente e 4 alunos - 16% tiveram um resultado insatisfatório. Conclui-se então que 84% dos alunos obtiveram respostas satisfatórias, atingindo assim o objetivo proposto na questão.

A sétima pergunta proporcionou os tipos de respostas mais diferentes e variadas. Obteve-se algumas respostas corretas, outras começaram bem, mas perderam o sentido e outras ainda, que estão completamente fora do contexto. Segue abaixo algumas das respostas dadas pelos alunos:

(A3) - *“Quando o tijolo se desprender da parede e começar a cair, vai haver uma troca de Energia, porque antes ele estava parado e agora vai estar em movimento.”*

(A5) – *“Ao cair o tijolo atingirá uma velocidade muito grande, devido à força da gravidade.”*

(A11) – *“Não iria acontecer nada, pois os outros tijolos agüentariam todo o peso.”*

(A12) – *“Se o tijolo desprender a parede externa do vigésimo andar do prédio vai cair.”*

De acordo com a porcentagem verifica-se que apenas 2 alunos, ou seja, 8% apresentaram respostas que satisfizeram plenamente, 10 alunos - 40% satisfizeram parcialmente, 9 alunos - 36% apresentaram resultados insatisfatórios e 4 alunos - 16% não conseguiram interpretar e responder a questão.

Ao analisar as respostas dadas pelos alunos na última questão, nota-se que os mesmos conhecem variadas fontes de Energia, porém na hora de assimilá-las as suas transformações, eles se perdem e apresentam uma grande dificuldade. Logo, obteve-se o seguinte índice de porcentagem: 1 aluno, ou seja, 4% conseguiu satisfazer plenamente o objetivo esperado, 12 alunos - 48% satisfizeram parcialmente, 10 alunos - 40% foram insatisfatórios e 2 alunos - 8% deixaram a questão em branco.

5. 2 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO PÓS-TESTE

O pós-teste foi aplicado à turma logo após o cumprimento da seqüência didática definida. Como visto no capítulo anterior, a seqüência didática consta de 9 aulas, sendo que: na primeira aula foi feita uma apresentação do tema e utiliza-se o texto “o que é Energia”, após o estudo do texto é realizado um debate em sala de aula, sendo importante salientar aos estudantes o longo tempo que levou para a emergência do conceito de Energia. Na segunda aula é feita uma leitura da letra da música “Luz do Sol” de Caetano Veloso e logo após é feita uma reflexão sobre a mesma. Nas aulas três e quatro foram feitas leituras e em seguida uma análise crítica dos textos: “1859, indo ao fundo do poço” e Energia Eólica avança o mundo”, através deles foram avaliados o petróleo e o vento como fontes de Energia. A aula cinco foi direcionada para a Energia Nuclear, seus benefícios e males. A Energia proveniente dos alimentos foi abordada na aula de número seis. A aula sete foi utilizada para uma discussão sobre o álcool e o biodiesel como fonte alternativa de Energia. Na oitava aula fez-se uma discussão sobre a conservação da Energia, em particular da transformação da Energia Cinética em Potencial e vice-versa. Por fim, na última aula, discutiu-se sobre a produção (geração) de Energia Elétrica em usinas hidrelétricas, com foco na transformação do movimento das águas.

De acordo com Ausubel, aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. Acredita-se que existe uma estrutura na qual essa organização e integração se processam. Vale ressaltar que na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo, novas idéias e informações podem ser aprendidas e retidas por ele.

Através dos dados obtidos no pós-teste, foi possível constatar que os resultados dos estudantes foram bem mais satisfatórios que os do pré-teste.

É importante ressaltar que o pós-teste consta das mesmas questões do pré-teste, pois assim seria mais plausível analisar o conhecimento dos alunos antes e após a aplicação da seqüência didática.

Apresenta-se a seguir os dados relativos a cada questão:

- De acordo com os dados obtidos na primeira pergunta do pós-teste, tem-se:

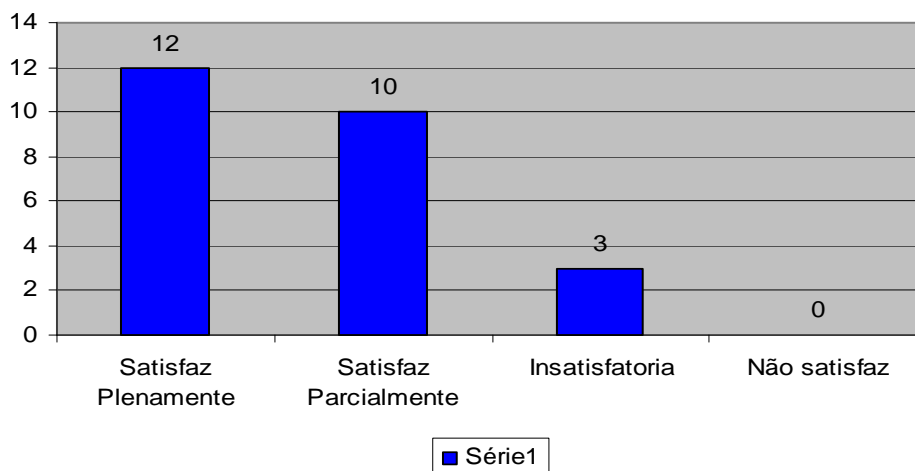


GRÁFICO 9: O que é Energia? (pós-teste)

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados da pesquisa

Observa-se através do gráfico que 12 alunos conseguiram atingir plenamente o objetivo esperado, 10 alunos atingiram parcialmente, 3 tiveram um resultado insatisfatório e nenhum aluno deixou de responder a questão.

- De acordo com os dados obtidos referentes à segunda pergunta do pós-teste, tem-se:

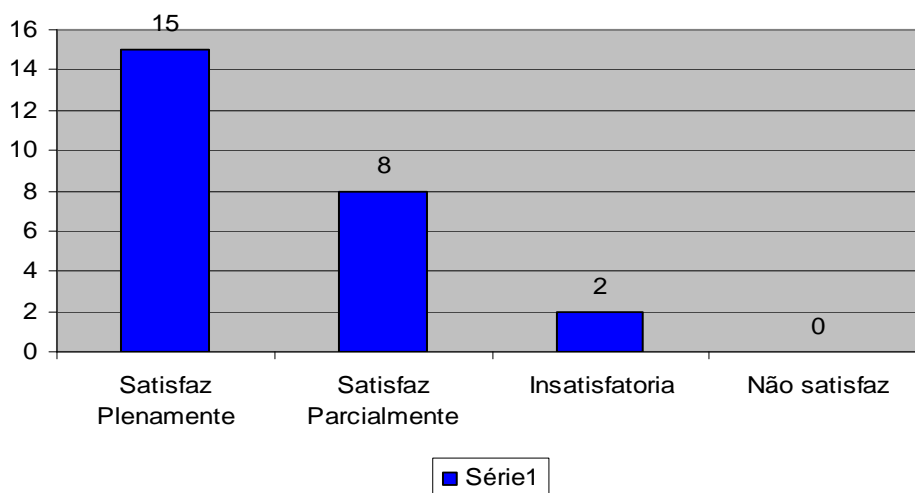


GRÁFICO 10: Relacionando Energia a objetos e situações (pós-teste)

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados da pesquisa.

Observa-se que 15 alunos conseguiram atingir plenamente o objetivo esperado, 8 alunos atingiram parcialmente, 2 alunos tiveram um resultado insatisfatório e nenhum estudante não respondeu a questão.

- Em relação aos dados obtidos referentes à terceira pergunta do pós-teste, tem-se:

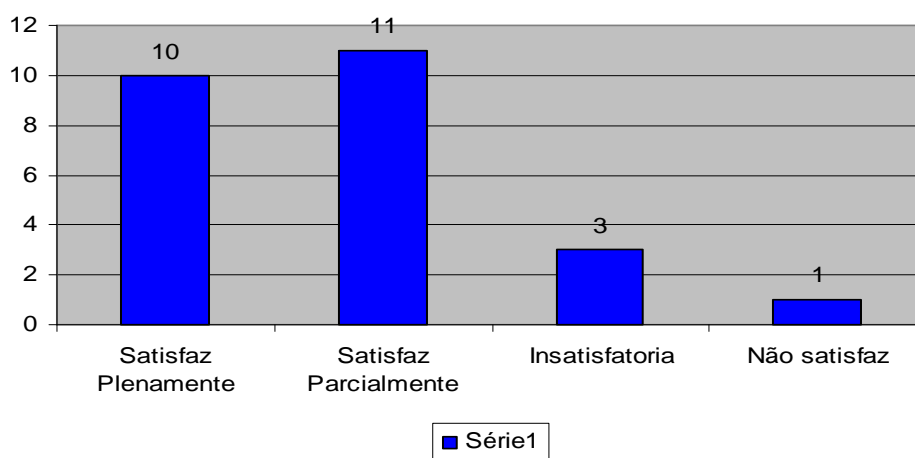


GRÁFICO 11: A influência da Energia Solar para as plantas (pós-teste)

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados da pesquisa.

Observa-se através do gráfico que 10 alunos conseguiram atingir plenamente o objetivo esperado, 11 alunos atingiram parcialmente, 3 alunos tiveram um resultado insatisfatório e 1 aluno estudante não respondeu a questão.

- Através dos dados obtidos em relação à pergunta de número quatro do pós-teste, tem-se:

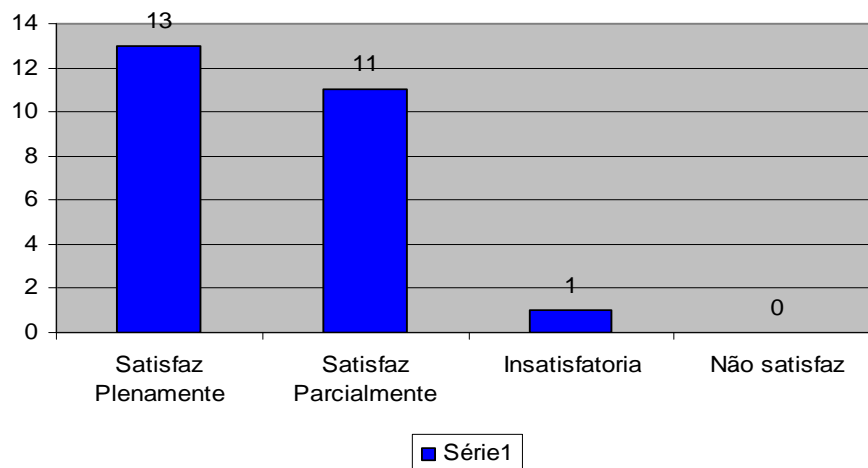


GRÁFICO 12: Fontes de Energia utilizadas para substituir os derivados do petróleo (pós-teste)

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados da pesquisa.

Observa-se que 13 alunos conseguiram atingir plenamente o objetivo esperado, 11 alunos atingiram parcialmente, 1 aluno teve o resultado insatisfatório e nenhum estudante não respondeu a questão.

- De acordo com os dados obtidos referentes à quinta pergunta do pós-teste, tem-se:

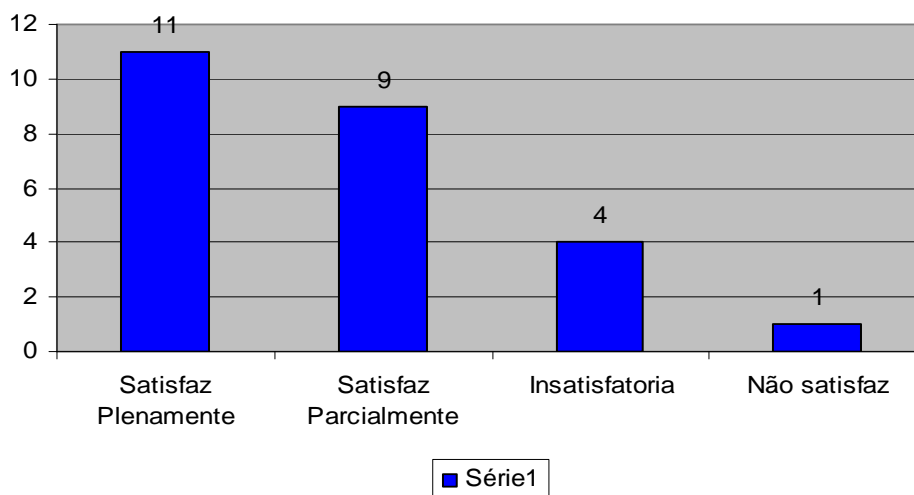


GRÁFICO 13: As vantagens e desvantagens da Energia Nuclear (pós-teste)

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados da pesquisa

Pode-se observar que 11 alunos conseguiram atingir plenamente o objetivo esperado, 9 alunos atingiram parcialmente, 4 alunos tiveram um resultado insatisfatório e 1 aluno não respondeu a questão.

- Em relação aos dados obtidos referentes à sexta pergunta do pós-teste, tem-se:

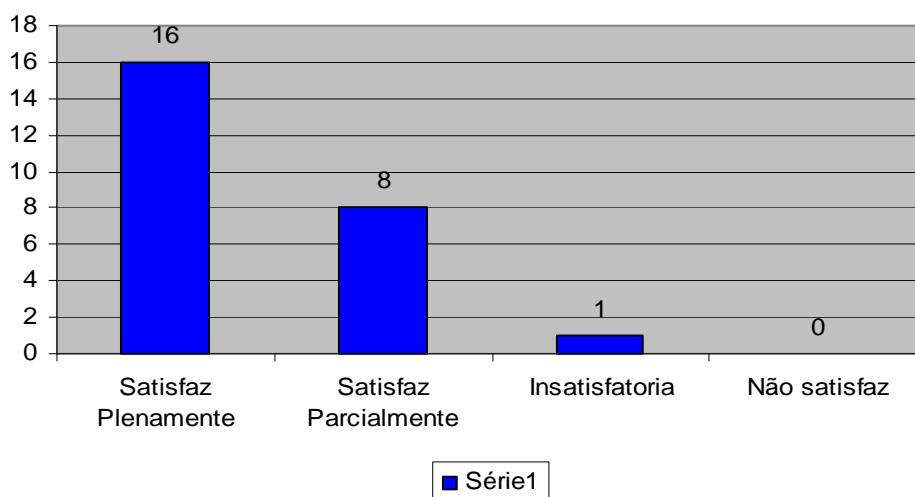


GRÁFICO 14: A Energia proveniente dos alimentos (pós-teste)

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados da pesquisa

Observa-se que 16 alunos conseguiram atingir plenamente o objetivo esperado, 8 alunos atingiram parcialmente, 1 aluno teve um resultado insatisfatório e nenhum estudante não respondeu a questão.

- Através dos dados obtidos em relação à questão de número sete do pós-teste, tem-se:

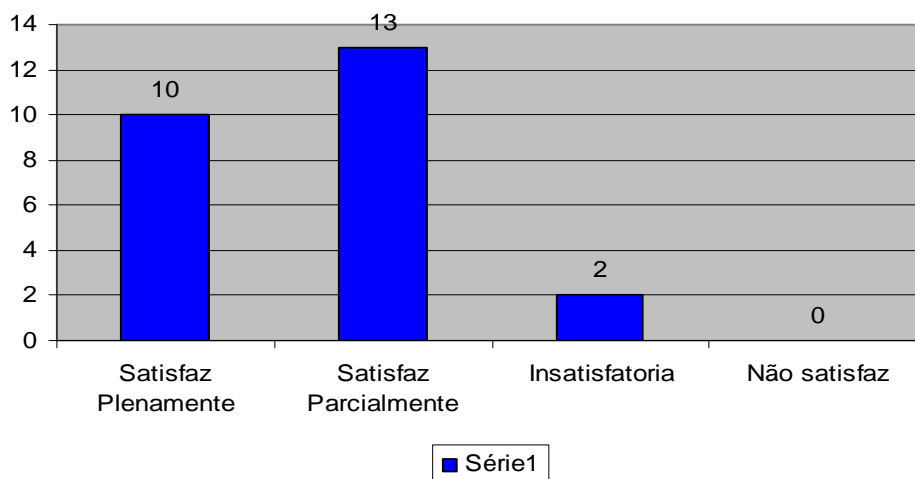


GRÁFICO 15: Energia Potencial se transformando em Energia Cinética (pós-teste)

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados da pesquisa.

Observa-se que 10 alunos conseguiram atingir plenamente o objetivo esperado, 13 alunos atingiram parcialmente, 2 alunos tiveram um resultado insatisfatório e nenhum estudante não respondeu a questão.

- De acordo com os dados obtidos em relação à oitava pergunta do pós-teste, tem-se:

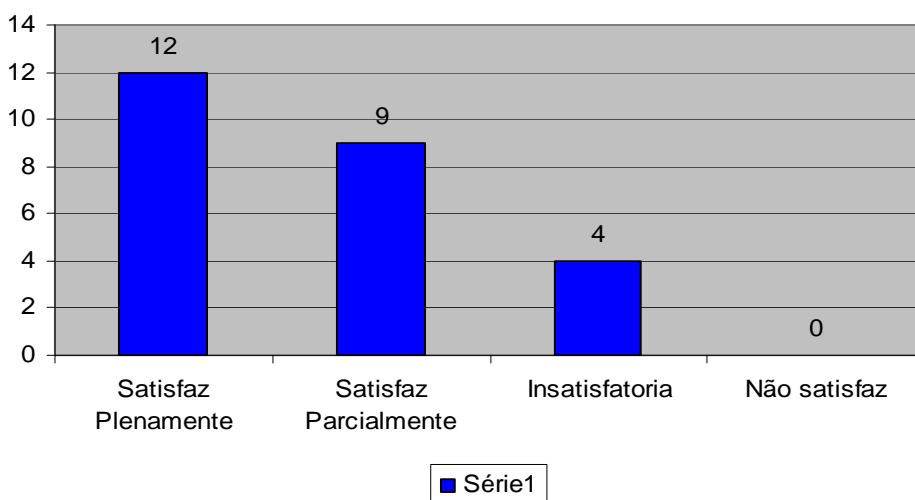


GRÁFICO 16: Transformações de Energia (pós-teste)

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados da pesquisa.

Observa-se que 12 alunos conseguiram atingir plenamente o objetivo esperado, 9 alunos atingiram parcialmente, 4 alunos tiveram um resultado insatisfatório e não houve estudante que não respondesse a questão.

5.3 COMPARAÇÃO DOS DADOS DO PRÉ-TESTE COM O PÓS-TESTE

Durante toda a comparação dos dados do pré-teste com o pós-teste, utiliza-se a seguinte legenda para os gráficos: colunas que atendem pela cor azul – representam os dados do pré-teste, colunas que atendem pela cor rosa – representam os dados referentes ao pós-teste.

- Comparando a primeira questão, tem-se:

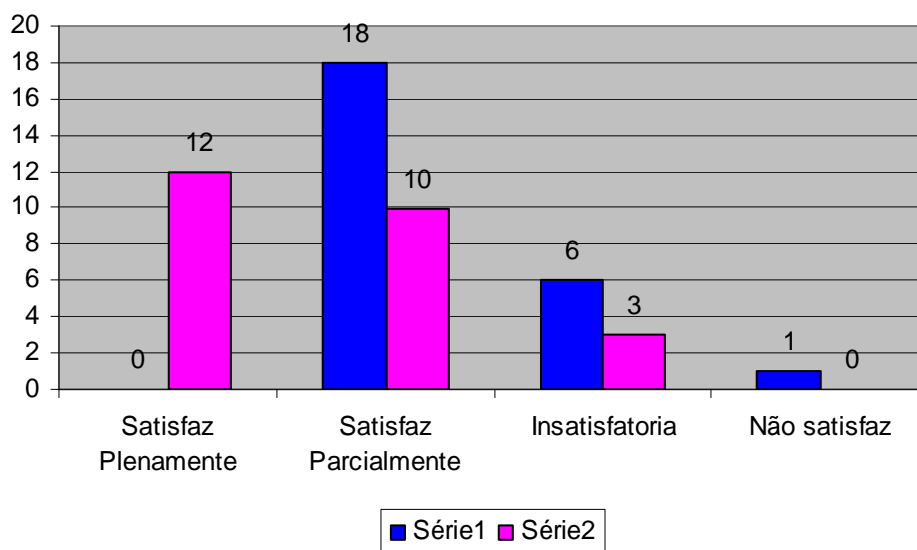


GRÁFICO 17: O que é Energia? (Comparação)

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados de pesquisa.

De acordo com os dados obtidos no pré-teste e no pós-teste, percebe-se um resultado significativo e satisfatório através da análise

dessa primeira questão. Em relação à primeira categoria, observa-se que de 0 alunos passa para 12 alunos que tiveram suas respostas plenamente satisfatórias. A segunda categoria mostra-nos que de 18 alunos passa para 10 alunos que satisfizeram parcialmente. O índice de resultado insatisfatório, teve uma queda de 6 para 3 e a categoria “Não Satisfaz” teve uma queda de 1 para 0.

- Comparando a segunda questão, tem-se:

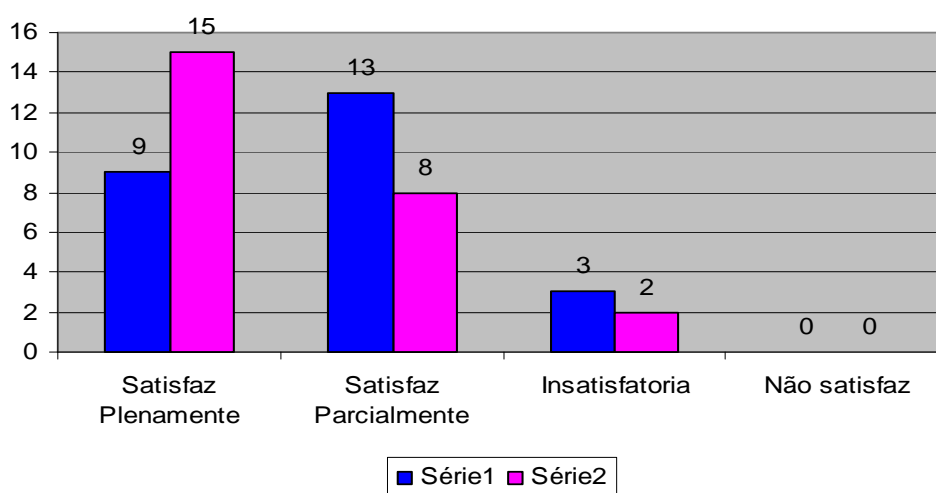


GRÁFICO 18: Relacionando Energia a objetos e situações (comparação).

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados de pesquisa.

Em relação à primeira categoria, observa-se que de 9 alunos passa para 15 alunos que tiveram suas respostas plenamente satisfatórias. A segunda categoria mostra-nos que de 13 alunos passa para 8 alunos que satisfizeram parcialmente. O índice de resultado insatisfatório, teve uma queda de 3 para 2 e a categoria “Não Satisfaz” permaneceu com a mesma quantia.

- Comparando a terceira questão, tem-se:

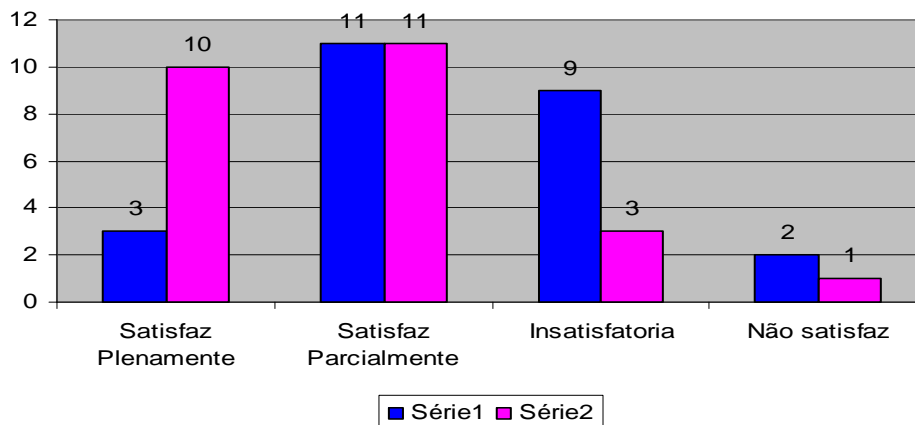


GRÁFICO 19: A influência da Energia Solar sobre as plantas (comparação)

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados de pesquisa.

Em relação à primeira categoria, observa-se que de 3 alunos passa para 10 alunos que tiveram suas respostas plenamente satisfatórias. A segunda categoria mostra-nos que os 11 alunos que satisfizeram parcialmente permanecem iguais. O índice de resultado insatisfatório, teve uma queda de 9 para 3 e a categoria “Não Satisfaz” teve uma queda de 2 para 1.

- Comparando a quarta questão, tem-se:

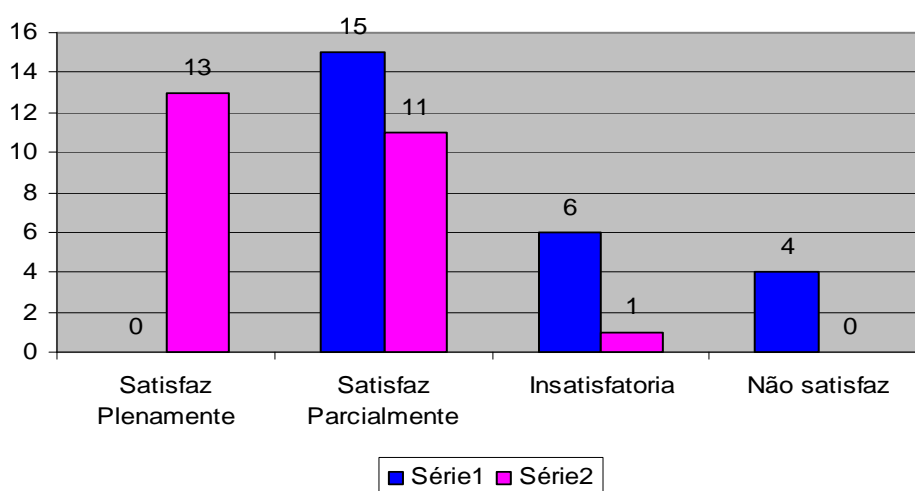


GRÁFICO 20: Fontes de Energia utilizadas para substituir os derivados do petróleo (comparação).

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados de pesquisa.

De acordo com a primeira categoria, observa-se que de 0 alunos passa para 13 alunos que tiveram suas respostas plenamente satisfatórias. A segunda categoria mostra-nos que de 15 alunos passa para 11 alunos que satisfizeram parcialmente. O índice de resultado insatisfatório, teve uma queda de 6 para 1 e a categoria “Não Satisfaz” teve uma queda de 4 para 0.

- Comparando a quinta questão, tem-se:

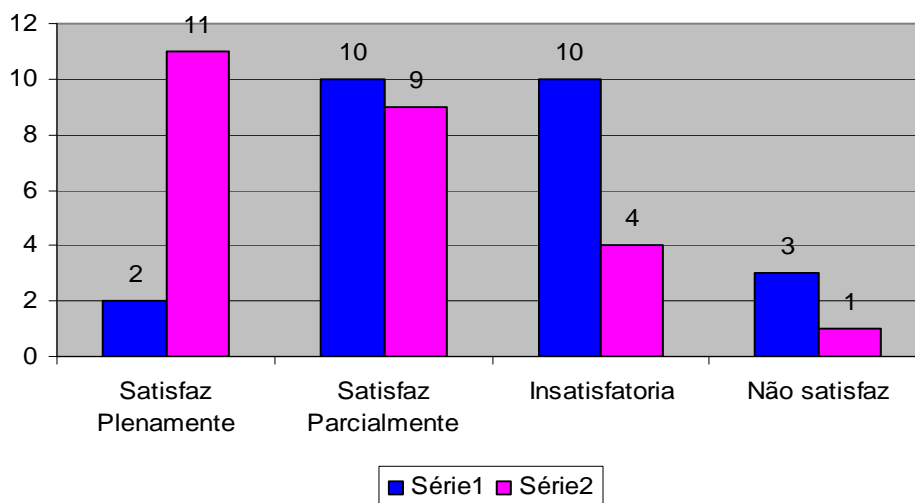


GRÁFICO 21: As vantagens e desvantagens da Energia Nuclear (comparação)

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados de pesquisa.

Em relação à primeira categoria, observa-se que de 2 alunos passa para 11 alunos que tiveram suas respostas plenamente satisfatórias. A segunda categoria mostra-nos que de 10 alunos passa para 9 alunos que satisfizeram parcialmente. O índice de resultado insatisfatório, teve uma queda de 10 para 4 e a categoria “Não Satisfaz” teve uma queda de 3 para 1.

- Comparando a sexta questão, tem-se:

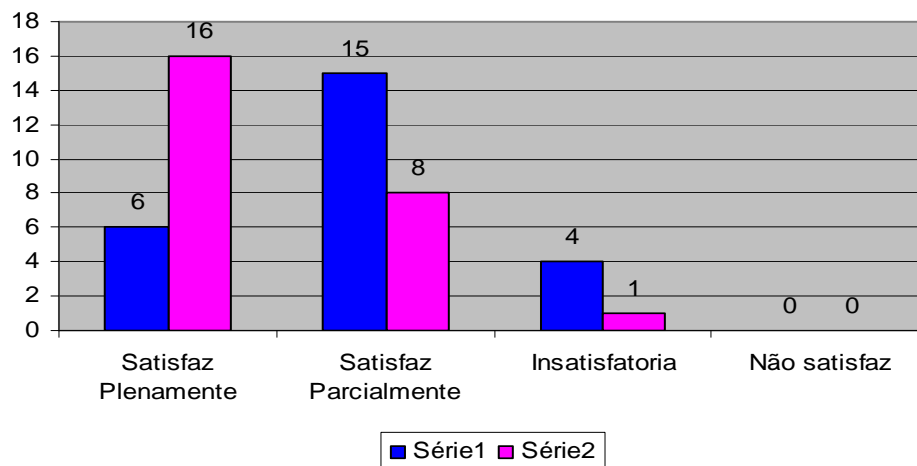


GRÁFICO 22: A Energia proveniente dos alimentos (comparação)

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados de pesquisa.

De acordo com a primeira categoria, observa-se que de 6 alunos passa para 16 alunos que tiveram suas respostas plenamente satisfatórias. A segunda categoria mostra-nos que de 15 alunos passa para 8 alunos que satisfizeram parcialmente. O índice de resultado insatisfatório, teve uma queda de 4 para 1 e a categoria “Não Satisfaz” permaneceu com 0 alunos.

- Comparando a sétima questão, tem-se:

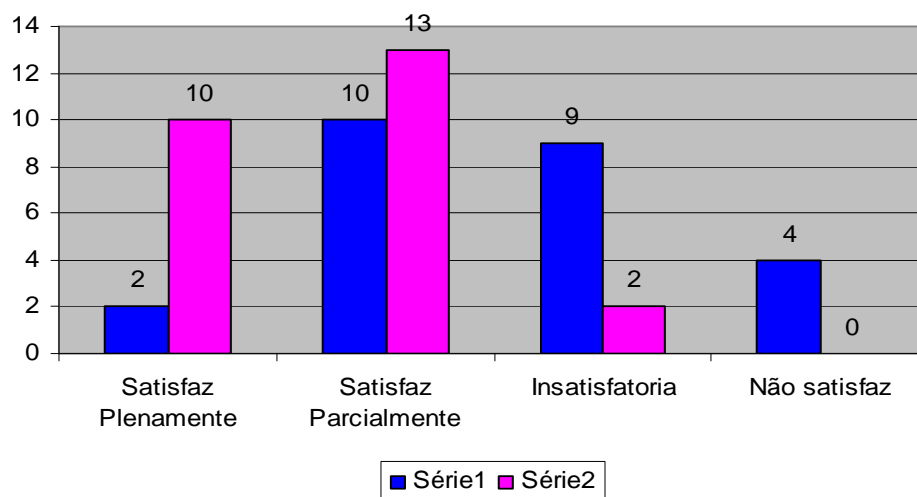


GRÁFICO 23: Energia Potencial se transformando em Energia Cinética (comparação).

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados de pesquisa.

De acordo com a primeira categoria, observa-se que de 2 alunos passa para 10 alunos que tiveram suas respostas plenamente satisfatórias. A segunda categoria mostra-nos que de 10 alunos passa para 13 alunos que satisfizeram parcialmente. O índice de resultado insatisfatório, teve uma queda de 9 para 2 e a categoria “Não Satisfaz” teve uma queda de 4 para 0 alunos.

- Comparando a oitava questão, tem-se:

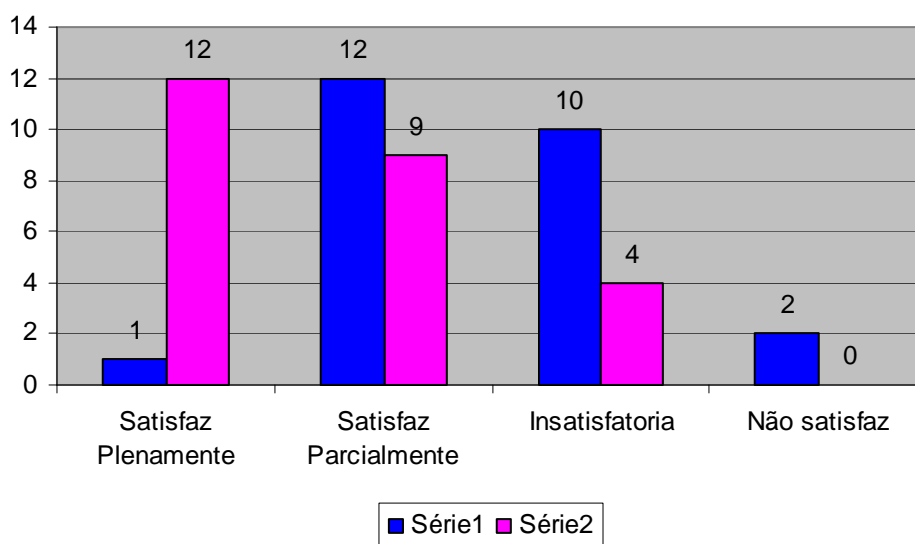


GRÁFICO 24: Transformações de Energia (comparação)

FONTE: Gráfico construído a partir dos dados de pesquisa.

Em relação à primeira categoria, observa-se que de 1 aluno passa para 12 alunos que tiveram suas respostas plenamente satisfatórias. A segunda categoria mostra-nos que de 12 alunos passa para 9 alunos que satisfizeram parcialmente. O índice de resultado insatisfatório, teve uma queda de 10 para 4 e a categoria “Não Satisfaz” teve uma queda de 2 para 0.

6 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi investigar e analisar as concepções dos estudantes sobre o tema Energia.

Verificou-se que inicialmente os mesmos não possuíam informações consistentes para a interpretação e explicação das situações a eles apresentadas, ocasionando assim em um resultado não muito satisfatório da primeira aplicação do teste. Porém, é necessário ressaltar que o conceito de Energia não é de todo novo para a turma, pois este termo encontra-se presente em suas falas cotidianas e é também um tópico contido nos currículos da disciplina de Ciências desde o 6º ano do ensino fundamental. Acredita-se que estes resultados iniciais sejam justificáveis, pois a forma como cada estudante conceitualiza a situação depende de como ele a percebe e se ela lhe é familiar ou não, dependendo assim de seus conhecimentos anteriores, os chamados “conhecimentos prévios”. Ausubel defende a tese de que o fator isolado que mais influencia na aprendizagem seja aquilo que o aluno já sabe.

Em um segundo momento foi aplicada a seqüência didática, onde a cada aula ministrada o conhecimento assimilado pelos estudantes crescia. As dúvidas encontradas eram solucionadas e a cada descoberta nova, o interesse aumentava. A aprendizagem então torna-se significativa, pois envolve a interação de uma nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, ou seja, a nova informação ancora-se aos conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Para finalizar foi feita uma segunda aplicação do teste, esta com o intuito de analisar o que os alunos adquiriram de conhecimento após a realização de toda a seqüência didática. Nota-se um nível bem mais elevado nas respostas dadas pelos estudantes, obtendo assim um resultado satisfatório.

Conclui-se que, a seqüência didática elaborada para a presente pesquisa se mostrou satisfatória ao aprendizado do tema Energia, aumentando o nível de conhecimento dos alunos e a capacidade crítica de cada um. Estes estudantes estão aptos para participar de qualquer discussão sobre o tema.

REFERÊNCIAS

BLISS, J.; OGBORN, J. Children's choices of uses of energy. **European Journal of Science Education**, v. 7, n. 2, p. 195-203, 1985.

BORGES, A. T. Como evoluem os modelos mentais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n.1, p. 85-125, 1999.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BUNGE, M. Energy: Between physics and metaphysics. **Science & Education**, v. 9, p. 457-461, 2000.

CARVALHO, A. M. P. de... [et al.]. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.

DRIVER, R. et al. **Making sense of secondary science Research into children's ideas**. New York: Routledge, 1994.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de Metodologia**. 4. ed., São Paulo: Saraiva, 2003.

GILBERT, J. K.; POPE, M. Small group discussions about conceptions in science: a case study. **Research in Science and Technological Education**, v. 4, p. 61-76, 1986.

MOREIRA, Marco Antonio. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. In: _____. (Org.) **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MORTIMER, E.F. (1996) *Evolução do Atomismo em Sala de Aula: Mudança de Perfis Conceituais*. Tese de Doutorado, São Paulo.

SOUZA FILHO, O. M. **Evolução da idéia de conservação da energia: um exemplo de história da ciência no ensino de física**. São Paulo, 1987. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – Modalidade em Física). Instituto de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

TERRAZZAN, E. A. **A Conceituação não-convencional de energia no pensamento dos estudantes**. São Paulo. 1985. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências - Modalidade Física e Química). Universidade de São Paulo, 1985.

THIOLLENT, M. *Metodologia da Pesquisa-ação*. 14ª edição. São Paulo: Cortez Editora, 2005.

TRUMPER, R. The need for change in elementary school teacher training: the case of the energy concept is an example. **Educational Research**, v.39, n.2, p.157-174, 1997.

WATTS, D. M. Some alternative views of energy. **Physics Education**, v. 18, p. 213 – 216, 1983.

WATTS, D. M.; GILBERT, J. K. **Appraising the understanding of science concepts: energy**. Guildford: University of Surrey, 1985.

ANEXOS

Anexo I

Pré- teste

- 1) Em sua opinião, o que é Energia?
- 2) Das coisas que estão a sua volta, quais em sua opinião estão diretamente relacionadas com Energia?
- 3) “Luz do sol/Que a folha traga e traduz/Em verde novo em folha/Em graça, em vida, em força, em luz...”

Este trecho foi retirado da música “Luz do Sol”, de Caetano Veloso. De acordo com os conhecimentos que você tem sobre Energia, como você explica esse fenômeno.

- 4) Sobre o petróleo:
Identifique outras fontes de Energia que você conhece que podem ser usadas em automóveis para substituir derivados do petróleo, como a gasolina e o óleo diesel.
- 5) O debate em torno do uso da energia nuclear para produção de eletricidade permanece atual. Em um encontro internacional para a discussão desse tema, foram colocados os seguintes argumentos:

I. Uma grande vantagem das usinas nucleares é o fato de não contribuírem para o aumento do efeito estufa, uma vez que o urânio, utilizado como “combustível”, não é queimado mas sofre fissão.

II. Ainda que sejam raros os acidentes com usinas nucleares, seus efeitos podem ser tão graves que essa alternativa de geração de eletricidade não nos permite ficar tranquilos.

A respeito desses argumentos, indique se estão corretos ou não. Justifique sua resposta.

- 6) Nescau, energia que dá gosto, um copo de leite com Nescau nos fornece 200 Kcal, que é suficiente para meia hora de um esporte de resistência, como a corrida. Com suas palavras, diga o que você entendeu desse texto retirado da embalagem de uma lata de Nescau.
- 7) Um tijolo fixado na parede externa do vigésimo andar de um prédio tem Energia potencial gravitacional em relação ao solo. O que aconteceria em termos de Energia se ele se desprendesse da parede?
- 8) Quais as transformações de Energia que você mais vê em seu dia-a-dia?

Anexo II

O que é Energia?

Anibal Figueiredo e Maurício Pietrocola

Qual o seu nome?

As pessoas me chamam de Energia.

Quer dizer que esse não é seu nome?

Na verdade não tenho nome próprio. As pessoas me chamam como acham melhor. Até com nomes mais longos, como *energia elétrica*, *energia mecânica* ou, ainda, *energia solar*.

Então, além do nome, você também é chamada pelo sobrenome?

É mais ou menos isso...

Mais ou menos? Esses complementos ao seu nome não são sobrenomes?

É que, ao dizer “sobrenomes”, você poderia pensar em um grupo de “indivíduos” que se divide em famílias, como ocorre com as pessoas. Mas, na verdade, sou uma única entidade.

Isso está começando a se complicar! Logo agora que estava achando nossa conversa interessante. Você não poderia ser mais explícita e dizer, afinal, quem é você.

O problema está justamente aí. Eu até poderia enunciar uma definição sobre o que sou... mas não acredito que isso torne as coisas mais fáceis. Vou tentar explicar de outra forma. As pessoas vivem falando a meu respeito. Você já deve ter ouvido ou falado algo do tipo: “Precisarei de energia para enfrentar o dia de hoje”, “Tive uma semana dura e estou sem energia para passear”, “Vou tomar algo energético antes da partida de futebol”.

É verdade... Eu mesmo já disse frases como essas! Quer dizer que estava falando de você?

Estava, sim.

Em que outras situações você é mencionada?

Vou dar como exemplo frases encontradas em jornais, notícias de televisão etc. Veja: “O aumento da venda de eletrodomésticos está levando o sistema

energético do Brasil ao colapso”, “Reajuste nas tarifas de energia elétrica tem impacto negativo nos índices de inflação”, “Cada vez mais a energia consumida na Europa vem de usinas nucleares”, “O Sol é nossa grande fonte de energia”, “É preciso buscar fontes alternativas de energia não poluentes”.

Pelo visto você é muito importante...

Sem dúvida. A sociedade moderna depende muito de mim. E essa dependência é tão grande que muitas transformações ocorreram devido às dificuldades em me obter. No Brasil, por exemplo, o aumento do preço do petróleo ocorrido nos anos 70 gerou uma grave crise econômica. Hoje, governos de todo o mundo se preocupam em desenvolver meios de me obter em abundância e a preços razoáveis. (1)

Por que tanta importância?

É que sou relacionada à capacidade de realização de tarefas. Quando alguém diz levantar-se da cama com energia, na verdade está dizendo estar pronto para um dia repleto de atividades. Ao procurar um alimento energético, está se preparando para uma tarefa difícil. Já o aumento na venda de eletrodomésticos, que são aparelhos que realizam tarefas para as pessoas, vai requerer mais energia das usinas. Em todos esses exemplos o que está em jogo é a relação entre mim (Energia) e as tarefas a serem realizadas.

Então você realiza tarefas?

Digamos que seja quase isso. Não realizo tarefas. Quem faz isso são os corpos – como a enceradeira, o liquidificador, a bomba de água, os animais e os próprios seres humanos. Sou apenas uma forma de indicar a possibilidade de isso acontecer.

Parece complicado...

Não se preocupe em, nesse momento, encontrar uma definição definitiva sobre o que sou. Isso ficará mais claro depois que analisar outras situações em que tomo parte.

Vou seguir seu conselho. Afinal, com tantas pessoas referindo-se a você no dia-a-dia, com o tempo vou acabar entendendo-a melhor.

Mas tome cuidado! Nem sempre as pessoas se referem a mim de forma correta. Por ser popular, sou usada para exprimir as mais variadas situações. Às vezes, as pessoas exageram e me utilizam para explicar até o que elas ainda não conhecem bem. (2)

Como assim?

Você já ouviu falar do “poder curativo das pedras”?

Acho que li algo a respeito...

Embora nem todos acreditem nisso, os que defendem essa propriedade das pedras procuram justificá-la dizendo que elas possuem *energia - energia mineral*. O mesmo ocorre com aqueles que acreditam na existência da telepatia, assegurando que as pessoas podem enviar e receber mensagens sem o uso da palavra: apenas a força da mente. Dizem que isso acontece através da energia. Apesar de ficar lisonjeada em ser citada nesses casos, estou certa de que as pessoas dizem isso sem saber o que realmente ocorre nesses processos.

Mas você está ou não metida nisso tudo?

Não posso responder a esse tipo de pergunta.

Por quê? Você não sabe?

É que existe uma espécie de “jogo” estabelecido entre mim e as pessoas, principalmente entre as que se interessam pela Ciência. É como um esconde-esconde. Cabe às pessoas dizerem se participo ou não de determinada situação.

Assim fica difícil... Como jogar esse jogo se nem sei por onde começar?!**Como encontrá-la, se mal nos conhecemos?**

Espero que, depois de me estudar, você saiba quem sou e como encontrar-me nos diversos fenômenos em que tomo parte.

Será que vou conseguir aprender isso tudo?

Claro que sim! Afinal você já me conhece um pouquinho. Lembre-se das frases que dei como exemplo.

Mas você não disse que algumas vezes é “utilizada” de forma errada?

É verdade. Mas basta você precisar seus conhecimentos, separando o que é bom dos excessos.

Certo. Explique-me, então, aquela história sobre seus sobrenomes.

Vejamos. Os sobrenomes servem para dividir as pessoas em famílias, correto?

Sim.

Isso que dizer que as pessoas podem ser diferenciadas pelo sobrenome. Por exemplo, a “Cristina Assis”, não é a mesma pessoa que a “Cristina Portela” apenas por chamar-se Cristina, não é verdade?

Correto.

Se acontecesse a mesma coisa comigo, deveríamos admitir que *energia mecânica* e *energia elétrica* seriam entidades de famílias diferentes por terem sobrenomes diferentes, não é verdade?

É. Acho que os sobrenomes foram introduzidos por isso, para que não confundíssemos as pessoas. No seu caso não ocorre o mesmo?

Não. O complemento do meu nome serve apenas para designar como me apresento num determinado momento. Vou tentar deixar mais claro. Imagine que eu seja um folião de carnaval que troca a fantasia para ir a cada festa de que participa ou, melhor ainda, um agente secreto com inúmeros disfarces.

Então, quando dizemos energia fulano, energia sicrano, estamos falando da mesma coisa?

Isso mesmo! Apesar de eu não ser uma coisa, mas uma entidade física, a idéia é essa.

Agora estou entendendo por que mencionou o esconde-esconde! Quer dizer que, nesse jogo, cabe às pessoas descobrirem seu disfarce?

Exatamente. Tenho jogado esse jogo com os homens da Ciência durante muitos anos e consegui manter-me incógnita por um longo tempo. Na metade do século XIX minha existência foi proposta de forma clara por Helmholtz, um cientista germânico. Todavia, desde o século XVII já havia indícios da minha existência. (3)

Quer dizer que, hoje, os cientistas conhecem todos os seus disfarces?

Claro que não! Os cientistas vêm descobrindo vários de meus disfarces, mas ainda reservo surpresas para eles... (4)

Você poderia citar um disfarce importante descoberto recentemente?

Sem dúvida! No início deste século, travei uma grande partida com diversos cientistas que trabalhavam com as propriedades da luz. Consegui me esconder durante um bom tempo até ser flagrada por Einstein, em 1905. Ele mostrou que eu podia me disfarçar como *matéria*, ou melhor, que a *matéria* nada mais era que uma forma de energia. Engenhoso, não acha?

Sem dúvida! Então você quase enganou Einstein?! Puxa, você deve ser um agente secreto e tanto...

Você me subestimou?!

Lógico que não! Mas o Einstein é muito famoso.

E você acha que ele ficou famoso por quê?

Como Einstein percebeu esse disfarce tão engenhoso?

Ele era muito perspicaz e contou com trabalhos de outros cientistas, que lhe serviram de base. (5)

Legal! Achei emocionante essa história de agente secreto, disfarces etc.

Mas posso fazer uma pergunta bem íntima?

Claro! Já somos amigos.

Aqui entre nós, quem é você de verdade, sem disfarces?

Não me leve a mal, mas é impossível dizer isso numa frase. Não que eu não queira tentar explicar... É que acabaria dando uma definição e isso não o ajudaria muito no momento. A melhor maneira seria participar comigo do jogo de esconde-esconde e você mesmo construir uma idéia a meu respeito.

Poxa, pensei que fôssemos amigos!

E somos. Mas se contar o que me pede, estaria privando-o de um dos maiores prazeres de fazer Ciência: exercitar a capacidade imaginativa. Os cientistas já aprenderam isso. Eles me conceberam há algum tempo para dar sentido aos fenômenos da natureza. Tente fazer isso, dar sentido aos fenômenos através de mim. Tenho certeza de que sentirá muito prazer nisso e conseguirá penetrar em minha essência. (6)

Legal, mas... Ei! Espere aí! Aonde você vai?

Oh! Parece que a Energia se foi da maneira que mais gosta. Disfarçando-se. Pediu desculpas, mas tinha de seguir sua natureza e partir... disfarçada. Mas não se preocupe, ela reaparecerá várias vezes ao longo de nosso estudo⁵⁸. Porém, devemos ficar preparados para descobri-la nas mais variadas situações.

Anexo III

Música: Luz do Sol

Caetano Veloso

Luz do sol
Que a folha traga e traduz
Em ver denovo
Em folha, em graça
Em vida, em força, em luz...
Céu azul
Que venha até
Onde os pés
Tocam a terra
E a terra inspira
E exala seus azuis...
Reza, reza o rio
Córrego pro rio
Rio pro mar
Reza correnteza
Roça a beira
A doura areia...
Marcha um homem
Sobre o chão
Leva no coração
Uma ferida acesa
Dono do sim e do não
Diante da visão
Da infinita beleza...
Finda por ferir com a mão
Essa delicadeza
A coisa mais querida
A glória, da vida...

Luz do sol
Que a folha traga e traduz
Em ver de novo
Em folha, em graça
Em vida, em força, em luz...
Reza, reza o rio
Córrego pro rio
Rio pro mar
Reza correnteza
Roça a beira
A doura areia...
Marcha um homem
Sobre o chão
Leva no coração
Uma ferida acesa
Dono do sim e do não
Diante da visão
Da infinita beleza...
Finda por ferir com a mão
Essa delicadeza
A coisa mais querida
A glória, da vida...
Luz do sol
Que a folha traga e traduz
Em ver de novo
Em folha, em graça
Em vida, em força, em luz...

Anexo IV

1859: indo ao fundo do poço

Em 1859, uma equipe liderada pelo ferroviário norte-americano Edwin L. Drake (1819-1880) perfurou o primeiro poço de petróleo na Pensilvânia, Estados Unidos. O poço, com cerca de 20 metros de profundidade, inaugurou a chamada “era do petróleo”, uma das mais valiosas mercadorias do comércio internacional. Principalmente a partir do século XX, o petróleo tornou-se uma abundante fonte de energia que impulsionou o mundo moderno.

Anexo V

Energia eólica avançada no mundo

A utilização da energia eólica para a geração de energia elétrica, em escala comercial, teve início há pouco mais de trinta anos. Atualmente, existem cerca de 30 mil turbinas eólicas de grande porte em funcionamento em todo o mundo e, ano a ano, a instalação dessas turbinas vem aumentando cada vez mais.

Na Dinamarca, a contribuição da energia eólica é de aproximadamente 18% da energia elétrica total produzida. No norte da Alemanha, a contribuição eólica já passou de 20%. A União Europeia tem como meta gerar 10% de toda a eletricidade a partir do vento até 2030.

O Brasil apresenta um imenso potencial eólico, ainda pouco explorado, principalmente no litoral de estados como o Ceará, o Rio Grande do Norte e o Rio Grande do Sul. Nessas regiões há ventos com velocidade de até 10 ou 11 metros por segundo, muito mais que os 6 metros por segundo que viabilizaram a energia eólica na Alemanha.

Anexo VI

Chernobyl: 20 anos depois

No dia 26 de abril de 1986 ocorreu o maior acidente nuclear da história: a explosão do reator nuclear da usina de Chernobyl, na Ucrânia (uma das republicas que constituíam a antiga União Soviética). O material radioativo liberado foi espalhado pelos ventos pela Europa ocidental. Na época, proibiu-se o consumo de alimentos diversos (leite, legumes, peixes, cogumelos, frutas silvestres) não apenas na área afetada, mas também em países vizinhos, como a Polônia e a Itália.

Ainda não se sabe oficialmente quantas mortes o acidente provocou, mas um levantamento feito em 2005 pela Organização Mundial da Saúde (OMS) estimou que, em duas décadas, cerca de 9 mil pessoas morreram vítimas de doenças como câncer, provocadas pela radiação.

Chernobyl também é um símbolo de como a indústria nuclear aprendeu com os erros. Se lá para cá, entre outras medidas de segurança, foram projetadas reatores mais seguros, com sistemas para evitar falhas humanas e com camadas mais grossas de concreto para conter possíveis vazamentos.

Mas apesar desses avanços tecnológicos, o tempo foi incapaz de apagar a lembrança da usina ucraniana. Chernobyl ainda é a principal referência quando se pensar no futuro da energia nuclear.

Anexo VII

Nescau Energia que dá gosto

Anexo VIII

Álcool e biodiesel: fontes alternativas de energia

Crescimento das vendas de carros bicombustíveis (que podem ser abastecidos de álcool ou de gasolina) e interesse mundial por fontes alternativas de energia mais baratas e menos poluentes que o petróleo – esses dois fatores favoreceram os investimentos na produção de álcool no Brasil. Tanto que o álcool etílico é uma das maiores esperanças econômicas para as próximas décadas.

Os Estados Unidos produzem álcool do milho, mas ainda não o utilizam em larga escala. No Brasil, o álcool etílico é produzido do açúcar extraído da cana-de-açúcar.

Nosso país já é líder mundial na produção de álcool obtido da cana-de-açúcar. Para isso, detém alguns grandes trunfos como: área suficiente para o plantio de cana-de-açúcar; agricultura moderna e competitiva; e tradição na produção de açúcar e álcool.

Em 1º de janeiro de 2008, entrou em vigor uma lei que determina que todo o óleo diesel (obtido do petróleo) vendido no país tenha 2% de biodiesel em sua composição, o que constitui um novo marco para o Brasil no tocante ao uso de fontes alternativas de energia. Podendo ser obtido de óleos vegetais diversos, o biodiesel também representa grande esperança econômica para as próximas décadas.

Mas o chamado B2, mistura de 2% de biodiesel e 98% de diesel comum, deverá ter vida curta. Isso porque a meta projetada pelo governo federal de adição de biodiesel, nos próximos anos, é de 5%, com o produto ao qual se convencionou chamar B5.

Anexo IX



pe0067489 fotosearch.com

Guardando o livro

ANEXO X

Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira – São Paulo