

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

ROSANGELA FERREIRA PRESTES

**ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DO EDUCAR PELA PESQUISA NO ESTUDO
DAS FONTES DE ENERGIA**

Porto Alegre

2008

ROSANGELA FERREIRA PRESTES

**ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DO EDUCAR PELA PESQUISA NO ESTUDO
DAS FONTES DE ENERGIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dra. Ana Maria Marques da Silva

PORTO ALEGRE

2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P936a Prestes, Rosangela Ferreira
Análise das contribuições do educar pela pesquisa
no estudo das fontes de energia / Rosangela Ferreira
Prestes. Porto Alegre, 2008.
138f.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Física,
Pós-Graduação em Educação em Ciências e
Matemática, PUCRS, 2008.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Maria Marques da
Silva.

1. Educar pela Pesquisa. 2. Ilhas Interdisciplinares
de Racionalidade. 3. Ciência-Tecnologia-Sociedade-
Ambiente. 4. Ensino de Física. 5. Energia. 6. Fontes
de Energia. I. Silva, Ana Maria Marques da. II. Título.

CDD 372.35

Bibliotecária Responsável

Isabel Merlo Crespo
CRB 10/1201

ROSANGELA FERREIRA PRESTES

**ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DO EDUCAR PELA PESQUISA NO
ESTUDO DAS FONTES DE ENERGIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Aprovada em 27 de março de 2008, pela Banca Examinadora.

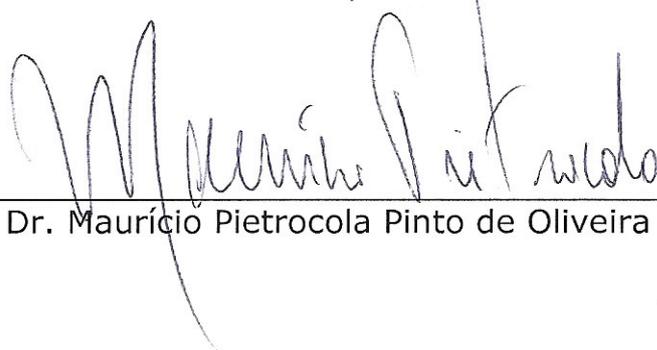
BANCA EXAMINADORA:



Dra. Ana Maria Marques da Silva (Orientadora - PUCRS)



Dr. Roque Moraes



Dr. Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira (USP)

**Dedico este trabalho as pessoas que me apoiaram,
incentivaram o meu crescimento profissional
e estiveram sempre presente
compartilhando este sonho:**

**À minha família e ao amor da minha vida - Ilmo Seffrin
(meu Nico)**

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares, meus pais, Nelsa Prestes e Onírio Prestes (in memórian), por estar aqui, e aos meus irmãos, Roselene, Roseléia e Onírio Junior, pelo apoio, carinho e incentivo em todos os momentos vivenciados durante a realização do mestrado, pois sempre acreditaram em mim e na profissão que escolhi.

Ao meu companheiro de todas as horas, Ilmo Vicente Seffrin, por estar junto comigo nas horas de alegrias e de angústias. Por ter me incentivado a acreditar mais em meus sonhos e a ter persistência e coragem em busca dos meus objetivos.

A minha orientadora, Professora Dra. Ana Maria Marques da Silva, agradeço de forma especial, pela sua brilhante orientação, dedicação, incentivo, paciência, pelo acompanhamento competente e exigente, pelo olhar crítico em minhas construções, mas que muito me influenciaram e foram essenciais nesta etapa de minha formação.

Aos professores do EDUCEM, que de maneira dinâmica me fizeram refletir sobre a função de ser uma educadora e também a aprender a criticar e ser criticada, construir e reconstruir meus conhecimentos e principalmente continuar acreditando que ser educador é estar em constante aprendizado.

Aos colegas do mestrado pela amizade e incentivo, pelas leituras dialogadas, pelas críticas, alegrias, parcerias nos estudos, enfim, por todos os momentos que vivenciamos juntos. Em especial a colega e amiga Suzana, que me incentivou a realizar este sonho.

Agradeço à direção das escolas na qual trabalho, a Escola Técnica Estadual Presidente Getúlio Vargas e ao Colégio Estadual Missões, pela compreensão, pelo carinho e que gentilmente viabilizaram a conciliação do trabalho na escola com o curso de mestrado.

A direção e aos colegas do Colégio Estadual Missões, que acreditaram e colaboraram com a minha pesquisa.

Aos alunos da turma 103 que participaram desta pesquisa, com dedicação durante a realização das atividades. O trabalho que juntos realizamos e que se consolida nesta dissertação.

Aos amigos, agradeço a compreensão em minha ausência, nos momentos alegres e às vezes nem tanto assim, mas tinham a certeza que estava em busca de meus ideais.

Agradeço também, a todos que colaboraram de alguma forma, ou que acreditaram em meu trabalho. Certamente são muitos, cujos nomes não os citarei, mas que merecem o igualmente o reconhecimento e gratidão. Os nomes citados correspondem às pessoas que acompanharam mais de perto a minha jornada.

A CAPES pela bolsa que recebi no segundo ano do mestrado.

A Professora Dra. Regina Maria Rabello Borges pelo convite para participar do projeto - Observatório da Educação "Museu Interativo - relações construtivas".

RESUMO

O objetivo desta dissertação é apresentar a análise de uma proposta de trabalho em sala de aula desenvolvida dentro dos pressupostos do educar pela pesquisa, que explora o tema fontes de energia, com enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). Esta investigação foi realizada no período de um trimestre letivo com uma turma de alunos da 1ª série do ensino médio em uma escola pública do interior do Estado do Rio Grande do Sul no turno diurno, na disciplina de Física, sob a coordenação da professora-pesquisadora. Utilizou-se como estratégia pedagógica e epistemológica a elaboração de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), conforme proposta por Gerard Fourez (1997). A IIR foi planejada e desenvolvida a partir de uma situação-problema, buscando estabelecer as relações CTSA na abordagem da temática de questões energéticas. Os dados foram coletados a partir das manifestações verbais dos alunos nas aulas, anotações da professora e relatos escritos dos diários dos alunos, utilizando a metodologia de análise textual discursiva (MORAES, 2003b). A interpretação dos dados levou à identificação dos três elementos do educar pela pesquisa (questionamento, argumentação e comunicação) ao longo de toda a construção da IIR em sala de aula, interagindo em um ciclo dialético permanente. O questionamento sistemático surgiu em todas as etapas do trabalho, sendo identificadas como categorias emergentes da análise deste elemento do educar pela pesquisa: a necessidade do desequilíbrio para a quebra da estabilidade; a negociação entre os componentes do grupo; e a complexificação dos conhecimentos dos alunos. A argumentação desenvolveu-se por meio da construção de novas hipóteses, da reunião de novos argumentos e da organização de argumentos na forma de produção escrita. A comunicação dos resultados apresentou dois aspectos distintos: a comunicação interna entre os membros dos pequenos grupos e a comunicação externa, que ocorreu na apresentação dos resultados na sala de aula. Concluímos que a construção da IIR possibilitou, por meio do diálogo, da problematização, da construção de argumentos e da sua validação coletiva, a criação de um processo cooperativo de investigação na sala de aula. O desenvolvimento individual e coletivo foi favorecido, contribuindo para a complexificação dos conhecimentos sobre as fontes de energia e seus múltiplos conceitos, assim como para o estabelecimento de relações CTSA.

Palavras chave: Educar pela Pesquisa. Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade. Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente. Ensino de Física. Energia. Fontes de Energia.

ABSTRACT

The aim of this dissertation is to present the analysis of a classroom practice proposal that explores the energy sources theme, with emphasis in Science-Technology-Society-Environment (STSE) approach, guided by education through research presuppositions. This investigation was developed during one trimester with one first grade high school class in a public school of a town of Rio Grande do Sul state. The project was coordinated by the instructor-researcher, and has occurred during day Physics classes. The construction of Interdisciplinary Rationality Island (IRI), as proposed by Gerard Fourez (1997), was utilized as the pedagogical and epistemological strategy. The IRI was planned and developed from a problem-situation, searching for STSE relations on the approaching of energy issues. The data was collected from students' verbal expressions in the classroom, teacher's notes and students' notes in their diaries, using discursive textual analysis methodology (MORAES, 2003b). The data interpretation have led to the identification of three elements of education through research (questioning, argumentation and communication), interacting in a permanent dialectic cycle along all the construction of the IRI. Systematic questioning has come out in all work steps, and the following emerging categories have been identified: need of disequilibrium for stability breaking; negotiation between group components, and knowledge complexification. Argumentation was developed building new hypothesis, joining new arguments, and organizing the arguments in a written production. The communication of results has presented two different aspects: the internal communication between small group members, and the external communication, when results are presented for the class. We have concluded that the IRI construction has allowed the creation of a collaborative investigation process in the classroom, by dialogue, problematization, argumentation construction and collective validation. Individual and collective development was improved, contributing for knowledge complexification about energy sources and their multiple concepts, as well as the STSE relations establishment.

Key-words: Education Through Research. Interdisciplinary Rationality Islands. Science-Technology-Society-Environment. Physics Teaching. Energy. Energy Sources.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	12
2.1 ORIGEM DA PESQUISA.....	12
2.2 DEFININDO O PROBLEMA E OS OBJETIVOS DE PESQUISA	14
3 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS.....	20
3.1 EDUCAR PELA PESQUISA.....	20
3.1.1 A PESQUISA EM SALA DE AULA.....	20
3.1.2 ELEMENTOS DO EDUCAR PELA PESQUISA:	23
3.1.3 O PAPEL DO PROFESSOR NA SALA DE AULA COM PESQUISA	26
3.2 O ESTUDO DA ENERGIA.....	27
3.2.1 O ESTUDO DA ENERGIA NO ENSINO MÉDIO	27
3.2.2 ENFOQUE CTSA NO ENSINO DE FÍSICA	29
3.3 ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE	34
3.3.1 ETAPA ZERO.....	35
3.3.2 CLICHÊ.....	36
3.3.3 PANORAMA ESPONTÂNEO.....	37
3.3.4 CONSULTA AOS ESPECIALISTAS.....	39
3.3.5 INDO À PRÁTICA OU TRABALHO DE CAMPO.....	40
3.3.6 ABERTURA DAS CAIXAS PRETAS.....	41
3.3.7 ESQUEMATIZAÇÃO DA SITUAÇÃO.....	41
3.3.8 ABERTURA DAS CAIXAS PRETAS SEM AUXÍLIO DE ESPECIALISTAS	42
3.3.9 SÍNTESE DA ILHA DE RACIONALIDADE: O PRODUTO FINAL	42
4 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	44
4.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA.....	44
4.2 METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DADOS.....	45
4.3 UTILIZANDO A IIR EM SALA DE AULA.....	46
4.3.1 ETAPA ZERO.....	47
4.3.2 CLICHÊ DA SITUAÇÃO.....	50
4.3.3 PANORAMA ESPONTÂNEO.....	51
4.3.4 CONSULTA AOS ESPECIALISTAS E ÀS ESPECIALIDADES.....	54
4.3.5 INDO À PRÁTICA.....	55
4.3.6 ABERTURA APROFUNDADA DAS CAIXAS PRETAS	57
4.3.7 ESQUEMATIZAÇÃO DA SITUAÇÃO.....	58
4.3.8 ABERTURA DAS CAIXAS PRETAS SEM AUXÍLIO DOS ESPECIALISTAS	59
4.3.9 SÍNTESE DA ILHA DE RACIONALIDADE PRODUZIDA.....	59
4.4 QUADRO RESUMO DAS ATIVIDADES	61

5 RESULTADOS ENCONTRADOS NESTA INVESTIGAÇÃO.....	66
5.1 QUESTIONAMENTO.....	66
5.1.1 Desequilíbrio.....	67
5.1.2 Negociação.....	75
5.1.3 Complexificação do conhecimento.....	78
5.2 ARGUMENTAÇÃO.....	85
5.2.1 Construção de novas hipóteses.....	86
4.2.2 Reunião de argumentos.....	86
5.2.3 Organização de argumentos.....	89
5.3 COMUNICAÇÃO.....	91
5.3.1 Comunicação interna.....	91
5.3.2 Comunicação externa.....	93
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
REFERÊNCIAS.....	101
APÊNDICE A – SOLICITAÇÃO DA AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	107
APÊNDICE B – AUTORIZAÇÃO DOS PAIS.....	108
APÊNDICE C – FOTOS DOS ALUNOS NA VISITAÇÃO AO MUSEU DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PUCRS E AO LABORATÓRIO DE ENERGIA SOLAR.....	109
APÊNDICE D – ROTEIRO DE VISITAÇÃO AO MUSEU DA PUCRS.....	110
ANEXO A – ARTIGO APRESENTADO NO VI ENPEC/2007.....	112
ANEXO B – QUESTÕES DO ENEM DOS ANOS DE: 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 E 2005.....	122

1 INTRODUÇÃO

Esta dissertação é o resultado de minhas inquietações e de um processo de reflexão e reconstrução do exercício de minha prática docente na disciplina de Física do ensino médio. Nela apresento a análise de uma proposta de exploração do tema - fontes de energia – dentro de um enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), desenvolvida por meio da pesquisa em sala de aula, utilizando os elementos da metodologia de construção de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), proposta por Gerard Fourez (1997). A análise desta proposta é fundamentada nos elementos ou momentos do educar pela pesquisa (DEMO, 2000; MORAES, 2002): o questionamento crítico, a construção de argumentos e a comunicação dos resultados. A proposta foi desenvolvida no período de um trimestre letivo, com uma turma de alunos da primeira série do ensino médio de uma escola da rede pública estadual do município de Santo Ângelo, RS, na disciplina de Física, sob minha responsabilidade,

A estrutura do texto da dissertação está organizada em cinco capítulos:

No primeiro capítulo descrevo minha trajetória profissional e justifico a escolha do tema proposto, apresentando o problema e as questões norteadoras da investigação proposta.

No segundo capítulo apresento os pressupostos teóricos, que considero como essenciais para esta investigação. Inicialmente, exponho a proposta da educação pela pesquisa e seus elementos, ressaltando o papel do professor. A seguir, defendo a importância do estudo do tema Energia em Física sob um enfoque CTSA, concluindo este capítulo com a apresentação de uma interpretação sobre a construção das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade.

No terceiro capítulo apresento a proposta desenvolvida na sala de aula e o caminho construído nesta investigação, esclarecendo a abordagem metodológica adotada, as atividades realizadas para a coleta de dados e a metodologia de análise destes dados.

No quarto capítulo apresento minha interpretação sobre a evolução do caminho construído nesta investigação durante a construção da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade na exploração do tema fontes de energia na sala de aula, identificando de que forma os elementos do educar pela pesquisa estão presentes no desenvolvimento desta proposta na sala de aula.

No quinto capítulo apresento minhas considerações finais, apresentando uma reflexão sobre as questões de pesquisa propostas e identificando as categorias que emergiram da análise do trabalho desenvolvido dentro dos elementos do educar pela pesquisa: o

questionamento, a argumentação e a comunicação. Concluo esta dissertação defendendo a idéia de que o ensino da Física é favorecido com a utilização dos elementos do educar pela pesquisa, que são contemplados na estratégia de construção de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, permitindo o desenvolvimento de diversas habilidades de representação e comunicação; investigação e compreensão; e contextualização sociocultural, conforme preconizadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 ORIGEM DA PESQUISA

Incentivada pelo meu bom desempenho em Matemática e Física no Ensino Médio e pelo exemplo de minha mãe professora, optei por seguir a carreira de professora.

Durante o curso da graduação, sempre apreciei as disciplinas de Física, pois nelas via a possibilidade de realizar atividades práticas e “pesquisas”. Porém, não tinha muita clareza sobre como trabalhar em sala de aula sem estar centrada na reprodução de listas de conteúdos e na resolução de exercícios, sobre como superar a passividade dos alunos e torná-los mais autônomos.

No curso de especialização realizei um estudo bibliográfico sobre a proposta metodológica de projetos, analisando teoricamente quais as contribuições que esta metodologia poderia apresentar para a disciplina de Física com relação ao processo de ensino e aprendizagem, estudando as contribuições em Hernandez e Monteserrart (1998), Nogueira¹ (1998), Martins² (2001), entre outros.

Segundo Hernandez e Monteserrart (1998, p. 89), a função principal de um projeto: “é possibilitar aos alunos o desenvolvimento de estratégias globalizadoras de organização dos conhecimentos escolares, mediante o tratamento da informação”. A metodologia de projetos viabiliza a participação efetiva do aluno em todo o processo, desde a escolha do tema do projeto até a forma de socialização dos resultados. Ela também se caracteriza por possibilitar um diálogo entre as diversas áreas do conhecimento, indo além dos conteúdos disciplinares. Ao longo do processo de construção do projeto, o aluno pode desenvolver a autonomia e aprender a estabelecer relações entre as informações obtidas.

Em virtude da minha pequena experiência docente, o estudo restringiu-se a uma abordagem teórica. No entanto, persistia meu desejo de desenvolver uma proposta diferenciada de trabalho na sala de aula que envolvesse os alunos como sujeitos do processo de construção do conhecimento.

¹ NOGUEIRA, N. R. *Interdisciplinaridade aplicada*. São Paulo: ÉRICA, 1998.

² MARTINS, J. S. *O trabalho com projetos de pesquisa: do ensino fundamental ao médio*. São Paulo: Papirus, 2001.

Em minha atividade docente sentia um grande desconforto ao identificar que a disciplina de Física era significativamente rejeitada pelos alunos. A inquietação aumentava por ocasião da análise dos baixos rendimentos dos alunos nas avaliações. A falta de motivação por parte dos alunos em aprender Física deixava-me frustrada. Incomodava-me que as aulas fossem trabalhadas de forma expositiva, usando apenas o livro didático e a resolução de exercícios, com um pequeno espaço para o questionamento, discussões e pesquisas.

Permaneci nesta angústia por mais dois anos, trabalhando com as disciplinas de Matemática no ensino fundamental e Física no ensino médio. A realização de cursos como formação continuada, como no curso³ de capacitação instrumental para docentes de Física no ensino médio, permitiu que eu desenvolvesse e aplicasse algumas atividades propostas na sala de aula.

As participações nestes eventos, o estudo bibliográfico sobre projetos e outros cursos oferecidos na escola em que lecionava me incentivaram a continuar buscando estratégias para auxiliar o meu trabalho, pois continuava insatisfeita com minha prática e as tentativas de modificações de minhas aulas. Meu maior desejo era que a Física deixasse de ser a uma disciplina considerada de difícil compreensão e entendimento pelos alunos, sendo percebida como um conhecimento interessante e desafiador, que despertasse o interesse pelo estudo e pela pesquisa.

Em busca de respostas aos meus questionamentos, ingressei no Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática da PUCRS⁴, incentivada pelas discussões com colegas de trabalho da escola.

A vivência no Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática PUCRS e as discussões realizadas nas disciplinas foram incentivadoras de meu processo de investigação e consolidação desta dissertação. O contato e a vivência com os elementos do educar pela pesquisa instigaram-me a continuar buscando uma proposta de trabalho a ser desenvolvida em sala de aula, na qual o aluno fosse o sujeito de aprendizagem, na qual o professor e o aluno aprendessem juntos num processo de construção e reconstrução do seu conhecimento (DEMO, 2000; MORAES, 2002; MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2002; MORAES; RAMOS; GALIAZZI,2004).

³ Curso promovido pela URI/Campus de Santo Ângelo/14ª e 32ª CRE/CAPES e FAPERGS.

⁴ PUCRS: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática.

2.2 DEFININDO O PROBLEMA E OS OBJETIVOS DE PESQUISA

De acordo com Zanetic (2005), atualmente a Física vem sendo ensinada de forma esotérica, descontextualizada da vida, centrada e direcionada à memorização de fórmulas e à solução de listas de exercícios. Na maioria das escolas, o ensino de Física envolve uma lista de conteúdos demasiadamente extensa, em geral estabelecida pelo livro didático adotado, que são transmitidos aos alunos sem uma reflexão mais profunda.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais de Física (BRASIL, 1999) indicam que, a Física, ao ser trabalhada de forma tradicional, reduzida aos cálculos e aplicações de fórmulas e ignorando as conexões com a realidade do aluno, não contribui para a formação de uma cultura científica.

Sem vínculo com o cotidiano, a Física torna-se de difícil compreensão, não permitindo que o aluno sintam-se motivado a aprender, a buscar novos conhecimentos, a questionar e ser questionado em sala de aula. A forma tecnicista enclausura o professor em um universo cercado pelo livro-texto, quadro-negro e giz.

A formação do docente também pode ser considerada um dos aspectos que contribui para que o ensino de Física não tenha se modificado. O professor aborda sua disciplina de acordo com a forma com que aprendeu em sua formação, ou seja, se aprendeu a reproduzir conteúdos, será desta maneira que ele vai trabalhar em sala de aula.

O ensino de Física deve desenvolver a preocupação com a sociedade e o ambiente, permitindo o posicionamento do aluno frente a situações em que a consciência dos problemas leve a intervenções pessoais ou coletivas, instrumentalizando-o para que exerça plenamente sua cidadania.

O meio no qual os alunos estão inseridos precisa ser considerado no ensino de Física. Não apenas por meio da exploração de situações de seu cotidiano, mas também da discussão das dimensões culturais, sociais e tecnológicas que podem ser vivenciadas por eles. Como educadores devemos preparar os nossos alunos, para atuar diante de novas situações, tanto em seu meio próximo - sua comunidade ou cidade – como no mundo.

Os PCN+(BRASIL, 2002) fazem uma retomada das principais competências esperadas ao final do Ensino Médio na disciplina de Física que foram organizadas e apresentadas nos PCN (BRASIL, 1999). Buscam explicitar vínculos e permitir um trabalho mais integrado entre todas as áreas de Ciências da Natureza, e destas com Linguagens e

Códigos e Ciências Humanas. Todas estão relacionadas a um conjunto de três grandes competências: comunicar e representar; investigar e compreender; e contextualizar social e culturalmente os conhecimentos.

Para que ocorra o desenvolvimento destas competências, faz-se necessária a escolha adequada de conteúdos e estratégias de aprendizagem, com atividades que envolvam assuntos de interesse da comunidade e que proporcionem atitudes reflexivas e de autocrítica dos professores e dos alunos.

Ao invés de lista de exercícios, devemos nos preocupar com a escrita, com a qualidade do ensino, com o que ele realmente aprendeu sobre o conteúdo e não com a quantidade de folhas copiadas que o aluno tem no caderno; abandonar a apostila pronta; passar a desafiar o aluno. Isto não é uma tarefa fácil, pois requer do educador uma mudança em suas concepções e no seu comportamento, que tem que ser desenvolvido e interiorizado. É necessário que o professor seja pesquisador, crítico e criativo para que desempenhe de fato este papel.

Colovan e Silva (2005, p.97), consideram como um dos fatores responsáveis pela busca de uma prática pedagógica que esteja voltada para um aprendizado mais significativo como sendo: “a crescente insatisfação com o paradigma tradicional de ensino, que preconiza basicamente o repasse de conteúdos de forma acrítica valorizando a memorização apática por parte dos estudantes”.

Em concordância com a insatisfação destes autores, destacamos a importância de abordarmos temas do cotidiano em sala de aula, como fator de motivação no processo de aprendizagem da Física, permitindo uma aprendizagem que possibilite a relação entre seus conhecimentos e os problemas sociais de seu meio próximo e distante, tornando-o um cidadão crítico, consciente e atuante em seu contexto. “O ensino da Física deve discutir a origem do universo e sua evolução, mas também os gastos da conta de luz o funcionamento de aparelhos presentes na vida cotidiana” (BRASIL, 1999, p.233).

Atualmente, convivemos com vários problemas de cunho energético como, por exemplo, o custo econômico do consumo da energia elétrica e o problema da segurança do uso de formas alternativas de energia. Como educadores inseridos nesta realidade devemos pensar criticamente sobre este assunto e levá-los para a sala de aula como o centro de nossas discussões.

Os PCN+ (BRASIL, 2002) fornecem subsídios para os professores do ensino médio, apresentando unidades temáticas, que sugerem como a Física pode ser trabalhada de forma contextualizada e voltada para a formação de um cidadão crítico, atuante e participativo. Os

PCN propõem liberdade ao educador em relação à estruturação do seu projeto político pedagógico, ou seja, atribui ao professor autonomia na elaboração do seu plano de trabalho.

Como forma de orientar os professores que atuam no Ensino Médio, os PCN+ (BRASIL, 2002, p.71), nos indicam seis temas estruturadores para a disciplina de Física: 1. Movimentos: variações e conservações; 2. Calor, ambiente e usos de energia; 3. Som, imagem e informação; 4. Equipamentos elétricos e telecomunicações; 5. Matéria e radiação; 6. Universo, Terra e vida.

O tema fontes de energia, escolhido para o desenvolvimento das atividades desta investigação, identifica-se com o tema estruturador “Calor, ambiente e usos de energia”, onde a unidade temática é “Energia: produção para uso social”.

Segundo os PCN+ (BRASIL, 2002, p. 74), as competências específicas desta unidade temática correspondem a:

- Identificar as diferentes fontes de energia (lenha e outros combustíveis, energia solar etc.) e processos de transformação presentes na produção de energia para uso social.
- Identificar os diferentes sistemas de produção de energia elétrica, os processos de transformação envolvidos e seus respectivos impactos ambientais, visando às escolhas ou análises de balanços energéticos.
- Acompanhar a evolução da produção, do uso social e do consumo de energia, relacionando-os ao desenvolvimento econômico, tecnológico e à qualidade de vida ao longo do tempo.

Em consultas realizadas ao banco de dados do INEP⁵, observa-se que este tema apresenta-se de maneira freqüente em todas as provas já realizadas desde o ano de 1998 (ver anexo B). Estas questões não costumam abordar definições ou problemas abstratos/idealizados que utilizam o conceito de energia, mas correlacionam diversos conceitos físicos, relacionando-os com a tecnologia e seus impactos na sociedade e no ambiente.

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que realiza uma avaliação individual e facultativa aos concluintes e aos que já concluíram o ensino médio, difere dos demais modelos e processos tradicionais de avaliação, pois apresenta questões de caráter fortemente interdisciplinar. A maioria dos exames de vestibular apresenta uma valorização excessiva de memorização dos conteúdos que são trabalhados no ensino médio. Nas provas do ENEM ([INEP, 2006]) são contempladas questões que colocam o estudante diante de situações-

⁵ INEP: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Dados obtidos a partir da consulta em: < <http://www.inep.gov.br/basica/levantamentos/acessar.htm>>. Acesso em: 25 de nov. 2006.

problemas, “exigindo mais do que saber conceitos, que os estudantes saibam aplicá-los”. Esta modalidade de avaliação exige que o aluno demonstre o domínio de competências e habilidades na solução de problemas, fazendo uso dos conhecimentos construídos na escola e extra-escolar.

A prova do ENEM abrange os conteúdos das diversas áreas do conhecimento presentes nas propostas do Ensino Fundamental e Médio e considera que “conhecer é construir e reconstruir significados continuamente, mediante o estabelecimento de relações de múltipla natureza, individuais e sociais” ([INEP, 2006]).

Assim, a exploração do tema fontes de energia na sala de aula do ensino médio deve considerar os aspectos sócio-políticos e ambientais, não sendo apresentado distante de seu papel na sociedade, na economia e na cultura. É necessário tornar claro os problemas ambientais em seus diversos níveis de complexidade, conhecendo seus mecanismos, situando e reconhecendo suas conseqüências para vida do homem e do planeta. A abordagem CTSA associada à explicitação dos valores sócio-político e ambientais nos oferece os referenciais para tratar do problema complexo do meio ambiente no qual se inclui o homem (MANASSERO MAS; VÁSQUES; ACEVEDO, 2004).

Gil-Pérez e Vilches (2005) ressaltam a importância de evitarmos a transmissão do conceito de energia em uma visão de ciência descontextualizada, socialmente neutra. Preparar cidadãos capazes de entender o mundo em que eles vivem e adotar atitudes responsáveis e bem fundamentadas em relação aos desenvolvimentos científicos e tecnológicos e suas possíveis conseqüências exige uma abordagem das questões energéticas em sala de aula que considere as interações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) (SANTOS; MORTIMER, 2000), pois a apresentação do conhecimento isolado do seu contexto sócio-político e ambiental não é suficiente para gerar mudanças de atitudes ou valores (MARCOTE; SUÁREZ, 2005).

Por isso, considero o tema fontes de energia de grande relevância e pertinência para o ensino de física. A exploração desse tema permite a análise de aspectos históricos, econômicos, políticos, éticos, processos de geração de energia e os impactos ambientais e sociais de seu uso.

Considero que o tema fontes de energia permite que os conteúdos de Física sejam trabalhados de forma não linear, partindo dos conhecimentos dos alunos, para ao longo do trabalho, “enriquecer e complexificar o conhecimento” (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2004, p.97).

Os saberes da Física permitem que seja feita uma leitura de mundo mais completa e, para tanto devem ser desenvolvidas algumas habilidades e competências⁶, tais como a representação e comunicação, a investigação e compreensão, e a contextualização sociocultural e ambiental.

Entendemos que a pesquisa pode ser desenvolvida em sala de aula como princípio educativo, sendo vista, entendida e praticada como “instrumento metodológico para construir conhecimento” e “um movimento para a teorização e para a inovação” (DEMO, 1997, p.33). No ensino pela pesquisa o aluno é considerado como um sujeito ativo e reflexivo e por meio de uma proposta de construção e reconstrução dos conhecimentos, o professor e aluno aprendem juntos, pela investigação e não pela imposição.

Concordamos com Moraes, Galiazzi e Ramos (2002, p.25), que compreende a pesquisa em sala de aula como:

[...] um movimento dialético em espiral, que se inicia com o questionar dos estados do ser, fazer e conhecer dos participantes, construindo-se a partir disso novos argumentos que possibilitam atingir novos patamares desse ser, fazer e conhecer, estágios esses então comunicados a todos os participantes do processo.

Acreditamos que o aluno aprende quando constrói argumentos validados, quando argumenta, desenvolve competências argumentativas, participa nos discursos sociais, expressa argumentos. Ou seja, “a atividade que conduz à aprendizagem é a atividade de um sujeito humano construindo seu conhecimento” (CARRAHER; SCHLIEMANN; CARRAHER, p. 2003).

A partir das considerações anteriores, elaboramos o seguinte problema de pesquisa: Como desenvolver uma proposta de trabalho em sala de aula dentro dos pressupostos do educar pela pesquisa, que explore o tema fontes de energia, estabelecendo as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente?

Para responder a este problema, proponho-me a investigar, ao longo do desenvolvimento da proposta, de que modo os elementos do ciclo dialético do educar pela pesquisa estão presentes na sala de aula, respondendo às seguintes questões de pesquisa: Como se concretiza o *questionamento* dos alunos sobre as questões energéticas? Como ocorre

⁶ A *competência*, “não refere-se a executar bem mas caracteristicamente refazer-se todo dia, para postar-se na frente dos tempos. É a forma inovadora de manejar a inovação” (DEMO, 2000, p. 13).

a *construção de argumentos* dos alunos? Como se desenvolve a *comunicação dos resultados* da pesquisa à medida que eles são construídos pelos alunos?

Nossa hipótese é que educar pela pesquisa (DEMO, 2000; MORAES, 2002) possibilita, por meio do diálogo, da problematização, da construção de argumentos e pela sua validação coletiva, a criação de um processo cooperativo de investigação na sala de aula, favorecendo o desenvolvimento individual e coletivo para a complexificação dos conhecimentos sobre as fontes de energia e contribuindo para que sejam discutidas as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) (DOMÉNECH et al., 2007).

Planejamos e executamos uma proposta na sala de aula de Física no Ensino Médio de uma forma diferenciada, voltada para a qualidade dos conteúdos e não com a quantidade, relacionando-os com situações ou problemas de nosso cotidiano. Acreditamos que esta abordagem amplia os objetivos educacionais para além de competências estritas, ancoradas apenas nos conteúdos dos livros didáticos e exames vestibulares.

Para investigarmos o desenvolvimento de uma proposta de exploração do tema fontes de energia dentro dos pressupostos do educar pela pesquisa, utilizaram-se elementos da metodologia de construção de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade - IIR (FOUREZ, 1997) como fundamentação da prática realizada em sala de aula. Foi proposta a construção de uma representação teórica de uma situação-problema elaborada pelo professor, com o objetivo de estudar as questões energéticas dentro de uma perspectiva CTSA. Neste trabalho, a IIR se organiza em torno de um projeto, pois se pretende uma tomada de decisão e a *invenção* (construção) de uma representação para a situação-problema. O projeto foi desenvolvido durante as aulas de Física da 1ª série do ensino médio em uma escola pública, durante um trimestre letivo, em um período total de 45 horas-aula.

Nossa investigação pretende, a partir dos dados coletados obtidos de gravações, registros diários dos alunos e do professor, produzidos ao longo do desenvolvimento desta proposta na sala de aula, construir uma compreensão dos principais elementos norteadores do educar pela pesquisa.

Definido o problema e os meus objetivos de pesquisa, apresento no próximo capítulo, os principais elementos da fundamentação teórica utilizada nesta investigação.

3 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

3.1 EDUCAR PELA PESQUISA

Inicialmente apresento na fundamentação teórica o meu entendimento sobre pesquisa em sala de aula, influenciado pelas idéias de Demo (2000), Moraes, Galiazzi e Ramos (2002). Os elementos do educar pela pesquisa e o papel professor em uma sala de aula com pesquisa são apresentados a seguir.

3.1.1 A pesquisa em sala de aula

No educar pela pesquisa (DEMO, 2000), a investigação se faz como princípio científico e como princípio educativo. Não é considerado como uma metodologia de ensino e sim como um princípio pedagógico (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2004). Essa proposta se sustenta na pesquisa como princípio científico porque contribui para a construção de conhecimento, e como princípio educativo porque promove o questionamento crítico e inovador. O educar pela pesquisa pretende desenvolver habilidades que sejam “indispensáveis em cada cidadão e trabalhador modernos: aprender a aprender e saber pensar para intervir de modo inovador” (DEMO, 1997, p. 9). Neste processo, a pesquisa é uma condição básica por seu caráter educativo emancipatório, “sua marca de atitude cotidiana, sua viabilidade em qualquer pessoa, sua relação intrínseca com o conhecimento inovador” (DEMO, 1997, p. 53).

O educar pela pesquisa possibilita a reconstrução, enriquecimento e complexificação do conhecimento dos sujeitos envolvidos no processo do aprender. O movimento desencadeado pela pesquisa ocorre em espiral, ou seja, nunca voltamos ao ponto inicial sem que o conhecimento já tenha sido transformado e ampliado. Esta proposta de investigação na sala de aula aposta no diálogo, na leitura, na escrita, na construção e reconstrução dos conhecimentos em um trabalho cooperativo dos alunos e do professor.

Demo (2000) considera o *questionamento reconstutivo*, como o cerne do processo da pesquisa. Este, porém, não corresponde ao único responsável pela aprendizagem, mas é crucial para o processo de construção do conhecimento. Como condição essencial no educar

pela pesquisa, o professor deve assumir-se como pesquisador e a pesquisa deve ser parte integrante da sua prática e considerada como uma atitude cotidiana.

Segundo Galiazzi (2002, p. 300) a sala de aula não pode “apenas ser espaço de discurso oral”, são necessários que sejam desenvolvidos outros “recursos culturais, como a leitura e a escrita, que vão possibilitar ampliar os interlocutores da sala de aula”.

Moraes, Galiazzi e Ramos (2002, p.11) consideram a pesquisa em sala de aula como:

[...] um movimento dialético, em espiral, que se inicia com o questionamento dos estados do ser, fazer e conhecer dos participantes, construindo-se a partir disso novos argumentos que possibilitam atingir novos patamares desse ser, fazer e conhecer, estágios esses então comunicados a todos os participantes do processo.

Galiazzi (2002, p.296) defende a idéia que a pesquisa em sala de aula pode ser considerada como um processo que busca desenvolver algumas competências tanto no professor quanto no aluno, tais como: “fazer perguntas”, “formular hipóteses”, “construir argumentos congruentes e consistentes”, “validar esses argumentos, através da discussão de idéias” e “reiniciar o processo”, num movimento dialético de construções permanentes.

Por meio da pesquisa em sala de aula, afasta-se o modelo tradicional de ensino, em que o professor investido de poder tem a função de apenas transmitir o conhecimento. O ensino pela pesquisa nos apresenta outra concepção de ensino e de aprendizagem, pois considera que o conhecimento pode ser compartilhado e que deve ser construído entre professor e aluno, como sendo resultado das interações com as novas informações que são adquiridas durante o desenvolvimento do processo. As interações permitem complexificar os conhecimentos elaborados em sala de aula, dessa forma, ampliando o processo de aprender a ler e escrever. Para Moraes, Galiazzi e Ramos (2002, p.10):

A pesquisa em sala de aula é uma das maneiras de envolver os sujeitos, alunos, professores, num processo de questionamento do discurso, das verdades implícitas e explícitas nas formações discursivas, propiciando a partir disso a construção de argumentos que levem as novas verdades.

A pesquisa em sala de aula permite discutirmos e refletirmos de forma criativa sobre os fatos relacionados ao nosso cotidiano, questionando essa realidade e criando caminho para novas descobertas. De certa forma, possibilita a integração dos conteúdos que estão sendo estudados em sala de aula. Moraes, Galiazzi e Ramos (2002, p.10), também sugerem que:

“Envolver-se nesse processo é acreditar que a realidade não é pronta, mas que se constitui a partir de uma construção humana”.

Busca-se através da pesquisa em sala de aula, que aluno se sinta capaz de resolver situações problemas, que ao ser desafiado, busque informações para estes desafios, refletindo sobre suas ações e não mais recebendo respostas prontas do seu professor. “A pesquisa em sala de aula é um processo desafiador em que todos os envolvidos aprendem. É um exercício instigante em que o professor se propõe a ensinar o que ainda não sabe” (MORAES, 2002, p. 234).

A pesquisa em sala de aula permite tanto ao professor quanto ao aluno o desenvolvimento da capacidade de ler, escrever, argumentar. Por isso o professor que faz pesquisa em sala de aula precisa desenvolver a capacidade de refletir, analisar e detectar através do discurso tanto escrito como através da fala dos alunos, quais são as suas dúvidas, suas curiosidades e possíveis lacunas do assunto a ser pesquisado. Galiuzzi (2002, p.314), também diz que:

[...] para que uma aula seja de pesquisa, é preciso que nós professores, estimulemos a transformação de nossa sala de aula em uma comunidade de múltiplas vozes, de múltiplas leituras, de múltiplas escritas. Para que isso se instaure, é preciso que os alunos produzam muita escrita, muita leitura, muito diálogo. Todos simultâneos embora diferenciados.

Os pressupostos do educar pela pesquisa permitem a reflexão crítica sobre a prática das ações desenvolvidas em sala de aula, analisando se as mesmas estão contribuindo de maneira efetiva para que ocorram a complexificação dos conhecimentos. Este processo de complexificação deve ir além da sala de aula, partindo da explicação que o aluno fornece sobre algum fenômeno em estudo. Como nos apresenta Moraes, Ramos e Galiuzzi (2004, p. 97), falar no educar pela pesquisa significa criar condições para que os estudantes desenvolvam a “capacidade e a motivação de estruturar conhecimentos com base nas situações de vida, junto a sua comunidade, mas, ao mesmo tempo, esse aprender gera condições de o sujeito compreender conhecimentos de caráter universal”.

De acordo com Demo (2002), a pesquisa não segue nenhum receituário ou modelo, mas tem como um de seus objetivos desenvolver a capacidade de criar, de inovar e também modificar nossos conhecimentos, através de um processo que podemos chamar de reconstrução. Segundo Freire (1996, p.29): “Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino”.

3.1.2 Elementos do educar pela pesquisa:

Moraes, Galiuzzi e Ramos (2002), consideram a pesquisa como um ciclo dialético e nos apresenta como elementos principais nesse ciclo: o *questionamento*, a *construção de argumentos* e a *comunicação*.

Os *questionamentos* podem ser considerados como o ponto de partida de uma pesquisa. É a partir deste movimento inicial, da elaboração dos questionamentos através do diálogo e de discussões, que parte-se para a organização das hipóteses a serem levantadas e posteriormente, organizadas as argumentações. Segundo Galiuzzi (2002, p.303), a aula que faz pesquisa é preciso “começar pela pergunta do aluno”. Moraes, Ramos e Galiuzzi (2004, p. 93) assim nos sugerem: “é preciso partir da explicação que o aluno é capaz de fornecer sobre algum fenômeno em estudo”. Partindo da dúvida ou do questionamento do aluno podemos ajudá-lo a problematizar o seu conhecimento e também estaremos permitindo ele aprender a questionar e a continuar fazendo perguntas.

A pesquisa na sala de aula tem o seu início na elaboração de um problema, dos questionamentos a serem explorados, que podem partir de curiosidades dos alunos ou de uma problemática da realidade do contexto escolar ou da sociedade. Para o desenvolvimento de uma pesquisa em sala de aula é necessário que os sujeitos se envolvam constantemente neste processo de perguntar. Desta forma, as perguntas passam ter sentido, surgindo à necessidade de buscar novos conhecimentos.

Os sujeitos ao envolverem-se nesse processo de questionamento do discurso, criam condições para o progresso na pesquisa, pois, todo conhecimento pode ser questionado, modificado, ou seja, não deve ser considerado como algo pronto e definitivo. A partir desta compreensão, os sujeitos da pesquisa que estão envolvidos nesse processo de pesquisar e questionar tem condições de buscar novas verdades, de ampliar seus conhecimentos e se aproximar do conhecimento científico.

Segundo Demo (2002, p.54): “Só é científico o que pode ser discutido”. Quanto maior forem os questionamentos, maiores serão as discussões a serem realizadas nesta etapa da pesquisa. O que não deve ocorrer neste processo é de os questionamentos se encerrarem por qualquer motivo. Como sugere Moraes, Galiuzzi e Ramos. (2002, p.14): “Questionar é criar condições de avançar”.

Ao considerar o questionamento como um dos primeiros passos da pesquisa, Moraes, Galiuzzi e Ramos (2002, p.17) dizem que:

O diálogo crítico e fundamentado se torna importante para construir a convicção sobre a nova verdade, o novo conhecimento que está sendo constituído. Como as verdades estão constituídas dentro do discurso, é preciso integrar as novas verdades nesse discurso. Isso pode dar-se através do diálogo e discussão críticos.

Demo (1997) apresenta algumas sugestões sobre o que corresponde uma discussão crítica: não é conversa fiada; não é uma forma de agressão; não é método religioso ou partidário; não é defesa de idéias e muito menos autodefesa. Ao contrário, deve ser considerada como uma “arte de argumentar de modo crítico e criativo” (DEMO, 1997, p.57).

A *argumentação* corresponde a um momento de múltiplas atividades como leituras, coleta de dados. É um momento de dialogar, seja com os autores através de leituras, como de discussões com as informações obtidas. Análises e interpretações fazem parte destas atividades que podem ser realizadas, tanto individualmente como coletivamente. A argumentação é necessária para que se justifiquem as compreensões atingidas; também é um momento que permite a leitura e a escrita, fazendo parte deste processo a validação e a comunicação dos resultados encontrados.

De acordo com Moraes (2002, p. 133), o questionamento e a construção de argumentos “mesmo podendo iniciar-se com os conhecimentos cotidianos e implícitos dos participantes, necessitam fundamentar-se em argumentos teóricos rigorosos, o que é feita por meio de interlocuções teóricas com uma diversidade de autores”.

Nas palavras de Ramos (2002, p. 25):

[...] tanto o conhecimento cotidiano como os conhecimentos científicos avançam por meio de construções discursivas desenvolvidas no seio de comunidades que progridem graças aos processos argumentativos. A construção de argumentos passa pela leitura crítica e reflexão do objeto de pesquisa, tornando assim o aluno um autor do seu próprio discurso, diferente do ensino tradicional, onde a argumentação está centrada na figura do professor, formatada e com respostas prontas.

Após a construção de argumentos, faz-se necessário a *comunicação* das novas compreensões atingidas, criando novas produções que devem ser validadas e criticadas para todos. Segundo Moraes, Galiazzi e Ramos (2002, p. 20), a divulgação dos resultados corresponde a “um momento de estabelecer lacunas”. Através de discussões e das críticas sugeridas, os resultados serão retomados, para então serem complementadas as lacunas estabelecidas ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

A validação refere-se à exposição dos resultados obtidos a um grupo que fará suas críticas e sugestões para o aperfeiçoamento e complementação do trabalho apresentado. Considerando que o conhecimento está em constante transformação, não é algo pronto e acabado, Moraes, Galiuzzi e Ramos (2002, p.19) sugere que:

É importante que a pesquisa em sala de aula atinja um estágio de comunicar resultados, de compartilhar novas compreensões, de manifestar novo estado do ser, do fazer e do conhecer, o que contribui para a sua validação na comunidade em que esse processo está se dando.

Segundo Galiuzzi (2002, p. 310), a validação da pesquisa em sala de aula “engloba também a avaliação dos resultados alcançados em termos de aprendizagens. Abraça, portanto, a avaliação do aluno, do processo e do professor por todos os participantes da sala de aula”.

Faz parte desta validação de resultados, uma análise em termos gerais de todo o processo de pesquisa, desde a impregnação no proposto trabalho desenvolvido pelo pesquisador até então as novas compreensões atingidas. Segundo Demo (2002, p.52), a pesquisa representa “o desafio da reconstrução do conhecimento, partindo do que já se conhece e refazendo o que já está feito”. Este processo de reconstrução exige que novas descobertas sejam realizadas, ou então, que sejam acrescentadas contribuições ao que já está pronto dentro do mundo científico.

Ao ser desenvolvido um trabalho por meio da pesquisa, também podemos analisar questões referentes ao modo de lidar com o respeito à opinião do colega de investigação, ou seja, criticar e ser criticado, desde que seja de forma construtiva e não destrutiva. A crítica é válida quando é calcada em valores reais, como sugestões enriquecedoras para a obtenção de novos patamares dentro do assunto em estudo.

Pensando na pesquisa como possibilidade de superação da aula tradicional, seu uso em sala de aula proporciona aos alunos um ambiente incentivador na busca de novas descobertas, bem como o confronto de suas idéias anteriormente aceitas.

Segundo Galiuzzi (2002), devemos desenvolver também a competência dialógica, isto é, estabelecer o diálogo em sala de aula. Para que esta competência seja desenvolvida é preciso que o professor também desenvolva a capacidade de ouvir os seus alunos, pois “a construção dessa competência dialógica do professor vai permitir mediar o processo de construção de argumentos dos alunos” (GALIAZZI, 2002, p.300).

Ao permitir que o aluno expresse os seus sentimentos através do seu discurso e de suas manifestações em sala de aula, Galiazzi (2002, p.300) sugere que: “é preciso ouvir não apenas o que é falado, mas também prestar atenção nos silêncios”.

Observa-se que o diálogo deve ser utilizado como um processo cotidiano, integrante de todo o desenvolvimento da pesquisa. De acordo com Demo (1991, p. 37): “o diálogo é fala contrária, entre atores que se encontram e se defrontam”. Portanto, não se restringe ao mero discurso de poucas falas. Ao ser considerado como uma fala contrária, podemos dizer que corresponde a uma comunicação, onde os sujeitos envolvidos neste processo expõem o seu ponto de vista e estão preparados para receber o ponto de vista do outro, para então, fazer a sua crítica também.

3.1.3 O papel do professor na sala de aula com pesquisa

A atitude assumida pelo professor que desenvolve o seu trabalho utilizando a pesquisa em sala de aula corresponde ao oposto do desenvolvido em uma sala de aula tradicional. As perguntas não são necessariamente realizadas por ele. Portanto, sua função passa a ser de oportunizar que os alunos elaborem suas próprias perguntas, ou seja, o professor passa a ouvir e prestar atenção no que os alunos desejam falar.

Ao contrário do ensino tradicional, que trabalha de forma fragmentada e centrada na assimilação e reprodução de conteúdos, com “um professor investido de poder transmite conhecimento aos alunos” (GALIAZZI, 2002, p. 301). A pesquisa em sala de aula contribui para uma aprendizagem mais contextualizada, pois, como sugere Galiazzi (2002, p. 301):

[...] o conhecimento e o poder são compartilhados e surgem do compromisso mútuo entre professores e alunos. A aprendizagem é entendida como um processo de construção que é resultado das interações entre o que cada um conhece com a nova informação, criando uma rede mais complexa de significados.

Segundo Freire (1996, p. 52): é preciso “saber que ensinar não é transferir conhecimentos, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou sua construção”. O professor deve fazer intervenções no processo de aprendizagem, instigar os alunos, provocá-los e encorajá-los a progredirem em suas tentativas e não dar respostas prontas para as suas

dúvidas. O professor mediador ajuda a buscar estas respostas, traçando caminhos, possibilitando a reconstrução do seu conhecimento.

As discussões em sala de aula permitem criar condições para que o aluno se posicione diante das situações que lhes são colocadas, desenvolvendo a capacidade de pensar e agir de forma crítica. Segundo Almeida (2002, p.249-250): “este diálogo deve ser entendido como debate, como comunicação de vivências, de leituras, de conhecimento, e não um faz de conta em que o professor induz ao aluno a resposta que ele quer ouvir”. O mesmo autor sugere ainda que: “O diálogo deve ser entendido não como um pingue-pongue de palavras sem sentido, mas como uma troca de interpretações elaboradas”.

Segundo Moraes (2003a, p.123), o professor ao assumir a postura de mediador deve afastar-se do uso de “procedimentos excessivamente rígidos”. Isto não significa não ter um planejamento, e apresentar a turma uma aula improvisada. Ao contrário, significa preparar uma aula que seja desafiadora aos alunos, incentivando a participação de todos. Em relação ao seu planejamento, este deve ser flexível, com atividades criativas, que permita a participação de todos.

3.2 O ESTUDO DA ENERGIA

Neste capítulo, apresento inicialmente uma discussão sobre a relevância do tema energia no ensino de Física. A seguir discuto alguns aspectos da abordagem CTS e as suas conseqüências no ensino de Física, apresentando como este enfoque evolui para CTSA.

3.2.1 O estudo da energia no ensino médio

O conceito de energia tem sido amplamente discutido por diversos autores (ASSIS; TEIXEIRA, 2003; DOMÉNECH et al, 2007; SILVA e CARVALHO, 2002; SOUSA; SOUZA; BARROS, 2005) como um assunto que deve ter maior destaque e atenção pelos professores ao ser trabalhado em sala de aula. Este conceito é de grande relevância e destaca-se em seus aspectos científicos, tecnológicos, econômicos, social, político, ambiental e histórico-cultural (PRESTES; MARQUES DA SILVA, 2007).

Segundo Angotti⁷ (1991, p.115, citado por ASSIS; TEIXEIRA, 2003, p.41), energia é a “grandeza que pode e deve, mais do que qualquer outra, balizar as tendências de ensino que priorizam hoje as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade”. A energia é um assunto que merece atenção especial, tanto no ensino fundamental como médio, pois perpassa diversas questões amplamente discutidas nos meios de comunicação de massa sobre o aquecimento global e os problemas energéticos mundiais. Particularmente no ensino de Física, este é um tema que fornece uma chave importante para nosso entendimento sobre o modo como os fenômenos ocorrem no mundo físico, biológico e tecnológico (DRIVER; MILLAR⁸ 1986, citado por DOMÉNECH et al. 2007).

Para Barbosa e Borges (2006, p. 191), o conceito de energia é muito utilizado “no cotidiano científico e acadêmico, mas no contexto escolar, é colocado de lado pelos estudantes quando vão explicar os vários sistemas e fenômenos naturais”. Segundo Solbes e Tarín (1998, p. 387), o conceito de energia corresponde a um dos mais “potentes, frutíferos e unificadores da física clássica”, pertinente e necessário à introdução deste conceito “desde as primeiras séries do ensino secundário”. Para Doménech⁹ et al (2007, p.43), as questões energéticas “possuem implicações pessoais, sociais e ambientais que podem ajudar a aumentar o interesse dos estudantes na aprendizagem”.

Barbosa e Borges (2006) consideram esse conceito como um dos mais difíceis de ser ensinado e aprendido, por razões como, por ser abordado em diferentes disciplinas escolares e por ser estudado superficialmente, resultando em algumas manifestações sobre este conceito; a noção de energia sendo trabalhada sem uma linguagem científica adequada, fato que pode proporcionar a confusão com outras idéias como as de força, movimento e potência.

Segundo Sevilla (1986), alguns autores como Duit (1984), na tentativa de superar algumas confusões que os alunos usualmente realizam com outros conceitos relacionados como o trabalho, a potência e a força, propõem relacionarmos o conceito de energia com a sua conservação. Também sugere que seja dedicado um tempo maior para o estudo e discussões sobre a degradação da energia que a própria conservação.

A crescente importância do estudo da energia tem sido acompanhada por meio de uma série de dificuldades na aprendizagem deste conceito e isto tem proporcionado diversas

⁷ ANGOTTI, José André Perez. *Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e no ensino de ciências*. São Paulo, Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1991.

⁸ Driver, R.; Millar, R.: 1986, ‘Teaching Energy in Schools: Towards an Analysis of Curriculum Approaches’, in Driver R. & Millar R. (eds) *Energy Matters*, University of Leeds, Leeds, pp. 9-24.

⁹ Tradução nossa.

investigações nesta área, em que são abordados problemas relacionados com o ensino e a aprendizagem e discutindo formas de se introduzir esta temática (DOMÉNECH et al, 2003).

Doménech et al (2007, p. 45), propõe uma discussão apontando algumas orientações para o estudo da energia no ensino médio. Indicam-nos, que a pesquisa e o ensino estão centradas nos aspectos conceituais, apresentando pouca ênfase como, por exemplo, para as relações CTSA, “parecendo que nenhum esforço é feito para mostrar a importância do assunto ou despertar o interesse dos alunos”. O estudo em aspectos exclusivamente conceituais, transmite uma visão limitada de ciência o que não contribui para o aprendizado global dos educandos. Como possibilidade de superação desta forma reducionista de se trabalhar o conceito de energia propõem que o aprendizado de ciências passe a ser trabalhado como uma atividade que se aproxime a pesquisa científica.

Segundo Doménech et al (2007, p. 46), no estudo da energia “[...] é benéfico discutir as possíveis repercussões ambientais e sociais do uso das fontes de energia”, também indicam a relevância de considerarmos as interações CTSA, como um aspecto essencial no ensino deste e de qualquer outra área científica, se desejamos evitar a transmissão de uma visão de ciência descontextualizada. Para os mesmos autores, torna-se necessário envolver os alunos em um processo de (re)construção do seu conhecimento, pois a ciência ao ser concebida de forma dogmática pode tornar-se incompreensível, o que gera a falta de interesse nos educandos (DOMÉNECH et al, 2007). Entretanto, torna-se necessário proporcionarmos em uma variedade de situações em que os alunos utilizem o conhecimento sobre conceito de energia e não apenas os conceitos, em busca de superar o reducionismo conceitual.

3.2.2 Enfoque CTSA no ensino de Física

O desenvolvimento científico e tecnológico tem proporcionado diversas modificações na sociedade contemporânea, que acarretaram mudanças econômicas, sociais e políticas. Porém, o crescente processo da ciência e tecnologia, por volta de 1960 e 1970, passou a ser questionado por não estar trazendo benefícios para a humanidade (AULER; BAZZO, 2001). Segundo Angotti e Auth (2001, p. 15): “o que inicialmente parecia um bem inegável a todos, como passar dos anos revelou outras facetas”.

Um conjunto de fatores, como a degradação ambiental e as destruições causadas pelo desenvolvimento tecnológico para as guerras, a exploração da natureza pelo homem, o efeito

destrutivo da armas nucleares e químicas (AULER; BAZZO, 2001; LINSINGEN, 2004), possibilitou que aumentassem as preocupações e se estabelecessem críticas e discussões, sobre as conseqüências produzidas por estes avanços proporcionados pela ciência e tecnologia (SANTOS; MORTIMER, 2001). De acordo com Linsingen (2004, p.2): “o sonho de que o avanço científico e tecnológico geraria a redenção dos males da humanidade estava chegando ao fim, por conta da tomada de consciência dos acontecimentos sociais e ambientais associados a tais atividades”.

Segundo Santos e Mortimer (2001, p. 96), o movimento CTS surgiu em contraposição ao pressuposto cientificista, que valorizava a ciência por si mesmo, depositando uma crença cega em seus resultados positivos. A ciência era vista como uma “atividade neutra” e exclusiva de um grupo de especialistas, que realizavam seus trabalhos em busca de um conhecimento universal, mas que não se responsabilizavam pelas respectivas conseqüências. Em função desta visão da ciência, os filósofos e sociólogos passaram a analisar mais criticamente “as limitações, responsabilidades e cumplicidades dos cientistas, enfocando a ciência e a tecnologia (C&T) como processos sociais” (SANTOS; MORTIMER, 2001, p. 96).

Concordamos com Santos e Mortimer (2001, p. 96) quando dizem que: “a ciência não é uma atividade neutra e o seu desenvolvimento está diretamente imbricado com os aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais”. A atividade científica não diz respeito exclusivamente aos cientistas, mas, envolve uma parcela cada vez maior da população nas tomadas de decisão sobre ciência e tecnologia.

Gil Pérez (2006) considera que a participação dos cidadãos na tomada de decisões seria uma garantia da aplicação dos princípios das precauções diante do desenvolvimento técnico-científico, que podem apresentar riscos para as pessoas e para o meio ambiente. Para tanto, argumenta a favor de uma alfabetização científica, que possa contribuir para o desenvolvimento do espírito crítico dos cidadãos.

Para Santos e Mortimer (2002), o desenvolvimento de um currículo voltado para a educação CTS no ensino médio, representa o desenvolvimento da alfabetização científica e tecnológica, a construção de conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar de forma crítica na solução de tais questões. Complementando tais idéias:

O enfoque CTS abarca desde a idéia de contemplar interações entre ciências, tecnologia e sociedade apenas como fator de motivação no ensino de ciências, até

aquelas que postulam como fator essencial desse enfoque, a compreensão dessas interações. (AULER; BAZZO, 2001, p. 2).

De acordo com Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p.74), torna-se necessário então, a renovação na estrutura curricular dos conteúdos, “de forma a colocar a ciência e a tecnologia em novas concepções no contexto social”. A proposta curricular com enfoque CTS corresponde: “a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e sócio-conômicos” (LÓPEZ E CEREZO¹⁰, 1996, citado por SANTOS; MORTIMER, 2002, p.3). Assim, o enfoque CTS propõe uma ruptura com o modelo tradicional de ensino e promove uma nova visão de ciência aos estudantes.

Auler e Bazzo (2001, p. 3), destacam os principais objetivos do ensino de CTS:

Promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com as aplicações científicas que tenham uma maior relevância social; abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e da tecnologia e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico [...].

Neste contexto, é inconcebível a idéia de “uma ciência pela ciência, sem consideração de seus efeitos e aplicações” (SANTOS; MORTIMER, 2002, p.2). Segundo Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p.73) “precisamos de uma imagem de ciência e tecnologia que possa trazer à tona a dimensão social do desenvolvimento científico-tecnológico, entendido como produto resultante de fatores culturais, políticos e econômicos”.

A questão que se coloca é como se desenvolve um ensino com enfoque CTS. Para Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), o enfoque CTS, permite que o trabalho em sala de aula passe a ter outra conotação, passando a ser de descobertas, de pesquisa individual e coletiva, visando a construção e a reconstrução do conhecimento científico, contribuindo para a desmistificação da neutralidade da ciência. Dessa forma, aluno e professor reconstróem o seu conhecimento, estando sujeitos a críticas e a reformulações. Em nível de prática pedagógica, “isso significa romper com a concepção tradicional que predomina na escola e promover uma nova forma de entender a produção do saber” (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 77).

¹⁰ LÓPEZ, J. L. L., CEREZO, J. A. L. Educación CTS en acción: enseñanza secundaria y universidad. In: GARCÍA, M. I. G., CEREZO, J. A. L., LÓPEZ, J. L. L. *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Editorial Tecnos S. A, 1996.

Santos e Mortimer (2002, p.6), em suas pesquisas têm constatado que a “compreensão da natureza da ciência é fundamental para que o aluno possa entender as suas implicações sociais”. Para que não tenham uma visão de ciência como “algo verdadeiro e acabado”, mas ao contrário, que possam interagir e dar a sua opinião, avaliando as aplicações da ciência, e confrontando com a opinião de outros especialistas. Se a ciência for apresentada como algo linear (ou absolutamente verdadeiro), implica que os alunos podem apresentar dificuldades para a resolução de problemas, quando lhes forem apresentados mais de uma possibilidade de solução.

É necessário que a visão de ciência seja trabalhada de forma diferenciada em sala de aula, ou seja, que não esteja voltada para o “chamado ensino do cotidiano”, que compreenda um ensino limitado. Esta forma corresponde a um ensino “puramente enciclopédico, favorecendo uma cultura de almanaque” (SANTOS e MORTIMER, 2002, p.7).

A educação tecnológica no ensino médio deve ir muito além da explicação técnica do funcionamento de artefatos tecnológicos:

Não se trata de simplesmente preparar o cidadão para saber lidar com essa ou aquela ferramenta tecnológica ou desenvolver no aluno representações que o instrumentalize a absorver as novas tecnologias. Tais conhecimentos são importantes, mas uma educação que se limite ao uso de novas tecnologias e à compreensão de seu funcionamento é alienante, pois contribui para manter o processo de dominação do homem pelos ideais de lucro a qualquer preço, não contribuindo para a busca de um desenvolvimento sustentável. (SANTOS e MORTIMER, 2002, p.9).

Promover discussões de temas que permitam que sejam evidenciadas questões que os alunos possam expressar suas opiniões. Incentivando os alunos a participar de forma democrática na sociedade por meio de suas opiniões e críticas, bem como apresentação de possíveis soluções.

Para Santos e Mortimer (2002, p. 11), o estudo das aplicações da ciência e tecnologia deve também explorar as dimensões sociais, pois, caso isto não ocorra, pode gerar “uma visão deturpada sobre a natureza desses conhecimentos, como se estivessem inteiramente a serviço do bem da humanidade, escondendo e defendendo, mesmo que sem intenção, os interesses econômicos daqueles que desejam manter o status quo”.

A idéia de debater as relações entre ciência e tecnologia em sala de aula, também vem sendo apresentada, por meio dos PCNEM (1999), nas quais se enfatizam a relevância da realização de atividades interdisciplinares que promovam uma integração entre os conteúdos escolares e a inclusão de fontes de informação variadas que promovam discussões de temas

atuais e diversificados. Segundo os PCN+ (BRASIL, 2002), nos indicam sugestões de como reorganizar as áreas tradicionalmente trabalhadas como, por exemplo, a Mecânica. Diversas são as formas e as escolhas possíveis de organização dos conteúdos, porém este documento nos apresenta algumas sugestões por meio da estruturação de temas. O calor, ambiente e usos de energia, representam um tema estruturador dos objetivos pretendidos para o estudo dos fenômenos térmicos. Nesse contexto, diversas questões poderão ser aprofundadas como:

[...] da “produção” e utilização de diferentes formas de energia em nossa sociedade, adquirindo as competências necessárias para a análise dos problemas relacionados aos recursos e fontes de energia no mundo contemporâneo, desde o consumo doméstico ao quadro de produção e utilização nacional, avaliando necessidades e impactos ambientais. (PCN+, BRASIL, 2002, p. 70).

No estudo empreendido nesta dissertação, é importante ressaltar que nossas preocupações com o enfoque CTS avançam para o enfoque CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Segundo Farias e Carvalho (2006, p.323) o enfoque CTS proporciona não apenas a introdução de conteúdos e métodos de ensino, mas, “compreende novos e criativos modos de articular o ensino científico e tecnológico e suas relações com a sociedade e o ambiente”.

O enfoque CTSA permite podermos analisar que um dos avanços propiciados, em relação à educação, corresponde ao reconhecimento de que o ensino e o aprendizado não mais podem “se basear em concepções superficiais idealizadas de ciência, tecnologia e ambiente, mas deve incluir a complexidade dos temas relativos ao desenvolvimento científico e tecnológico e suas conseqüências sócio-ambientais” (FARIAS; CARVALHO, 2006, p. 323).

A problematização de temas ou conteúdos com uma abordagem CTSA permite que esta ciência possa ser percebida como intrínseca às nossas vidas, ao meio que nos cerca e ao planeta Terra. Este enfoque possibilita a exploração de situações reais, cotidianas, por meio de exemplos de fatos que são analisados ressaltando as relações entre a ciência e entre a tecnologia, bem como as suas conseqüências para a sociedade e o ambiente. Estes autores defendem que o enfoque CTSA permite que os professores possam transformar as suas aulas, trazendo-as para contextos diversificados, agradáveis e motivadores da aprendizagem da Física (ALVES ; MION; CARVALHO, 2007).

3.3 ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE

Uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) “visa produzir uma representação teórica apropriada em uma situação precisa e em função de um projeto determinado” (FOUREZ¹¹, 1997, p. 121, citado por BETTANIN, 2003, p. 44), permitindo que os envolvidos se comuniquem e ajam sobre o assunto. A elaboração de uma IIR não significa “descobrir uma nova teoria, mas sim *inventar uma teorização* adequada à situação problema” (BETTANIN, 2003, p.44, grifos do autor).

Fourez faz uso do termo Ilha de Racionalidade como uma metáfora que:

[...] evoca conhecimentos que emergem num oceano de ignorância. Construindo uma Ilha de Racionalidade, nós sabemos que, para além do que será delimitado, nossas representações são ‘caixas pretas’. A noção evoca também a racionalidade no sentido de que o que se objetiva é um modelo discutível, modificável e eventualmente rejeitável em função de sua pertinência face ao projeto estruturado (e não em função de uma verdade abstrata e/ou geral). (FOUREZ¹², 1992, p. 51, citado por BETTANIN, 2003, p.44).

A construção de uma IIR tem como ponto de partida a elaboração de uma situação-problema que define o projeto e que pode ser apresentada em forma de pergunta ou problema. As IIR são “uma representação teórica apropriada a um contexto e a um projeto que se tem em perspectiva e permite comunicar-se e atuar com referência ao mesmo” (FOUREZ 1997, p. 69, citado por BETTANIN, 2003, p.43).

As ilhas pretendem buscar soluções para problemas que derivam de situações cotidianas. Para irmos à busca destas soluções, torna-se necessário a integração de diversas áreas do conhecimento e também de saberes da vida cotidiana. Esta estratégia metodológica ultrapassa o campo disciplinar, ou seja, vai além de uma simples resposta para a situação-problema proposta. Embora a situação-problema envolva aspectos do cotidiano dos envolvidos, a mesma tem a finalidade de não ignorar os conhecimentos científicos e sim tratá-los adequadamente.

Para Fourez (citado por BETTANIN, 2003, p.46), uma IIR pode ser de três tipos, ou seja, as que se organizam em torno de; “uma noção, um projeto e de uma tecnologia”. Este

¹¹ FOUREZ, G. *Alfabetización Científica Y Tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires- Argentina. Ediciones Colihue, 1997.

¹² FOUREZ, G. Alphabétisation scientifique et technique et îlots de rationalité. In GIORDAN, A . ; MARTINAND, J. -L. e RAICHVAG, D. *Actes des XIV Journées Internationales sur la Communication, l'Éducation et la Culture Scientifiques et Industrielles*. Pp. . 45-56, 1992.

trabalho apresenta uma IIR que se organiza em torno de um projeto, pois se pretende “uma tomada de decisão e a *invenção* (construção) de uma representação para uma situação-problema”.

Durante a construção de uma IIR podem surgir diversas questões específicas e relacionadas a um determinado conhecimento que podem ser ou não respondidas, devido à sua abrangência. Essas questões são chamadas de *caixas-pretas*. A abertura dessas caixas-pretas significa a saída em busca de explicações para o desenvolvimento de um projeto, que nasceu a partir de uma situação-problema.

Para construção de uma IIR, Fourez (1997) propõe uma seqüência de etapas que servem como um plano de trabalho para auxiliar e facilitar o desenvolvimento do trabalho em sala de aula. Por meio das etapas torna-se viável a delimitação do tempo para a conclusão do projeto, evitando que ele se torne muito abrangente e prejudique a realização dos objetivos propostos pela IIR (BETTANIN, 2003; SCHMITZ, 2004).

Oito etapas são identificadas para a construção de uma ilha de racionalidade. No entanto, o professor tem autonomia durante o desenvolvimento da ilha para incluir novas etapas e/ou modificar a sua ordem, adaptando-as de acordo com o projeto que está sendo desenvolvido (BETTANIN, 2003). As etapas apresentadas por Fourez et al (1997, p.103, citado por SCHMITZ, 2004) devem ser consideradas como “pistas metodológicas”, e não como uma regra ou um roteiro de atividades a serem desenvolvidas. Além disso, o encaminhamento da construção da IIR pode ser adaptada de acordo com as características do grupo, turma ou série. Cada etapa pode ter o aprofundamento e tempo de duração diferenciado. Ou seja, quem toma as decisões é o professor (ou equipe) que desenvolve o projeto.

A seguir descrevemos cada uma das etapas de construção de uma IIR, buscando pontuar alguns elementos do educar pela pesquisa, percebidos nas atividades propostas.

3.3.1 Etapa zero

Segundo Schmitz (2004), a etapa zero corresponde à fase de elaboração da situação-problema, que deve ser cuidadosamente planejada pelo professor antes de sua proposição à turma. Nesta fase preliminar, o professor elabora a situação-problema levando em consideração as seguintes características: o contexto dos alunos e da escola; a

finalidade/temática do projeto; o tipo de produto final desejado; o tempo para o desenvolvimento das atividades; a percepção dos alunos sobre o tema; a adaptação da situação-problema ao nível de conhecimento dos alunos; e a definição de uma situação-problema instigadora e desafiadora. “É importante ressaltar que esta organização inicial deve ser entendida como sendo um ponto de referência, a fim de permitir modificações no decorrer da construção da IR”.(SCHMITZ, 2004, p. 77).

3.3.2 Clichê

A primeira etapa para a construção de uma ilha de racionalidade, segundo Fourez e colaboradores (1997), é o *clichê* ou conjunto de representações iniciais (corretas ou não), que os alunos podem apresentar sobre a situação a ser investigada. Esta primeira representação reflete o que pensa o grupo, sem que tenha havido nenhuma formação ou informação especial. Elas podem ser designadas de várias maneiras, tais como: esquemas, teorias ingênuas, ciência dos pequenos, pré-concepções, concepções alternativas, concepções espontâneas ou esquemas conceituais alternativos.

O clichê corresponde ao ponto de partida da pesquisa, no qual é elaborado um conjunto de perguntas pelo grupo que pretende desenvolver o projeto. Ao se construir uma ilha, são discutidas desde questões simples até as mais complexas. Estas questões poderão ser respondidas ou não, conforme a decisão do grupo e as limitações impostas pelo projeto. As questões elaboradas são chamadas de caixas-pretas. “Uma caixa-preta aberta significa a obtenção de modelos que possam relacionar os fatos conhecidos, gerando explicações” (PIETROCOLA et al, 2000, p.6).

Para Schmitz, (2004, p. 97), os objetivos desta etapa podem ser representados da seguinte maneira:

- Fazer a construção de um conhecimento novo a partir do que já conhecemos.
- Fazer uma contextualização da Situação-Problema .
- Responder perguntas do tipo: do que se trata? Ou o que deve ser levado em conta?
- Fazer, de forma explícita, uma representação inicial do problema, envolvendo os saberes das várias disciplinas e da vida cotidiana.

Os recursos didáticos que podem ser utilizados nesta etapa são, por exemplo, (SCHMITZ, 2004, p. 98):

- Solicitar que os alunos, individualmente ou em pequenos grupos, formulem perguntas por escrito.
- Assistir uma fita de vídeo ou um filme no cinema.
- Fazer uma visita de campo.
- Fazer a leitura de um artigo de jornal ou revista.
- Através da apresentação oral do professor sobre a Situação-Problema.

O mesmo autor, também destaca a importância de ser construído um modelo inicial da solução da situação-problema e de realizar os registros em todas as etapas, pois, caso contrário, os elementos apontados na etapa podem ser esquecidos ou negligenciados.

As perguntas feitas pelos alunos e pelo professor para a contextualização da situação-problema e as questões que surgem durante a construção da representação inicial do problema são ferramentas importantes e indispensáveis para a problematização dos conhecimentos e para o processo de complexificação dos mesmos.

Segundo Moraes, Galiuzzi e Ramos (2002, p.14) quando questionamos “deixamos de aceitar a realidade simplesmente, tal como imposta por outros, pelo discurso do grupo social em que nos inserimos. Esse é o início de um movimento de mudança”.

3.3.3 Panorama espontâneo

A seguir, estabelece-se um *panorama espontâneo* ou panorama mais ampliado da situação-problema, no qual os alunos, utilizando os seus próprios recursos, procuram ampliar o contexto do clichê, sem o uso de especialistas, recorrendo ao questionamento crítico. Nessa etapa são construídas listas de questionamentos, definidas as limitações do problema, as caixas-pretas e as bifurcações da situação-problema. Uma bifurcação “designa um momento em que o autor social tem que optar entre dois caminhos, duas estratégias” (FOUREZ, 1997, p.115).

Segundo Pietrocola (2002, p. 10), esta etapa ainda é “bastante espontânea, trata-se de questionar ou lançar dúvidas ao invés de responder e fornecer explicações”, correspondendo a um momento de diálogo e de questionamentos.

Para Schmitz (2004, p.104), “o produto desta etapa é a elaboração de várias listas ou de esquemas que, posteriormente, poderão ser ampliados, caso seja necessário”. Para Fourez¹³ (1998, p.13, citado por SCHMITZ, 2004, p.104):

A construção desta lista servirá entre outras, para produzir uma nova representação da situação estudada, já mais elaborada e mais apta para promover a comunicação e o debate crítico. Porém, esta representação, por pertinente que já possa ser, não se encaixa na interdisciplinaridade porque os saberes disciplinares ainda não foram utilizados.

Para esta segunda etapa, Schmitz (2004, p. 104) apresenta como objetivos:

- Ampliar o panorama espontâneo, através do levantamento das listas apontadas anteriormente.
- Fazer os alunos perceberem que o projeto não envolve somente o aspecto científico, mas sim que o elemento humano está presente no projeto de vários modos.
- Permitir que os alunos façam um levantamento dos atores, das normas, das posturas e tensões, das caixas pretas, das bifurcações e dos especialistas existentes em torno do problema.

Os procedimentos desta etapa são semelhantes ao da etapa anterior, ou seja, os alunos são incentivados a se manifestarem de forma oral ou escrita em relação ao problema proposto, porém de forma estruturada e mais organizada. A participação do professor torna-se importante em diferentes momentos, como por exemplo, para promover discussões e debates entre os alunos, para que eles apresentem as suas opiniões e também indiquem sugestões aos demais colegas. Para tanto, o professor pode realizar intervenções, atuando inicialmente como coordenador e orientador das atividades, auxiliando os alunos individualmente ou em seus grupos a organizarem as suas idéias.

As considerações sobre esta etapa colocam novamente em evidência o questionamento sistemático como elemento essencial do processo. No entanto, identificam-se os momentos iniciais da construção de argumentos para o encaminhamento de decisões, tais como as delimitações do problema e a identificação das caixas pretas e bifurcações. A elaboração das listas de caixas pretas, bifurcações e especialistas devem ser registradas por escrito após um

¹³ FOUREZ, G. *Se représenter et mettre en oeuvre l'interdisciplinarité à l'école*. In *Revue des sciences de l'éducation*. Vol. XXIV, n°1, 1998. Disponível em: <http://www.fundp.ac.be/institution/autser/interfaces/publications/gerard/txt/GF970618%20interdisc%20Lenoir.pdf>

processo de organização, caracterizando a presença de mais um momento do educar pela pesquisa: a comunicação.

No panorama espontâneo destaca-se a importância de “assumir a dúvida como procedimento básico para a argumentação. A certeza representa a morte da argumentação” (RAMOS, 2002, p. 36).

3.3.4 Consulta aos especialistas

Segundo Bettanin (2003), esta etapa corresponde à inclusão de novos membros no grupo para auxiliar o esclarecimento de dúvidas levantadas na situação-problema que a equipe inicial não conseguiu esclarecer ou discutir sozinha.

Os novos membros são chamados de “especialistas” e são identificados pela capacidade potencial de esclarecer as dúvidas e não apenas pela formação profissional. Cada grupo de trabalho tem a função de definir quais serão os especialistas a serem consultados. Para a escolha dos especialistas a proposta mais detalhada do projeto de resolução da situação-problema deve ser estabelecida, assim como os objetivos a serem alcançados.

Schmitz (2004, p. 111-112), em seu trabalho apresenta a seguinte lista ou esquema para um melhor entendimento dos objetivos desta etapa:

- Escolher os especialistas e especialidades a serem consultados.
- Além de o especialista responder às perguntas colocadas pelos alunos, ao mostrar o ponto de vista dele, o panorama inicial sobre a Situação-Problema pode ser alterado.
- Indicar a importância de consultar vários especialistas, para conseguir explicar as questões colocadas.
- Promover a abertura de algumas caixas pretas (não todas) fazendo uso de princípios disciplinares.
- Os alunos devem vivenciar e perceber que o(s) ator(es) envolvido(s), constantemente se encontra(m) diante de bifurcações e que as escolhas podem ser de ordem técnica, ética ou política.
- Promover os objetivos operacionais (bom uso das caixas pretas, o bom uso de modelos simples¹⁴, o bom uso dos especialistas e o bom uso da negociação¹⁵).

¹⁴ Modelos simples são modelos, “suficientes”, que permitem compreender melhor uma situação e atuar sobre ela (SCHMITZ, 2004, p.22).

¹⁵ Schmitz (2004, p. 43) define negociação como: “Comportamento na qual um indivíduo um grupo ou seu representante busca soluções para problemas, aceitando perder ou ganhar com relação aos seus respectivos interesses iniciais”.

- Identificar os conhecimentos que podem ajudar a esclarecer a Situação-Problema (dimensão utilitária) e os conhecimentos que satisfazem a nossa curiosidade (dimensão cultural).

Nesta etapa pode ocorrer o envolvimento da equipe com diversas áreas do conhecimento. Os alunos podem recorrer aos especialistas disciplinares como forma de não permanecerem na superficialidade no tratamento da situação. A integração das diversas disciplinas caracteriza a interdisciplinaridade do projeto, porém, sugere-se que os especialistas não se limitem apenas à equipe de professores da escola. Para Schmitz (2004, p. 106), “isto levaria para uma interdisciplinaridade reduzida”.

Nesta etapa identificam-se os três momentos da pesquisa: o questionamento na construção dos modelos simples e na elaboração das perguntas aos especialistas; a argumentação para a realização da negociação das escolhas realizadas pelo grupo e a comunicação, na qual se discutem e registram por escrito a construção dos modelos simples e a lista de especialistas.

3.3.5 Indo à prática ou trabalho de campo

Na etapa de *trabalho de campo*, os alunos abandonam o caráter teórico, ligado à situação-problema, para confrontá-lo mais diretamente com a prática, ampliando o panorama espontâneo. Esta é uma etapa de aprofundamento do problema proposto.

Para Fourez (1998, p.13) “o objetivo desta etapa é de ter uma noção mais concreta da situação”. Nesta etapa os grupos definem quais especialistas daqueles que foram listados anteriormente serão consultados. “É o momento em que os participantes do projeto saem do abstrato para entrar em contato com o concreto” (SCHMITZ, 2004, p.112).

Os alunos podem fazer entrevistas com os especialistas na forma presencial, via internet (exemplo: *e-mail*, *chat*), ou de outra forma. Esta consulta visa possibilitar a abertura das primeiras caixas-pretas identificadas.

Schmitz (2004, p. 113), nos apresenta o seguinte esquema dos objetivos desta etapa:

- Fazer com que o aluno tenha uma noção mais concreta da situação.
- Ampliar o panorama espontâneo.
- Mostrar a dimensão humana presente no projeto.
- Fazer o contexto de o projeto interagir com o contexto escolar.

A ida à prática pressupõe um amadurecimento dos questionamentos construídos anteriormente e da construção de novos questionamentos. Nesta etapa está presente a argumentação para a realização da negociação das escolhas realizadas pelo grupo e a comunicação, na qual se discutem e registram por escrito a construção dos modelos simples e a lista de especialistas, além da identificação da relação entre o projeto e o contexto escolar.

3.3.6 Abertura das caixas pretas

Esta etapa corresponde ao momento da proposta em que se pode trabalhar com os conteúdos de uma disciplina específica, dentro da proposta interdisciplinar. É o momento para um estudo mais aprofundado de algum ponto abordado na situação-problema, presente na abertura de caixas pretas. Os especialistas também podem ser solicitados, caso houver necessidade para efetuar a abertura mais aprofundada de uma caixa preta. “A abertura das caixas deve estar condicionada ao contexto, ao projeto, aos produtores e destinatários da ilha de racionalidade” (BETTANIN, 2003, p. 42).

Para Schmitz (2004, p. 113), os objetivos desta etapa estão relacionados com os “conhecimentos sistematizados pelas disciplinas e com os interesses do projeto”.

3.3.7 Esquematização da situação

Esta etapa corresponde à elaboração de uma síntese da IIR. Segundo Pietrocola et al (200, p. 16): “esta síntese pode ser uma figura ou um resumo contendo os principais pontos da ilha de racionalidade e especificando as caixas pretas que podem ser abertas pelo professor [...]”.

Para Schmitz (2004, p. 117), os seguintes objetivos são atingidos nesta etapa:

- A organizar e selecionar dos dados das pesquisas;
- Apresentar resultado da pesquisa;
- Assinalar pontos importantes do projeto;
- Servir de referencial para a construção da representação;
- Estabelecer critérios para as tomadas de decisões;

- Ajudar a promover uma negociação compromissada¹⁶;
- Mostrar que os conhecimentos não são fechados e acabados.

3.3.8 Abertura das caixas pretas sem auxílio de especialistas

Schmitz (2004, p.115), considera que esta etapa é um momento particular da construção da Ilha de Racionalidade:

Este momento pode ocorrer, porque dependendo do lugar onde está sendo aplicado o projeto, nem sempre temos à nossa disposição especialistas para a abertura das caixas pretas. Isto fará com que os alunos (ou o professor) assumam a responsabilidade de fornecer as informações. Desta maneira eles constroem modelos aproximados e provisórios, que mesmo não contendo todo o rigor necessário, tratam de situações envolvendo o cotidiano e produzindo um sentimento de autonomia neles.

Este é um momento de autonomia do grupo. Para que os objetivos sejam alcançados nesta etapa é importante que a interferência do professor seja cautelosa para não prejudicar o desenvolvimento da IIR. “O professor deve estar atento, pois muitas vezes, ele pode achar que os alunos estão abrindo caixas pretas com a ajuda de especialistas e, no entanto o especialista não participou na abertura da caixa preta” (SCHMITZ, 2004, p. 115).

Outro cuidado que o professor deve ter nesta etapa é com as fontes de informações que os alunos poderão consultar para a busca de recursos para abrir uma determinada caixa preta. Eles devem ser orientados a buscarem fontes de informações, de preferência as que apresentam um caráter científico, como, por exemplo, artigos de divulgação científica, livros, revistas.

3.3.9 Síntese da ilha de racionalidade: o produto final

¹⁶ Segundo Schmitz (2004, p. 43), a negociação compromissada corresponde ao: “procedimento na qual as decisões estão voltadas para uma representação formal compartilhada, adotando como critérios as condições de contorno estabelecidas. É necessário considerar quem e onde está sendo realizado o projeto e para que, para quem, como e quando será feita a representação formal partilhada”.

Esta corresponde à etapa final da construção de uma IIR. Este é o momento de apresentar os resultados obtidos durante o desenvolvimento de toda a proposta de trabalho. Estes resultados podem ser apresentados de diversas maneiras, como a apresentação de um relatório, a elaboração de um texto informativo, a construção de uma maquete, a apresentação de um seminário, a apresentação de peças de teatro, entre outras.

Esta etapa pode ser caracterizada como momento de ser elaborado uma síntese ou de um esquema dos aspectos mais relevantes que foram abordados durante a construção da IIR produzida pelos grupos de alunos. A síntese pode ser realizada através de um resumo ou de um “esquema desde que seja possível dar uma representação teórica da situação” (SCHMITZ, 2004, p. 116).

Segundo Bettanin (2003, p. 43), a elaboração de um produto final é importante “para que as etapas anteriores sejam encaradas sob a perspectiva da produção de um resultado concreto”. Os materiais elaborados como produtos finais da IIR também podem servir como subsídio para outros trabalhos complementares.

4 METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo, serão descritas a abordagem metodológica da pesquisa e da análise e interpretação dos dados, bem como a estratégia metodológica da construção da IIR desenvolvida neste trabalho, que visava à exploração do tema fontes de energia, durante a qual foram realizadas as coletas de dados.

4.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA

Esta pesquisa se orientou por uma abordagem de pesquisa naturalística-constructiva, pois ela pretende “chegar à compreensão dos fenômenos e problemáticas que investiga examinando-os no próprio contexto em que ocorrem” (MORAES, 2006, p.14), a sala de aula, e sem qualquer intenção de manipulação pelo pesquisador (LÜDKE; ANDRÉ 1986).

Nesta abordagem de pesquisa os sujeitos envolvidos participam ativamente no processo de construção e reconstrução do seu conhecimento, sendo o processo analisado por meio de manifestações lingüísticas. Os sujeitos do processo são os alunos e a professora-pesquisadora. Outra característica marcante desta abordagem, segundo Moraes (2006), é a superação da neutralidade, na qual o pesquisador é o principal instrumento de coleta de informações e há valorização dos conhecimentos tácitos construídos pelos sujeitos de pesquisa. A referida abordagem possibilita flexibilidade para o desenvolvimento das atividades, interpretando a realidade de forma contextualizada. Em nosso trabalho, a linguagem não é utilizada apenas para apresentar os resultados, mas para expressar as compreensões construídas ao longo do processo.

Esta abordagem, segundo Moraes (2006, p.15), também pode ser denominada “genericamente de abordagem qualitativa-constructiva”. De acordo com Lüdke e André (1986, p.12), na pesquisa qualitativa: “os dados coletados são predominantemente descritivos. O material obtido nessas pesquisas é rico em descrever pessoas, situações, acontecimentos, além de incluir transcrições de entrevistas e depoimentos”.

Este trabalho utilizou como fonte de dados o material elaborado pelos alunos nos grupos de trabalho, os registros dos diários dos alunos e do professor durante o

desenvolvimento da IIR. Também foram realizadas gravações das discussões nos grupos menores.

4.2 METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DADOS

Segundo Moraes (2003b) as pesquisas com abordagem qualitativa têm utilizado cada vez mais análises textuais como forma de analisar, aprofundar e compreender os fenômenos investigados. Esta análise pode ser realizada a partir de textos elaborados, entrevistas e observações. Este tipo de pesquisa busca aprofundar e compreender os fenômenos que se investiga, utilizando de uma análise rigorosa e criteriosa das informações coletadas. Não se pretende testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las ao final da pesquisa; a intenção é a compreensão (MORAES, 2003b).

A análise textual qualitativa pode ser compreendida como:

[...] um processo auto-organizado de construção e compreensão em que novos entendimentos emergem de uma seqüência recursiva de componentes: a desconstrução dos textos do *corpus*, a *unitarização*; estabelecimento das relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar do novo emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada. (MORAES, 2003b, p.192, grifos do autor)

Os depoimentos realizados nos diários dos sujeitos de pesquisa foram analisados de forma qualitativa, baseados na interpretação, descrição e compreensão. Como metodologia de análise dos dados coletados, utilizamos a análise textual com base em Moraes (2003b). O método consiste em reunir material escrito pelos sujeitos de pesquisa e submetê-los à leitura e análise, visando à identificação das unidades de significado. Após a interpretação dos dados e organização das categorias, realizei a composição de novos textos, evidenciando as relações com o referencial teórico.

Segundo Moraes (1999, p. 9): “A análise de conteúdo constitui numa metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda a classe de documentos e textos”. Essa análise auxilia na interpretação dos dados coletados e a atingir uma compreensão de seus significados num nível mais aprofundado que poderiam não ser atingidos em uma simples leitura.

Os depoimentos, gravações e textos dos diários elaborados pelos grupos de alunos desta pesquisa foram organizados a partir dos seguintes processos: a unitarização, categorização, produção descritiva e interpretativa, para analisar e compreender o meu problema de pesquisa.

Inicialmente foi necessário submeter os textos dos alunos ao processo de leitura, examinando os materiais em seus detalhes. Após, realizou-se a codificação, estabelecendo-se um código (letras e números) para identificar os depoimentos dos alunos, em seus respectivos diários.

Posteriormente realizou-se o procedimento de categorização dos dados, classificando-os por semelhanças. Durante este processo foi necessário retornar periodicamente aos relatos escritos nos diários e minhas anotações, procurando, ao longo da categorização, responder às minhas questões de pesquisa.

Após o trabalho de unitarização e categorização das unidades de análise, partiu-se para a descrição dos resultados da pesquisa, que não se restringiu somente à descrição dos dados coletados, mas incorporou uma interpretação dos elementos do educar pela pesquisa dentro da dinâmica de construção da IIR. Buscou-se a compreensão mais aprofundada dos significados expressos nas categorias emergentes, com o objetivo de relacioná-los com a fundamentação teórica.

Para a análise dos conhecimentos prévios dos alunos sobre fontes de energia, foi elaborada uma situação-problema para ser construída uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade. A IIR resultou em um projeto apresentado por todos os grupos de alunos para solucionar a situação-problema proposta. Além da apresentação oral, os alunos produziram um conjunto de textos durante as atividades propostas. Esses textos foram também analisados e finalmente foi feita a avaliação do processo.

4.3 UTILIZANDO A IIR EM SALA DE AULA

Neste capítulo apresento o caminho percorrido para a construção do projeto realizado em sala de aula, baseado em elementos da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade. O relato e a análise são realizados de acordo com as etapas propostas por Gerard Fourez (1997) e descritas na seção 3.3.

A turma que participou desta investigação possuía uma carga horária de três aulas semanais de Física, com cinquenta minutos cada. Optei por utilizar todas as aulas do último trimestre para desenvolver a metodologia de construção do projeto baseado na IIR, estabelecendo um prazo final para a apresentação da solução da situação-problema. Esta escolha permitiu o desenvolvimento do projeto em um prazo maior, no qual os alunos realizaram as atividades de pesquisa, explorando o conteúdo programático previsto na disciplina.

4.3.1 Etapa zero

Nesta etapa foram desenvolvidas duas atividades: a primeira correspondeu à identificação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre energia, trabalho, força e potência; a segunda atividade correspondeu à elaboração da situação-problema pela professora-pesquisadora.

A investigação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre energia foi realizada utilizando a proposta desenvolvida por Duit (1984).

Foram realizadas seis atividades que buscavam identificar os conhecimentos prévios dos alunos utilizando de associações de palavras, definições ou descrições de conceitos, exemplos, análise de uma montagem experimental e análise de situações de conservação de energia.

A atividade de associação foi realizada com a apresentação aos alunos de uma tabela com as palavras Energia, Trabalho, Força e Potência. Os alunos tinham 30 s para registrar cinco palavras associadas a cada uma das palavras da tabela. Não houve nenhuma instrução ou interferência da professora em relação ao tipo de associação que deveria ser feita. Para Duit¹⁷ (1984, p. 61):

As associações fornecem informações sobre como as idéias vêm espontaneamente à mente dos alunos quando eles são confrontados com palavras que utilizamos em Física, como nomes para conceitos. Apesar de a informação obtida ser limitada, as associações permitem uma percepção aproximada dos significados ligados aos termos físicos pelo grupo de alunos.

¹⁷ Tradução nossa.

A seguir, foi proposto que os alunos definissem ou descrevessem o significado das palavras Energia, Trabalho, Força e Potência com suas próprias palavras. O tempo disponível para o preenchimento de cada definição foi de 2 minutos. Segundo Duit (1984, p. 61):

As definições aproximam-se um pouco mais do pensamento lógico dos estudantes em conexão com um conceito. No entanto, deve-se ter em mente que não se pode diferenciar quando a definição é baseada no entendimento ou simplesmente se ela foi decorada.

A atividade seguinte visava à apresentação de três exemplos das palavras Energia, Trabalho, Força e Potência. O tempo disponível para o preenchimento dos exemplos de cada palavra foi de 1 minuto. Duit (1984, p. 61) afirma que “a habilidade de fornecer exemplos é vista como um importante indicador de aprendizagem do conceito. Os exemplos têm significado para fundamentar a informação obtida através das associações e definições”.

Foi apresentada uma montagem experimental de um motor ligado em série com uma bateria e um interruptor, que eleva um bloco por meio de um fio e uma roldana fixa (Figura 1). Foi solicitado que os alunos explicassem o que ocorria quando o interruptor era acionado, utilizando as palavras Energia, Trabalho, Força e Potência em sua explicação. “A aplicação dessas palavras para descrever um processo fornece algum indicador sobre como os estudantes são capazes de fazer uso dos conceitos” (DUIT, 1984, p. 61).

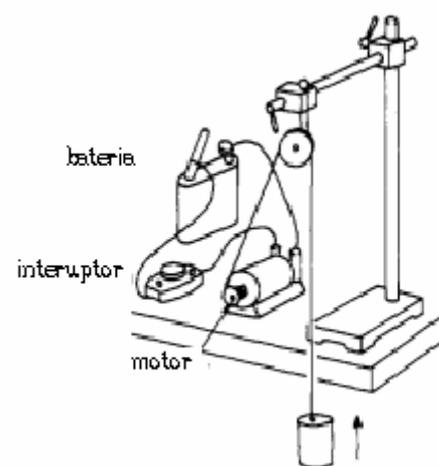


Figura 1: Montagem experimental apresentada aos alunos, adaptada a partir de Duit (1984).

Na última atividade foram apresentadas seis diferentes situações de queda e lançamento de uma bolinha de gude em rampas sem atrito com diferentes formas. Foram questionadas as alturas máximas atingidas em três situações e as velocidades em outras três

situações (Figura 2). O tempo disponível para a análise de cada situação foi de 1 minuto. “O objetivo era verificar se os alunos eram capazes de aplicar o conceito de energia e especialmente o princípio de conservação de energia, ou se eles utilizariam as noções cotidianas” (DUIT, 1984, p. 61).

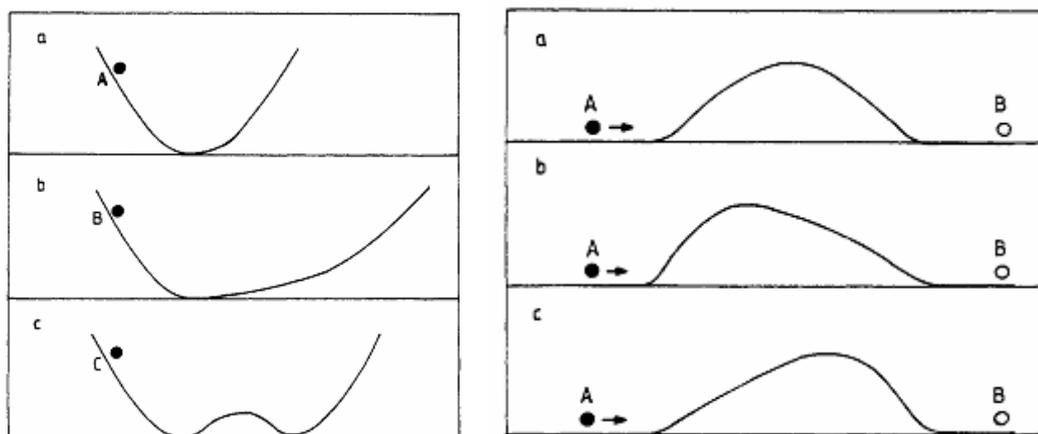


Figura 2: Esquema das rampas sem atrito com diferentes formas, utilizadas para questionar a altura máxima atingida (esquerda) e a velocidade final atingida (direita).

O material preenchido pelos alunos foi analisado de modo a identificar as categorias emergentes dos conhecimentos prévios dos alunos em relação à energia, trabalho, força e potência, auxiliando a professora no encaminhamento das atividades seguintes.

A situação-problema foi elaborada pela professora-pesquisadora, levando em consideração que ela deveria possibilitar, além da discussão dos conteúdos de Física físicos (Energia, Trabalho, Força e Potência), aspectos relacionados ao cotidiano do aluno e às interações entre a ciência, a sociedade, a tecnologia e o meio-ambiente. Pretendia-se também que o problema permitisse o tratamento das questões econômicas ligadas ao consumo energético e do uso de fonte renováveis e não-renováveis de energia. A figura 3 representa um esquema dos elementos que deviam ser contemplados na proposta da situação-problema.

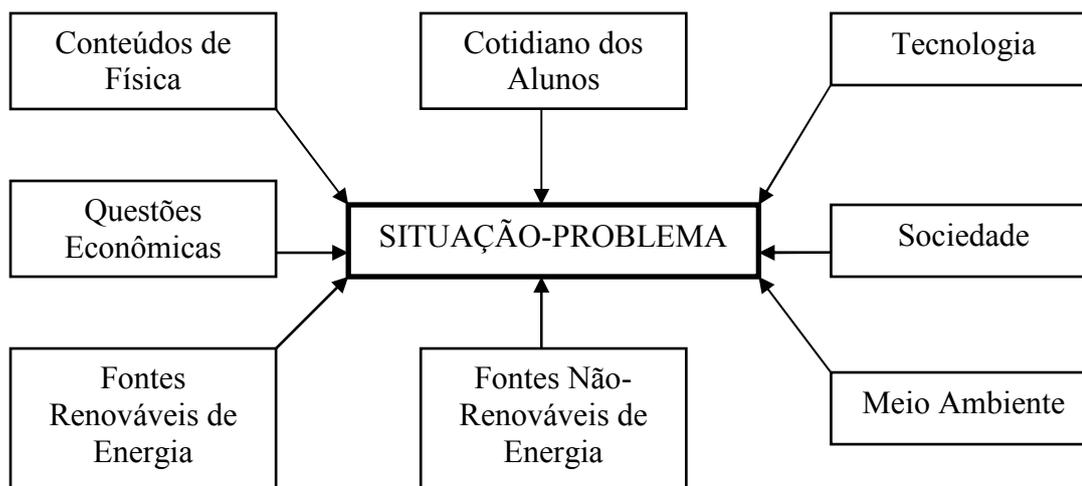


Figura 3: Esquema dos elementos a serem contemplados na discussão e resolução da situação-problema.

A partir das considerações anteriores, elaborou-se a seguinte situação-problema:

Uma empresa deseja construir uma usina (ou gerador), para suprir o consumo de energia elétrica de uma casa, com um quarto, uma sala, um banheiro e uma área de serviço. É necessário que se desenvolva um projeto deste gerador/usina, informando o seu funcionamento detalhado, as condições de funcionamento, o custo de funcionamento, as vantagens e desvantagens em relação ao meio ambiente. Para isso, cada grupo, deve desenvolver e defender o seu projeto, usando uma fonte de energia renovável ou não-renovável.

4.3.2 Clichê da situação

Esta etapa é marcada pelo questionamento dos alunos sobre alguns conceitos de Física, pela apresentação, discussão e contextualização da situação-problema e pelo levantamento das hipóteses iniciais sobre as possíveis soluções da situação-problema.

A situação-problema foi inicialmente apresentada a todos os alunos. A contextualização foi realizada de forma coletiva, buscando incentivar no grande grupo a discussão das idéias dos alunos sobre o problema.

As fontes de energia citadas neste momento pelos alunos foram: energia solar, energia eólica, energia hídrica e a energia nuclear. Verificou-se que a maioria dos alunos possuía

algum conhecimento sobre as mesmas, provenientes de leituras de jornais, revistas, televisão e outros meios de comunicação.

Para a abordagem da situação-problema, organizaram-se pequenos grupos. Após a definição dos membros dos grupos de trabalho, foi entregue para cada grupo um caderno para a realização de um “diário”, que deveria ser utilizado para registrar todas as atividades realizadas em cada aula e realizar as anotações dos questionamentos iniciais sobre o projeto, assim como para a reelaboração das questões. As dúvidas, curiosidades e fontes de pesquisa (sites, livros, revistas, jornais, etc.) também deveriam ser anexadas e anotadas. Em diferentes momentos ao longo do projeto o diário foi compartilhado e avaliado pelos outros grupos, com a inserção de críticas e elogios à organização e conteúdo dos registros.

4.3.3 Panorama espontâneo

Esta etapa constituiu-se na reelaboração das questões elaboradas na primeira etapa pelos alunos, ampliando o clichê por meio de outras questões relevantes sobre a situação-problema. Correspondeu a uma fase de grande questionamento por parte dos alunos e ansiedade. Eles estavam diante de um novo ambiente de aprendizagem, no qual os papéis dos atores (alunos e professor) tinham sido redefinidos.

Este momento foi constituído de uma retomada da atividade anterior do clichê, no qual foi realizada uma nova leitura e contextualização da situação-problema. Decidiu-se que os alunos apresentariam a resolução da situação problema em pequenos grupos. Cada grupo apresentaria o projeto de uma única casa, com móveis, utensílios e aparelhos elétricos e eletrônicos considerados necessários. As decisões sobre o projeto deveriam ser coletivas em todos os aspectos, utilizando a negociação interna no grupo.

A partir dos questionamentos iniciais, alguns aspectos foram estabelecidos para toda a turma, de forma que todos trabalhassem com a mesma realidade. Definiram-se os produtos intermediários a serem apresentados ao grande grupo e o tipo de registro a ser feito para a comunicação dos resultados. As seguintes ações e detalhamentos das atividades que seriam desenvolvidas pelos grupos de trabalho foram especificadas:

- Construir a planta baixa da casa em escala;

- Relacionar os móveis e utensílios eletro-eletrônicos em cada cômodo da casa (custo total máximo de R\$50.000,00);
- Descrever detalhadamente as características de consumo energético dos utensílios eletro-eletrônicos;
- Calcular o consumo de energia elétrica desta casa no período de um mês (em kWh);
- Calcular o custo do consumo anual de energia elétrica da casa (em R\$);
- Escolher um tipo de fonte de energia renovável ou não-renovável, com a justificativa da escolha;
- Descrever o funcionamento do gerador ou usina, com as dimensões necessárias para atender a casa projetada anteriormente por um ano;
- Realizar o cálculo, aproximado do custo de construção e manutenção do gerador (ou usina) por um ano;
- Apresentar os impactos ambientais produzidos pela geração da energia para a casa projetada.

Os aspectos delimitados não tiveram a intenção de proporcionar um roteiro de atividades, mas esclarecer a proposta para os alunos, que estavam bastante ansiosos com esta forma diferenciada de trabalhar a Física.

No primeiro encontro após a etapa anterior, inicialmente foi realizada uma leitura e contextualização da situação problema. A seguir foram encaminhadas as atividades, tais como a elaboração de um esboço da planta baixa da casa e uma lista preliminar de compras dos utensílios, móveis, aparelhos elétricos e eletrônicos para mobiliar a casa. Com os grupos formados, este é o momento de iniciar as atividades coletivas dentro dos grupos.

Para a organização de argumentos para as novas hipóteses, não se pode ficar apenas na coleta de dados e nos questionamentos. É necessário que ocorram interpretações das informações. Dentro dos grupos, os alunos passam a negociar a divisão de tarefas, quem será o relator do grupo, suas opiniões sobre a construção da casa. A validação dos acordos entre os elementos do grupo passa por uma etapa de comunicação, com o registro nos diários das decisões estabelecidas. Neste momento observa-se que os grupos apresentam ritmos e níveis de negociação bastante diferenciados.

No encontro seguinte os alunos reuniram-se para dar continuidade às suas atividades. De posse de folders obtidos em lojas e na Internet, iniciaram a construção de uma tabela com as características dos aparelhos eletro-eletrônicos para a casa do grupo. Também indicaram os prováveis especialistas a serem consultados para construção da planta baixa da casa. Os grupos optaram por fazer uma escolha preliminar da fonte de energia renovável ou não-

renovável para a construção da usina ou gerador para suprir o consumo de energia elétrica da casa projetada pelo grupo.

As fontes de energia escolhidas pelos grupos foram:

Grupo A: fonte de energia renovável - energia hídrica

Grupo B: fonte de energia renovável - energia solar

Grupo C: fonte de energia renovável - energia solar

Grupo D: fonte de energia renovável - energia solar

Grupo E: fonte de energia não-renovável – óleo diesel

Grupo F: fonte de energia renovável – energia eólica

Grupo G: fonte de energia renovável – energia hídrica

As fontes de energia foram selecionadas pelos grupos, sem a interferência da professora pesquisadora que permitiu a utilização da mesma fonte por diferentes grupos. Mais tarde, alguns grupos modificaram suas escolhas por motivos diversos, como a facilidade de encontrar material de pesquisa.

Após os alunos terem realizado a reunião e organização dos novos argumentos para as atividades que foram propostas nesta etapa, foi realizada uma mesa redonda para uma apresentação inicial das tarefas que estavam sendo realizadas. Esta apresentação ocorreu de forma muito informal, sem rigor para a apresentação. Os alunos organizaram as mesas e a apresentação ocorreu na ordem em que os grupos estavam dispostos na sala de aula.

A mesa redonda possibilitou a primeira experiência de comunicação coletiva dos grupos e de um espaço importante para a ampliação da qualidade política das discussões. Procurei envolver todos os alunos na mesa redonda em sala de aula, incentivando a formulação de questionamentos.

Esta comunicação de resultados possibilitou o compartilhamento de informações e as críticas, auxiliando na organização dos grupos no processo de construção da IIR. As atividades apresentadas pelos grupos neste momento corresponderam à apresentação dos seguintes produtos:

- Apresentação da planta baixa da casa fazendo o uso de uma escala;
- Indicação dos especialistas consultados;
- Apresentação da lista preliminar de compras dos utensílios, móveis, aparelhos elétricos e eletrônicos para mobiliar a casa;

Segundo Mores, Ramos e Galiazzi (2004, p. 101), a comunicação dos resultados “não cabe apenas fazer um relatório de um experimento e entregá-lo ao professor”. É necessário submetemos ao grande grupo, numa ação discursiva dialógica. Embora o acompanhamento do desenvolvimento das mesmas tenha sido constante, é necessário que os demais colegas tenham conhecimento do que os outros colegas estão produzindo para também dar a sua contribuição por meio de sugestões.

Em um grande círculo, os trabalhos foram sendo apresentados, enquanto os demais colegas anotavam as suas sugestões. Este exercício de crítica fundamentada permitiu que algumas questões que não haviam sido contempladas no primeiro momento fossem levantadas e que os alunos exercitassem mais uma vez o questionamento, a argumentação e a comunicação.

4.3.4 Consulta aos especialistas e às especialidades

Nesta etapa os alunos recorreram à consulta de especialistas para a abertura de algumas caixas pretas. Os grupos definiram quais os especialistas que seriam consultados. Foram citados professores de outras disciplinas, estudantes de engenharia, eletricitas, pedreiros e pais. Algumas consultas foram realizadas fora do ambiente da escola e do horário das aulas.

A consulta aos especialistas mostrou-se uma alternativa importante para a construção de novos argumentos. Para que os alunos pudessem consultar os especialistas, eles tiveram que elaborar melhor suas dúvidas, organizá-las, inclusive registrando-as por escrito. Os argumentos foram ficando cada vez mais elaborados à medida que eles se apropriavam do assunto.

Em sala de aula permanecemos trabalhando nas atividades que foram propostas e já referenciadas. Nesta etapa foi importante realizar um circuito de orientações mais individualizadas nos pequenos grupos, passando em cada grupo para analisar e acompanhar as atividades que estavam sendo realizadas, verificar o andamento dos grupos, as produções e as dúvidas.

Neste período, para abrir algumas das caixas pretas identificadas, com auxílio da professora de matemática, foram trabalhadas as construções das plantas baixas em escala. A professora de biologia trabalhou com os alunos sobre os impactos ambientais causados pelas

respectivas fontes de energia selecionadas pelos grupos. Ambas as professoras trabalharam com estes temas em função do interesse dos alunos em seus respectivos períodos de aula.

A partir dos questionamentos levantados e rediscutidos, havia chegado o momento de irmos à prática.

4.3.5 Indo à prática

Esta etapa corresponde ao aprofundamento dos conhecimentos, em que abandonamos o caráter teórico para partirmos para a prática. Ir à prática significa aprofundar os conhecimentos recorrendo à ajuda dos especialistas, que neste caso referem-se aos especialistas referenciados anteriormente.

Na produção de novos argumentos é necessário sair em busca de recursos, que podem ser encontrados nos livros. Mas também é possível entrevistar, analisar e interpretar diferentes idéias e pontos de vista. Como forma de apresentar os resultados pode-se recorrer a uma produção escrita (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2002).

Para Moraes, Galiazzi e Ramos (2002, p. 17) este momento corresponde ao de “produção propriamente dita”. Para que os argumentos sejam produzidos é necessário envolver-se nesta produção.

Diante das sugestões dos colegas e após a consulta a alguns especialistas e especialidades, mencionados anteriormente os alunos realizaram as reconstruções das atividades desenvolvidas no panorama espontâneo.

Nesta etapa, os alunos iniciaram a descrição detalhada das características dos aparelhos eletro-eletrônicos para o cálculo do consumo energético (potência, tempo de uso diário) buscando informações em diferentes fontes de pesquisa. Os alunos também trouxeram para a sala de aula diversos artigos de jornais e revistas que discutiam questões relacionadas ao tema, como aquecimento global e fontes alternativas de energia, entre outras.

A partir dos materiais selecionados e trazidos para a sala de aula pelos alunos, realizamos uma análise e discussão sobre os textos de jornais e revistas, explorando diversas dimensões: científica, tecnológica, social e das interações CTSA (PRESTES; MARQUES DA SILVA, 2007).

Após as reconstruções das atividades correspondentes à planta baixa da casa e das tabelas de características dos utensílios eletro-eletrônico, foi realizado a comunicação dos

produtos destas atividades ao grande grupo.

Os trabalhos foram apresentados ao grande grupo, enquanto os demais colegas anotavam as suas sugestões. Este exercício de crítica fundamentada, foi essencial nesta etapa de construção da IIR, permitindo que os alunos exercitassem mais uma vez o questionamento, a argumentação e a comunicação.

A partir das sugestões dos colegas e diante da necessidade da construção de novos argumentos, optou-se por uma nova consulta aos especialistas. Os especialistas consultados foram os professores e funcionários dos laboratórios de pesquisa e do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS. Para esta consulta os grupos elaboraram uma entrevista e um roteiro para uma visita programada.

Em função da disponibilidade de recursos financeiros da CAPES para arcar com as despesas de deslocamento até a cidade de Porto Alegre, foi planejada uma visita da turma e de dois professores aos laboratórios de pesquisa em energia solar instalado no Parque Tecnológico da PUCRS (TECNO PUC) e ao centro de energia eólica da PUCRS. Nessa mesma ocasião, os grupos realizaram o planejamento e estabelecimento de um roteiro de visita ao Museu de Ciências e Tecnologia (MCT-PUCRS). O Museu possui diversos experimentos interativos de Física que permitem a simulação de pequenas usinas hidrelétricas e eólicas, e a manipulação das condições de iluminação de um carro movido a energia solar, entre outros. A Figura 3 apresenta alguns registros fotográficos dos laboratórios de pesquisa e o do MCT-PUCRS.



Figura 3: Da esquerda para a direita: laboratório de pesquisa de energia solar fotovoltaica; turbinas do centro de energia eólica e área de experimentos interativos de Física do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS.

Em sala de aula os alunos expressaram os resultados das visitas aos laboratórios e ao Museu em forma de uma produção escrita, a partir dos questionamentos elaborados, comunicados e validados anteriormente, confrontando com as suas idéias e com seus

argumentos já elaborados. Foi um momento de construção e reconstrução do conhecimento dos alunos.

As pessoas entrevistadas nos laboratórios da PUCRS e os experimentos realizados no Museu colaboraram para que ocorressem diferentes interpretações das idéias e de pontos de vista inicialmente construídos pelos grupos.

4.3.6 Abertura aprofundada das caixas pretas

Apresentamos a seguir a dinâmica desenvolvida em uma das etapas mais longas de construção do projeto, nas quais diversos aspectos relativos aos conteúdos de Física são tratados.

Após as apresentações e reconstruções das atividades desenvolvidas pelos grupos, nesta etapa decidiu-se pela abertura de uma das caixas pretas identificadas pelos alunos: Como realizar o cálculo de consumo de energia elétrica de uma casa? Para tanto, optou-se por realizar uma aula expositiva-dialogada sobre o cálculo do consumo de energia elétrica de uma residência, com base no material produzido para alunos pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física¹⁸ (1998).

Na etapa anterior cada grupo havia apresentado uma tabela com as indicações das características dos aparelhos elétricos. Mas diversas tabelas não continham as informações necessárias para o cálculo do consumo da energia elétrica. As informações necessárias para este cálculo foram novamente discutidas durante a aula de Física. Inicialmente os alunos enfrentaram o desafio de realizar o cálculo do consumo de energia elétrica de sua residência. Posteriormente, após uma discussão sobre as dificuldades enfrentadas e esclarecimento de dúvidas, realizaram o cálculo da casa projetada pelo grupo.

Nesta etapa, diversos outros conceitos de Física foram trabalhados, tais como o conceito de energia cinética e potencial, potência, trabalho e força, utilizando o material do GREF de Mecânica (2001).

Após a realização da reconstrução das tabelas com o material do GREF (1998), e da realização das atividades correspondentes ao cálculo do consumo de energia elétrica mensal e anual da casa projetada pelo grupo, realizamos a comunicação destas atividades para o grande

¹⁸ O material utilizado encontra-se disponível em <http://axpfep1.if.usp.br/~gref/eletro/eletro1.pdf>.

grupo.

Diante da abertura de algumas das caixas pretas, com os dados referentes ao consumo de energia elétrica da casa projetada pelos grupos e com as pesquisas realizadas pelos grupos sobre as fontes de energia, havia chegado o momento de avançarmos na elaboração do projeto da usina/gerador que seria responsável pela produção de energia para a casa.

Retomamos então, as discussões sobre os aspectos que foram delimitados com os grupos de trabalho após a apresentação inicial da situação-problema:

- Descrever o funcionamento do gerador ou usina, com as dimensões necessárias para atender a casa projetada anteriormente por um ano;
- Realizar o cálculo, aproximado do custo de construção e manutenção do gerador (ou usina) por um ano;
- Apresentação dos impactos ambientais produzidos pela geração da energia para a casa projetada.

Após a retomada destes aspectos, os alunos realizaram a elaboração de hipóteses sobre: a construção da usina ou gerador, a partir de uma fonte de energia (renovável ou não-renovável) para suprir o consumo de energia elétrica da casa projetada pelos grupos; o funcionamento do gerador ou usina e suas dimensões necessárias para atender a casa projetada pelos grupos; os impactos ambientais produzidos pela geração de energia.

Para análise dos impactos ambientais foi necessária uma nova busca e seleção de outros artigos de jornais e revistas sobre as fontes de energia selecionadas pelos grupos, assim como uma pesquisa bibliográfica sobre como se constrói uma usina ou gerador a partir de uma fonte de energia renovável ou não-renovável. Nesta etapa, novamente realizamos a análise e discussão dos textos de jornais e revistas trazidos pelos alunos (PRESTES; MARQUES DA SILVA, 2007).

4.3.7 Esquematização da situação

Esta etapa correspondeu à realização de uma síntese da IIR produzida até aquele momento. Novamente foi proposta uma mesa redonda em sala de aula, onde alguns grupos fizeram suas apresentações utilizando recursos da informática. Esta atividade tinha como

objetivo comunicar aos colegas quais eram os avanços obtidos até aquele momento na pesquisa, identificando as dúvidas encontradas durante a realização das atividades. Recorremos novamente ao auxílio dos colegas para a elaboração de críticas e sugestões para a melhoria dos trabalhos apresentados.

As sínteses foram registradas nos diários dos grupos, constituindo-se um importante material de pesquisa e consulta.

4.3.8 Abertura das caixas pretas sem auxílio dos especialistas

Nesta etapa, os alunos realizaram as suas reconstruções sem o auxílio dos especialistas, buscando informações por iniciativa própria em diversas fontes de pesquisa. Este momento corresponde ao um novo processo de construção de novos argumentos, retomando o ciclo dialético do educar pela pesquisa. Nas palavras de Ramos (2002, p. 26):

[...] tanto o conhecimento cotidiano como os conhecimentos científicos avançam por meio de construções discursivas desenvolvidas no seio de comunidades que progridem graças aos processos argumentativos. A construção de argumentos passa pela leitura crítica e reflexão do objeto de pesquisa, tornando assim o aluno um autor do seu próprio discurso, diferente do ensino tradicional, onde a argumentação está centrada na figura do professor, formatada e com respostas prontas.

Para continuidade do trabalho, novas pesquisas foram necessárias, o que resultou em um momento de dificuldade para alguns grupos, pois o aprofundamento gerou diversas novas bifurcações e caixas pretas. Este momento exigiu maior esforço e aprofundamento por meio de novas leituras. Os alunos também buscaram referências na literatura para comparar os resultados encontrados.

4.3.9 Síntese da ilha de racionalidade produzida

Após a elaboração da esquematização do trabalho desenvolvido e abertura de algumas caixas pretas sem o auxílio dos especialistas, foi realizada a apresentação final das soluções propostas para a situação-problema pelos grupos.

As apresentações ocorreram na forma de seminário. Alguns alunos utilizaram o laboratório de informática da escola para as apresentações e outros fizeram a apresentação com o uso de cartazes.

Além da apresentação final do projeto, um dos produtos finais desta Ilha de Racionalidade corresponde aos diários produzidos pelos grupos, que contém a documentação dos projetos construídos e apresentados pelos alunos. Para finalizar o trabalho, realizamos uma avaliação da dinâmica desenvolvida da sala de aula, buscando identificar as percepções dos alunos sobre a metodologia desenvolvida.

O Quadro 1 apresenta um resumo das atividades desenvolvidas na construção da IIR.

4.4 QUADRO RESUMO DAS ATIVIDADES

O Quadro 1 apresenta um resumo das etapas de desenvolvimento metodológico do trabalho desenvolvido, na qual identificamos os pressupostos pedagógicos da abordagem do educar pela pesquisa, relacionando-as com algumas das etapas de construção de uma IIR, como proposto por Fourez (1997).

Quadro 1- Etapas da IIR construída, identificando os elementos do educar pela pesquisa presentes em cada etapa, assim como a proposta e as atividades realizadas pelos alunos.

Etapas da IIR	Elementos do Educar pela pesquisa	Proposta de trabalho	Atividades realizadas pelos alunos
Etapa zero	Questionamento	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre energia, trabalho, força e potência. • Delimitação e elaboração da situação-problema (professora-pesquisadora). 	<ul style="list-style-type: none"> • Preenchimento das questões para identificação dos conhecimentos prévios sobre os significados de conceitos e aplicações da conservação da energia.
Clichê	Questionamento Argumentação Comunicação	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação, discussão e contextualização da situação-problema aos alunos. • Entrega aos grupos de trabalho de um caderno para a realização de um “diário” para registro das atividades, dúvidas, comentários e materiais consultados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação das hipóteses iniciais sobre a situação-problema sobre as possíveis soluções para a resolução da situação problema. (conhecimentos prévios sobre fontes de energia, localização, limitações). • Definição das equipes/grupos de trabalho.

<p style="text-align: center;">Panorama Espontâneo</p>	<p style="text-align: center;">Questionamento Argumentação Comunicação</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitação com o grupo das atividades a serem desenvolvidas a partir da retomada das discussões sobre a situação-problema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Levantamento de hipóteses sobre a construção da planta baixa da casa e da tabela com os utensílios e aparelhos eletro-eletrônicos para a casa projetada pelos grupos. • Construção de um esboço inicial da planta baixa da casa. • Construção de uma lista inicial com os produtos eletro-eletrônicos e demais utensílios, indicando as características julgadas necessárias pelo grupo. • Reunião de materiais de lojas (folders e páginas na Internet) sobre preços e características de utensílios e aparelhos eletro-eletrônicos. • Apresentação da proposta inicial da planta baixa da casa de cada grupo para crítica do grande grupo. • Apresentação da listagem inicial dos utensílios e aparelhos eletro-eletrônicos de cada grupo para o grande grupo. • Sugestões do grande grupo a cada grupo visando à reelaboração da planta baixa e das listagem de utensílios e aparelhos eletro-eletrônicos. • Listagem dos especialistas que poderão ser consultados para auxiliar na realização das atividades propostas. • Escolha inicial da fonte de energia a ser utilizada na construção do projeto da casa de cada grupo. • Comunicação dos resultados das atividades desenvolvidas aos colegas
<p style="text-align: center;">Consulta aos especialistas e especialidades</p>	<p style="text-align: center;">Questionamento Argumentação Comunicação</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fase de pesquisa bibliográfica e consulta aos especialistas e especialidades indicadas pelos grupos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalho com a professora de matemática sobre noções de escala em seu respectivo período de aula. • Trabalho com a professora de biologia sobre os impactos ambientais causados pelas fontes de energia não-renováveis em seu respectivo período de aula. • Consulta ao servente da escola (pedreiro), engenheiros e pais para esclarecimento de dúvidas

			sobre a planta baixa.
Indo à prática	Questionamento Argumentação Comunicação	<ul style="list-style-type: none"> • Fase de pesquisa bibliográfica e consulta aos especialistas e especialidades indicadas pelos grupos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstrução da planta baixa da casa a partir da consulta aos especialistas e especialidades. • Comunicação das reconstruções da planta baixa após a consulta aos especialistas e especialidades. • Reconstrução das tabelas com as características dos aparelhos eletro-eletrônicos para cálculo do consumo energético (potência, tempo de uso diário). • Apresentação dos grupos das reconstruções das tabelas de utensílios realizadas para os demais colegas e da planta baixa da casa. • Seleção de artigos de jornais e revistas sobre as fontes de energia selecionadas pelos grupos. • Análise dos textos de jornais e revistas trazidos pelos alunos (PRESTES; MARQUES DA SILVA, 2007). • Discussão sobre os textos de jornais e revistas trazidos pelos alunos. • Elaboração da entrevista (nos pequenos grupos) aos especialistas a serem consultados na visita aos laboratórios de pesquisa e ao Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS foi sugerido um roteiro de pesquisa. • Comunicação e validação da entrevista aos especialistas a serem consultados na visita aos laboratórios de pesquisa e ao Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS foi sugerido um roteiro de pesquisa no grande grupo. • Visitas aos laboratórios de pesquisa e ao Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS. • Elaboração de produções escritas.

<p>Abertura das caixas pretas</p>	<p>Questionamento Argumentação Comunicação</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aula expositiva-dialogada sobre cálculo do consumo de energia elétrica com o material do GREF (1998). • Aula expositiva dialogada sobre energia cinética e potencial gravitacional a partir do material do GREF (2001) e outros materiais didáticos. • Retomada das discussões sobre a situação-problema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização do material do GREF em sala de aula para o estudo do cálculo do consumo de energia elétrica de uma residência. • Realização dos cálculos do consumo de energia elétrica da casa de cada aluno utilizando uma tabela proposta pelo material do GREF. • Comparação e discussão dos resultados obtidos (cálculos dos alunos e o valor real). • Realização dos cálculos mensal e anual do consumo de energia elétrica da casa dos grupos. • Comunicação das atividades desenvolvidas aos demais colegas a partir da utilização do material do GREF (1998). • Realização das atividades a partir do material do GREF (2001). • Elaboração de hipóteses sobre a construção da usina ou gerador, a partir de uma fonte de energia (renovável ou não-renovável) para suprir o consumo de energia elétrica da casa projetada pelos grupos. • Elaboração de hipóteses sobre o funcionamento do gerador ou usina e as suas dimensões necessárias para atender a casa projetada pelos grupos. • Elaboração de hipóteses sobre os impactos ambientais produzidos pela geração de energia da casa projetada;
<p>Esquematização da situação</p>	<p>Comunicação</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do material produzido por cada equipe que fará parte do trabalho final.. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação de uma síntese do projeto de cada grupo e a indicação dos avanços e as perspectivas para abertura de novas caixas pretas de cada grupo. • Os grupos indicam sugestões aos demais grupos após a apresentação do seu projeto inicial.
<p>Abertura de caixas pretas sem auxílio de especialistas</p>	<p>Questionamento Argumentação Comunicação</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fase de pesquisa bibliográfica e produção de novos argumentos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Busca de argumentos para fundamentação das novas hipóteses estabelecidas por meio de pesquisa nas diversas fontes de informações. • Argumentação das novas hipóteses estabelecidas

			<p>sobre o projeto de construção da usina ou gerador para suprir o consumo de energia elétrica da casa projetada pelo grupo.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Produção escrita dos argumentos para serem submetidos a críticas e análise do grupo, que inicialmente correspondeu ao próprio grupo de trabalho e posteriormente para o grupo todo. •Análise dos custos, benefícios e impactos ambientais.
Síntese da Ilha Produzida	Comunicação	<ul style="list-style-type: none"> •Apresentação e entrega do trabalho final dos grupos. •Apresentação e defesa dos projetos. 	<ul style="list-style-type: none"> •Os grupos apresentam e defendem o projeto desenvolvido.

O total de horas-aula de 50 minutos utilizadas para a construção da IIR correspondeu a 45 h/a, equivalente a um trimestre letivo.

5 RESULTADOS ENCONTRADOS NESTA INVESTIGAÇÃO¹⁹

No presente capítulo, apresento as categorias que emergiram a partir da análise dos dados coletados durante esta investigação, na tentativa de responder às minhas questões de pesquisa, apresentando minha interpretação sobre como estão presentes os três elementos que caracterizam o educar pela pesquisa em sala de aula, na proposta de trabalho sobre fontes de energia com enfoque CTSA utilizando elementos da estratégia metodológica de construção de uma IIR.

- QUESTIONAMENTO: Desequilíbrio; Negociação; Complexificação do Conhecimento.
- ARGUMENTAÇÃO: Construção de novas hipóteses; Reunião de argumentos; Organização de argumentos.
- COMUNICAÇÃO: Comunicação interna; Comunicação externa.

5.1 QUESTIONAMENTO

O questionamento corresponde ao primeiro elemento do educar pela pesquisa, e é “a mola propulsora da pesquisa em sala de aula” (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2002, p.18), funcionando como “um elo entre o que temos hoje e o que ainda não conhecemos, mas iremos buscar” (BARREIRO, 2002, p. 180).

Apresentamos a seguir, as três categorias que emergiram a partir da análise dos textos e falas dos alunos, quando buscamos identificar como se concretiza o questionamento sistemático e crítico na sala de aula: o desequilíbrio; a negociação; e a complexificação dos questionamentos. Acreditamos que é necessária a quebra da estabilidade ou saída da “zona de conforto” como primeiro passo para a busca de novas respostas. A sala de aula com pesquisa, além de causar a desconforto dos alunos, incentivando-os a abandonarem uma posição de passividade, estimula esse processo por meio de negociações que vão além de simples acordos entre alunos e professor, mas que passam pela elaboração e apresentação de argumentos dentro dos grupos de trabalho. A utilização de elementos da estratégia

¹⁹ Os depoimentos dos alunos estão transcritos em itálico para diferenciar de outros autores mencionados.

metodológica de construção de uma IIR promoveu a reelaboração contínua dos questionamentos levantados, em um processo cíclico de complexificação que amplia a capacidade crítica e argumentativa dos alunos.

5.1.1 Desequilíbrio

A importância do *desequilíbrio*, como elemento necessário para a construção de novos conhecimentos e atitudes, apresenta-se em diversas etapas da proposta de trabalho implementada nesta dissertação. Concordamos com Barreiro (2002, p. 185) quando diz que “ninguém cria nada sentindo-se bem e estável”.

Ao analisarmos os relatos dos alunos, após a apresentação da situação-problema, na primeira etapa de construção da IIR, identificamos o incômodo dos alunos com as modificações que estavam ocorrendo nas aulas de Física. O desequilíbrio e a desestabilização gerados nos alunos são percebidos por meio dos seus questionamentos, que inicialmente mantiveram-se centrados em aspectos relacionados aos conteúdos que seriam cobrados nos exames de vestibular e com as listas que apresentavam uma seqüência estabelecida para os mesmos.

A desestabilização instaurada na etapa inicial do clichê está presente nas seguintes dúvidas apresentadas pelos alunos à professora:

Onde a física está presente nesta atividade?

Uma das minhas preocupações é o conteúdo que é cobrado no vestibular, no PEIES...

Os sentimentos de angústia e de incerteza são causados pela flexibilidade existente em uma sala de aula com pesquisa. Em seus relatos, os alunos evidenciam a sua preferência em permanecer na sua “zona de conforto”, fazendo aquilo que estão acostumados a fazer, pois nesta forma eles sabem como e o que fazer para terem a aprovação que precisam. Concordo com Barreiro (2002, p. 186), quando ela afirma que:

Quando o sujeito sabe alguma coisa, sente-se bem, estável, está situado dentro de uma zona de conforto. Enquanto estiver lá, não produzirá conhecimentos. No

momento em que for instigado por uma dúvida, seja ela provocada por fatores externos ou internos, a estabilidade do saber será quebrada, levando o indivíduo a sentir-se desequilibrado.

A partir do momento em que o professor deixa de demonstrar o conhecimento como algo verdadeiro e passa a questionar e a problematizar o conhecimento que é explicitado pelos alunos, passa a favorecer a aprendizagem e a desestabilizar o aluno.

O papel do professor não é mais responder e fornecer explicações, mas orientar a discussão dos alunos e auxiliar na delimitação do problema. Ele também atua para diminuir a ansiedade dos alunos em relação à dinâmica do trabalho, incentivando-os, indicando pessoas e referências que podem auxiliá-los, disponibilizando material de pesquisa e auxiliando a reestruturação das questões levantadas pelos grupos.

Diante das preocupações dos alunos, argumentei sobre a importância de ultrapassarmos os limites da disciplina da Física, da sala de aula e do professor como a única fonte de informação. Nesse sentido, justifiquei que os conteúdos a serem trabalhados não mais seriam apresentados de forma linear, em forma de uma lista com uma seqüência previamente estabelecida. Este fato, inicialmente provocou algumas reações de insegurança nos alunos.

Ao desenvolver um trabalho com base nos elementos do educar pela pesquisa, a seqüência de conteúdos pode ser flexível, mas com o compromisso de desenvolver os conceitos básicos da disciplina. Segundo Galiazzi (2003, p. 115) a flexibilidade faz parte deste processo, porém “existe o compromisso com o conteúdo a ser ensinado, existem objetivos a alcançar”.

A estratégia metodológica de construção da IIR permitiu que a professora pesquisadora decidisse com que profundidade o tema das fontes de energia seria explorado. As bifurcações estabelecidas no início das atividades contribuíram e direcionaram o trabalho para a abordagem de pontos que não estavam previstos nos conteúdos que são normalmente definidos como essenciais para a primeira série.

Os conteúdos de Física estudados ao longo do desenvolvimento da proposta referem-se à energia, suas transformações e sua conservação, trabalho, força, potência, cálculo do consumo de energia elétrica de uma residência. No entanto, eles não se restringem apenas a conceitos físicos, incorporando elementos das disciplinas de Matemática, Biologia, Geografia, entre outras áreas do conhecimento. Destaco que normalmente, o cálculo de energia elétrica não costuma ser tratado na primeira série do ensino médio e sim na terceira. No entanto, os alunos não apresentaram dificuldade em trabalhar com estes conceitos dentro da proposta.

Desta forma, acredito que o trabalho desenvolvido superou a visão disciplinar em relação aos conteúdos abordados em Física, discutindo aspectos ligados ao cotidiano dos alunos.

Outro aspecto evidenciado durante a apresentação e contextualização da situação-problema corresponde às preocupações dos alunos em relação à forma de avaliação e a dinâmica do trabalho de construção da IIR. Estas dúvidas estão presentes nas seguintes falas:

Vai valer nota? Vai ter prova disto?

Este trabalho vai ser realizado em sala de aula?

É interessante aprender outras coisas e não só o que se fala de física;

Diante destes questionamentos e indagações dos alunos, expliquei a metodologia de trabalho e que procuraríamos solucionar uma situação-problema em um trabalho coletivo, elaborando um produto final com toda a turma. Para desenvolver esta proposta, poderíamos recorrer à contribuição de especialistas e especialidades, e a diferentes áreas do conhecimento.

Da análise do discurso inicial dos alunos verificamos que a visão inicial destes estudantes em relação às aulas de Física resume-se à resolução da lista de exercícios e da realização de provas. Mesmo a visão de pesquisa está ligada a uma cópia reprodutiva de uma fonte de informação. Os elementos da pesquisa em sala de aula, como o questionamento, a argumentação e a validação dos resultados pela turma não eram elementos que estavam presentes anteriormente em suas aulas. Dos relatos a seguir percebemos o desequilíbrio gerado pelo enfrentamento com uma situação de aprendizagem na qual os alunos são confrontados com a pesquisa na sala de aula de Física:

Vamos ter que pesquisar?

A professora vai ajudar?

Como eu vou saber o que comprar se nunca fiz isto!

A aula com pesquisa proporcionou o desencadeamento de diferentes tipos de dúvidas, como questões conceituais e de interpretação. As primeiras dúvidas, de caráter conceitual, referem-se aos termos desconhecidos pelos alunos durante a contextualização da situação-problema. Este fato foi identificado a partir por alguns dos questionamentos realizados pelos alunos:

O que é um gerador?

O que é uma usina?

O que é uma fonte de energia renovável e uma não-renovável?

O que é o funcionamento detalhado? São as características?

O questionamento a seguir evidencia a presença de dúvidas de interpretação da situação-problema:

As vantagens e as desvantagens são em relação à usina/gerador?

No entanto, os questionamentos vão além do desconhecimento dos termos e da interpretação das instruções apresentadas na situação-problema. Os alunos apresentam dúvidas sobre qual o caminho ou a estratégia que deverá ser utilizada em busca das possíveis soluções da questão apresentada. Os questionamentos remetem para este tipo de posicionamento:

Como vamos realizar a construção deste projeto da usina/gerador?

Como vamos saber se vamos usar uma usina ou um gerador?

A superação desta etapa inicial de desequilíbrio passa por um processo de esclarecimento, no qual o professor conversa com os alunos, apresentando o questionamento como uma atitude cotidiana, com um caráter produtivo e argumentativo. Após a contextualização da situação-problema verificam-se alterações e modificações no ambiente de sala de aula, surgem preocupações sobre as bifurcações, sobre o rumo a ser tomado, como aparecem nos seguintes questionamentos dos alunos:

Que tipo de casa deve ser construída?

Quantas pessoas vão morar dentro dela?

Que tamanho tem que ter a casa?

O que deve ter dentro desta casa?

Nesta etapa identifica-se a presença de algumas caixas pretas, a partir dos questionamentos dos alunos:

O que é uma escala?

Que escala utilizar para a construção da planta baixa da casa?

Outros questionamentos sobre as caixas pretas são levantados com os elementos dos pequenos grupos, como no momento em que os alunos precisam decidir sobre o que eles colocariam dentro da casa, que dados seriam colocados na tabela de aparelhos eletro-eletrônicos. Para a abertura de outras caixas pretas foi necessária a busca de novos conhecimentos, por meio da consulta aos especialistas e especialidades selecionadas pelo grupo.

Os alunos trazem diversos materiais para a sala de aula, incluindo recortes de jornais e revistas, elaborando uma grande diversidade de questões. Concordamos com Bettanin (2003, p.110) que “talvez o fato da metodologia propor uma situação-problema mais próxima da realidade tenha contribuído para deixar os alunos mais à vontade e para incentivar as manifestações”.

A sala de aula com pesquisa proporciona situações nas quais os alunos são confrontados com a crítica, como o questionamento externo realizado por outro grupo, que serve como elemento de quebra da estabilidade das verdades estabelecidas por um grupo.

Concordamos com Moraes, Ramos e Galiuzzi (2004, p.99, grifos do autor) ao afirmarem que: “no *educar pela pesquisa*, aprender pode significar cada um validar no coletivo o conhecimento que foi capaz de construir”. A realização de um trabalho em grupo sem o uso de questionamentos externos diminui consideravelmente seu caráter reconstrutivo.

A tensão inicial gerada por estes momentos de crítica ficou evidente durante as apresentações das primeiras atividades de construção da IIR, na etapa do panorama espontâneo. Os pequenos grupos apresentaram as suas atividades desenvolvidas aos colegas da turma. Após as apresentações, os demais grupos realizavam as suas críticas. A aceitação da crítica como fator positivo e motivador de mudanças foi trabalhada com os alunos em sala de aula, desmistificando a visão inicial que eles possuíam em relação à mesma.

As críticas realizadas pelos grupos, não se limitavam à indicação se o trabalho estava bom ou bem organizado, mas apontavam sugestões e contribuições, como e indicação de outras fontes e outros elementos que seriam necessários para o cálculo do consumo de energia elétrica que os grupos não haviam relacionado em seus diários. A permanente reconstrução dos saberes por meio da crítica e sugestões ampliou a capacidade dos alunos elaborarem argumentos mais consistentes nas diferentes etapas de construção da IIR.

As sugestões que foram dadas pelos colegas apresentaram contribuições para melhorar o trabalho do grupo. Individualmente, os alunos melhoraram sua expressão oral:

Sugerimos que tivesse a planta baixa da casa no diário. (do grupo G para o grupo B)

O que faltou são as características da tabela: a questão da potência de cada aparelho, o tempo de funcionamento de cada aparelho, corrente elétrica, etc.... (do grupo D para o grupo B)

Para melhor organização, separar móveis e eletrodomésticos na tabela. (do grupo E para o grupo B)

A análise dos registros finais dos alunos apresentam as críticas como um fator positivo e que contribuiu com a complexificação do trabalho apresentado pelos grupos na etapa do panorama espontâneo, compreendendo-as como desencadeadoras de um processo reconstrutivo, mas inquietante conforme afirmação de um grupo:

As críticas dos colegas ajudaram muito nosso trabalho, mas às vezes, as críticas irritavam um pouco, mas no fim descobrimos que as críticas foram úteis.

Ao longo da dinâmica, observa-se que as críticas e os erros perdem o seu caráter destrutivo, passando a fazer parte do cotidiano da sala de aula, com o trabalho de orientação realizado pelo professor. O relato a seguir apresenta como os “erros” passam a ser vistos de maneira construtiva:

O nosso grupo já verificou os erros apontados por nossos colegas. (grupo E)

Nós aceitamos as sugestões, colocamos e compramos mais coisas que faltavam para a casa. (grupo A)

Esta dinâmica de trabalho foi propulsora de novas sugestões e contribuiu para instigar os alunos a argumentarem diante de cada situação que estava sendo proposta. Ao aceitarem ou recusarem as sugestões dos colegas, o grupo tinha que justificar a razão pela qual não concordava, ampliando a capacidade de argumentação.

Apresento a argumentação de um grupo quando contesta as sugestões indicadas pelos colegas:

Julgamos desnecessária a compra de uma cafeteira, já que este é um eletrodoméstico pouco utilizado. (grupo E)

A pesquisa em sala de aula alimenta a atitude de questionamento e provoca a desestabilização dos alunos, mas ela deve ter a intenção de realizar novas construções, favorecendo o crescimento do grupo. Em concordância com Moraes, Galiuzzi e Ramos (2002, p.14), quando questionamos “deixamos de aceitar a realidade simplesmente, tal como imposta por outros, pelo discurso do grupo social em que nos inserimos. Esse é o início de um movimento de mudança”.

Moraes, Ramos e Galiuzzi (2004, p. 101) afirmam que: “dialogar, aprender a ouvir, defender idéias, aceitar críticas, reformular argumentos, são movimentos necessários e imprescindíveis para o aprender”. Esses elementos estiveram presentes e foram considerados imprescindíveis pelos alunos durante a realização do trabalho proposto na sala de aula.

Acreditamos que os alunos que participaram desta experiência em sala de aula puderam vivenciar um dos principais elementos do educar pela pesquisa: o questionamento sistemático e crítico. O ambiente da sala de aula promoveu uma inversão dos papéis tradicionais, ao invés de o aluno permanecer na sua situação estática, esperando pelas repostas do professor, passou a ser ativo, a ser sujeito, a questionar e ser questionado, assim como aceitar e contestar a sugestão dos colegas. Para Demo (1994, p.87), o aluno “precisa abandonar, definitivamente, a condição de objeto de aprendizagem. Sua função não é copiar e reproduzir, mas reconstruir”.

Atitudes como questionar, criticar e sugerir eram elementos novos na sala de aula. Destacamos a importância do papel do professor para que estabeleça uma relação dialógica harmoniosa entre alunos, particularmente nos primeiros “exercícios” de questionamento dos alunos aos colegas. É necessário que o professor atue como mediador, um orientador, e que os alunos percebam que ele não mais a única fonte do saber. É preciso que os alunos percebam o erro como uma "forma provisória de saber" (FREIRE, 1985, p.71).

Durante o desenvolvimento do trabalho, percebi que o envolvimento dos alunos nas aulas estava se modificando. Houve, ao longo do processo, um amadurecimento em relação aos questionamentos dos alunos, que estavam inicialmente inseguros em relação apenas à dinâmica do trabalho e apresentavam as seguintes dúvidas:

Onde vamos encontrar estas informações necessárias para a refazermos a tabela?

Vamos ter que consultar tudo de novo?

Com o desenvolvimento do trabalho em sala de aula, os alunos passaram se sentir mais tranquilos em relação à dinâmica, passando a procurar e compartilhar informações de forma mais autônoma, em um movimento inicial no sentido de aprender a aprender.

Os seus questionamentos passaram a apresentar um caráter investigativo, com argumentações mais consistentes, apresentando elaboração própria, num movimento de busca da reformulação dos conhecimentos, em que a defesa da sua idéia torna-se relevante e os questionamentos são assumidos como essenciais nesse processo. Essa evolução é percebida especialmente na etapa de elaboração da síntese da IIR, como mostram os questionamentos elaborados pelo grupo E:

Um gerador a diesel é capaz de suprir o consumo de energia de uma casa, tendo em vista que o consumo anual é de aproximadamente 2 125kWh?

O Diesel, por se tratar de uma fonte não renovável, não se torna muito poluente?

Os geradores são barulhentos?

Onde os geradores podem ser instalados?

A instalação de um gerador é demorada?

No momento do trabalho de campo (Indo a Prática), destacamos a tentativa de ampliação dos questionamentos elaborados pelos alunos, quando é necessário estruturar uma entrevista para a visita aos laboratórios de energia solar e energia eólica. A seguir apresentamos parte das entrevistas elaboradas pelos alunos, que pontuam a importância da expansão do ambiente de aprendizagem para além da sala de aula:

Entrevista elaborada para a visitação ao laboratório de energia solar:

Como ela é transformada de energia solar para elétrica?

*Como podemos aproveitar a energia solar?
 Que custos teria essa energia?
 Onde são fornecidos estes produtos (gerador, baterias, inversores)?
 Quanto de energia produz uma placa fotovoltaica?
 Como funciona um inversor?
 O inversor é ligado à outra fonte de energia?
 Como é a estrutura de um painel solar?
 Quais as vantagens que a energia solar nos apresenta? E quais as desvantagens?*

Entrevista elaborada para a visitação ao laboratório de energia eólica:

*De que maneira a energia eólica é transformada em energia elétrica?
 E como ocorre esse processo?
 O que precisamos saber para construir uma turbina eólica?
 Quais as vantagens que a energia eólica nos apresenta? E quais as desvantagens?
 O tamanho das hélices de uma turbina eólica influencia na produção de energia elétrica? De que maneira?
 A instalação de uma turbina eólica provoca danos ao meio ambiente?*

Acreditamos que a apresentação de situação-problema que representa um desafio aos alunos valoriza o questionamento, que se alimenta de novas dúvidas e de novas hipóteses. O movimento do aprender por meio da pesquisa em sala de aula inicia-se com o desequilíbrio necessário para a ruptura da estabilidade, para o estabelecimento da dúvida. O questionar desencadeia uma procura e nos movimenta em busca de uma nova estabilidade amparada por novas verdades, que são continuamente rompidas, iniciando um novo ciclo de conhecimento cada vez mais elaborado.

5.1.2 Negociação

Uma categoria que emerge da análise dos momentos de questionamento é a *negociação*, entendida como um processo de comunicação para a resolução de diferenças. Assim, em diversos episódios, identificamos o estabelecimento bilateral de acordos entre a professora e os alunos, e acordos entre os membros dos pequenos grupos.

Durante o panorama espontâneo, foi necessário o estabelecimento de acordos entre os alunos e a professora, como a liberdade de divisão da turma em pequenos grupos e da indicação da fonte de energia a ser pesquisada.

Antes da explicitação deste acordo, as manifestações dos alunos mostram que os mesmos encontravam-se ansiosos:

*Cada aluno vai construir o seu projeto?
 Este trabalho pode ser realizado em grupo?
 Quem vai escolher os grupos?
 Nós que vamos escolher a fonte de energia?
 Qual fonte de energia que o grupo deverá optar para suprir o consumo de energia elétrica da residência.*

O clima de abertura instaurado entre a professora e os alunos contribuiu para possibilitar que os alunos pudessem ter espaço para desenvolverem a sua autonomia, tornando-os responsáveis e comprometidos com suas tarefas e com as contribuições dos demais participantes do grupo. Por isso, concordo com Lima (2002, p. 278) ao afirmar que: “é impossível, no entanto, ensinar alguém a ser autônomo mas é possível, sim, criar um ambiente de liberdade, respeito, escuta e diálogo, que são condições essenciais, para o sujeito fazer-se autônomo”.

Internamente, as negociações realizadas entre os membros do grupo foram constantemente necessárias para a tomada de decisões coletivas, na busca de “soluções para problemas, aceitando perder ou ganhar com referência a seus interesses ou desejos iniciais.” (FOUREZ, 1997, citado por BETTANIN, p. 29).

Exemplificamos algumas decisões coletivas que foram imprescindíveis para a definição dos questionamentos, como as informações que deveriam constar na elaboração da tabela de características dos utensílios eletro-eletrônicos que seriam selecionados pelos grupos, e a definição e seleção dos mesmos, visto que os recursos para as compras eram limitados. Os seguintes questionamentos foram solucionados a partir da negociação interna nos grupos e registrados nos diários:

*Que fonte de energia vamos utilizar?
 Quais as informações que devem aparecer nesta tabela?
 Onde vai ser construída esta casa?
 Que tipo de eletro-eletrônicos devem ser comprados?
 Qual a marca dos móveis e eletro-eletrônicos que devemos comprar?
 O dinheiro vai ser suficiente para as compras?*

Observamos a importância da flexibilidade nas negociações realizadas na etapa inicial, quando diversos acordos precisam ser refeitos em função das limitações estabelecidas pelo problema. Pouco acostumados com o planejamento de estruturação de uma casa, as preocupações iniciais dos alunos referiam-se à listagem daquilo que eles julgavam necessário na casa que estava sendo projetada pelo grupo. A soma de valor total gasto foi realizada por dois grupos até o final da aula e a surpresa foi grande, pois eles haviam gastado mais que era permitido.

Neste momento foi fundamental intervir de forma mais próxima dos pequenos grupos para que pequenos problemas não impedissem a continuidade do trabalho. Na decisão das compras, as escolhas ocorreram coletivamente, mas era necessária uma negociação, pois a “casa” era projetada para comportar apenas uma pessoa. Em um grupo, tivemos a colocação: “Vamos colocar tapete vermelho no banheiro!”. Eu questioneei: “Todas concordam?”, buscando mostrar a necessidade do acordo.

A tomada de decisão coletiva também mostrou que os alunos apresentam uma diversidade de preferências, que podem gerar conflitos internos. Durante a fase de elaboração da lista dos aparelhos eletro-eletrônicos, em uma aula do panorama espontâneo, as negociações foram fundamentais.

Porém, as negociações foram além de simples detalhes de utensílios para compor a casa. Os seguintes registros mostram que os alunos enfrentaram dificuldades no estabelecimento dos acordos, mas que elas foram sendo superadas e as negociações tiveram sucesso:

Durante a construção da planta baixa da casa e da lista dos aparelhos eletro-eletrônicos, tivemos bastante dificuldades com o grupo, porque cada um do grupo tinha uma opinião diferente, foi difícil chegarmos a um acordo.

Nós do grupo às vezes discutíamos muito, cada um queria de um jeito, mas no final acabávamos chegando a uma conclusão em que todos aceitavam

Em alguns grupos, o consenso foi estabelecido de forma mais rápida, em um clima harmonioso e sem imposição, mas por meio de acordos coletivos. Esta facilidade parece estar relacionada à composição de um grupo com grande afinidade, mas seria necessária uma investigação mais detalhada sobre os papéis dos componentes dos grupos para a interpretação dos elementos que facilitam a negociação. O seguinte relato apresenta o trabalho cooperativo desenvolvido pelo grupo:

Meu grupo trabalhou bastante, discutíamos nossas dúvidas, pesquisamos muito, dialogamos, trouxemos materiais de pesquisas. Demos sugestões aos outros grupos. Acho que toda a sugestão é válida, é bom trabalhar em grupo quando se tem afinidade.

Acreditamos que para que os alunos desenvolvam a capacidade de negociação é necessário que eles: tenham autonomia para decidir o caminho e as estratégias a serem utilizadas na busca de soluções para a situação-problema proposta; desenvolvam a capacidade argumentativa e de comunicação do assunto que está sendo trabalhado; e debatam com clareza e domínio do conhecimento sobre o tema proposto (BETTANIN 2003).

Ao final do trabalho foi perceptível a mudança no comportamento dos alunos em relação à tomada de decisões e capacidade de negociação, pois eles se tornaram mais críticos, defendendo seus pontos de vistas, apresentando argumentos mais consistentes e não se contentando com qualquer resposta para os seus questionamentos. Outro momento a ser destacado, corresponde a um aumento da responsabilidade apresentada pela maioria dos grupos para a realização das suas atividades, que se comprometeram com suas aprendizagens.

O trabalho em grupo foi valorizado continuamente, para que os conhecimentos construídos fossem validados coletivamente a partir das negociações estabelecidas interna e externamente, sendo aceitos ou descartados via argumentação fundamentada e depois reconstruídos. Concordamos com Demo (2000, p. 18), quando destaca que o trabalho coletivo exercita “a cidadania coletiva e organizada, à medida que se torna crucial argumentar na direção dos consensos possíveis”.

5.1.3 Complexificação do Conhecimento

A última categoria que emerge da análise sobre como o questionamento ocorre na sala de aula com a pesquisa é a complexificação dos conhecimentos, entendida no sentido da criação de uma rede de múltiplos significados em permanente construção. Acreditamos que é preciso haver ação mediada - *o questionamento* - para que possa haver a reestruturação dos conhecimentos, passando de um pensamento simples a um pensamento complexo. Para que

essa reestruturação seja possível, é preciso partir do conhecimento dos alunos percebido por suas manifestações e pelo seu discurso.

A análise qualitativa das atividades descritas na seção 4.3.1 mostra que o significado da palavra Energia está fortemente associado a termos ligados à Física. Aproximadamente 82% das associações, definições e exemplos relacionados à energia citam diferentes fontes de energia, fenômenos e conceitos físicos. A palavra Potência aparece associada ao desempenho de máquinas e automóveis (67%), estando mais próxima da definição do conceito físico. Esta situação não se repete no caso das palavras Trabalho e Força, que são associadas majoritariamente às atividades humanas, mostrando uma visão antropocêntrica de tais conceitos, em acordo com os trabalhos de Duit (1984) e Trumper (1990). Enquanto para a palavra Trabalho apenas 3% das respostas utilizam termos físicos, para Força 38% das respostas estão relacionados à Física.

Acreditamos que tais resultados devem-se à utilização intensa das palavras Energia e Potência na mídia escrita e falada com significados mais próximos dos conceitos físicos. Estas palavras são repetidamente citadas no intenso debate empreendido pela imprensa sobre a questão do aquecimento global, a importância do uso de fontes de energia renováveis e os racionamentos energéticos. Imersos na sociedade da comunicação, os alunos apropriam-se de tais discursos.

A análise da explicação da montagem experimental mostra a grande dificuldade dos alunos iniciantes do ensino médio de se expressarem por escrito, mostrando a importância do incentivo à produção escrita. Exemplificamos as dificuldades apresentando dois exemplos de explicações dos alunos sobre a montagem:

Quando você aperta o interruptor a bateria fornece energia para o motor trabalhar, ou seja o motor gira, aplicando força na roldana e assim dependendo da potência que o motor gira define a velocidade que o peso irá subir.

Quando nós apertamos o botão a bateria gera energia, para começar o trabalho do motor assim gerando potência, para começar a fazer força para levantar o peso suspenso através da roldana.

As atividades realizadas também serviram como elemento de quebra de estabilidade e instigaram dúvidas nos alunos. Barreiro (2002, p. 186) afirma que:

Durante o desequilíbrio, através de uma postura reflexiva, questionamentos são elaborados, e esses determinam o caminho dado à busca de nova estabilidade, que

será encontrada a partir de nova reelaboração do saber, da criação própria de respostas aos questionamentos internos.

O questionamento levantado pela atividade de exploração dos conhecimentos prévios dos alunos foi um primeiro exercício em direção à atitude de pesquisa. No entanto, o aluno deve desenvolver seu próprio questionamento, formulando com clareza e rigor suas próprias perguntas.

À medida que o aluno inicia o processo de questionar os seus conhecimentos, que até momento eram considerados como verdades absolutas, a dúvida passa a ser uma possibilidade de crescimento para o educando, uma maneira de complexificar o conhecimento. É também uma forma de aprender a aprender argumentar, transformando a sala de aula em um espaço de produção e reconstrução.

Durante a contextualização da situação-problema, também explorou-se os conhecimentos prévios dos alunos sobre as diferentes fontes de energia. Para a elaboração e o desenvolvimento do projeto da usina/gerador para suprir o fornecimento de energia elétrica para a casa dos respectivos grupos de trabalho foi necessária a escolha de uma fonte de energia renovável ou não-renovável pelo grupo.

A análise dos conhecimentos prévios dos alunos desta atividade indicam que os mesmos possuem um conhecimento cotidiano sobre o tema fontes de energia. Nesse sentido, o conjunto de atividades realizadas permitiu que ocorresse a complexificação dos conhecimentos ao longo do processo, a partir da reconstrução daquilo que eles conheciam sobre o tema, como indicam os seguintes relatos dos conhecimentos prévios dos alunos sobre as fontes de energia, antes do início da pesquisa:

Eu já tinha ouvido falar sobre a energia solar em reportagem na TV.

Sobre a energia eólica, muito pouco.

Quando se fala em energia, o que eu lembro é da Usina da Cermissões²⁰, pois meus pais moram no interior, e o que sei é que lá eles pagam menos pela energia que gastam.

De energia nuclear, eu sei alguma coisa sobre a catástrofe do acidente de Chernobil.

²⁰ CERMISSÕES – Cooperativa Regional de Eletrificação Rural das Missões LTDA. Com sede localizada na cidade de Caibaté/RS. A sua primeira usina está localizada no rio Ijuizinho, no município do Entre-Ijuís. Informações: <http://www.cermissoes.com.br>

Buscando favorecer a complexificação dos conhecimentos dos alunos, na etapa de abertura das caixas pretas, optei pelo uso de uma aula expositiva dialogada, pois compreendo que ela “possibilita uma discussão crítica por parte do professor e do aluno”, ocorrendo de forma fundamentalmente expositiva, “mas permeada de questionamentos que levem o aluno a buscar informações extraclasse e requeiram alguma produção escrita” (ALMEIDA, 2002, p. 240-241).

Os conteúdos foram trabalhados a partir do material elaborado pelo GREF (1998), que nos permitiram um trabalho incentivado pelo questionamento sistemático. O uso deste material contribuiu para que o discurso dos alunos em relação aos conceitos físicos relacionados com o tema evoluísse significativamente. O material apresenta os conteúdos de forma complexa, multifacetada e desafiadora, com questionamentos exigem mais do que respostas simples ou memorizadas, que necessitam de reflexão e pesquisa para a sua elaboração.

As atividades propostas por este material promoveram o enriquecimento das aulas por também apresentarem situações da vida cotidiana dos alunos, como por exemplo, o cálculo do consumo de energia elétrica de uma residência. Foi possível, por exemplo, comparar as diferenças dos custos energéticos entre a zona rural e urbana, ao realizarmos a atividade do cálculo do consumo de energia elétrica da casa de cada aluno e posteriormente da casa do grupo.

Para a realização dos cálculos do consumo de energia elétrica foi necessária a abertura de algumas caixas pretas. Uma das dúvidas levantadas pelos alunos foi de que forma eles poderiam compreender os valores mostrados na “conta de luz”. Os seguintes questionamentos foram relatados nos diários:

O que precisamos saber para calcularmos o consumo de energia elétrica da casa do grupo?
O que é kWh?
Como vamos saber quanto tempo cada aparelho vai ficar ligado?
Quanto custa um kWh?
Por que no interior o custo é mais barato?

O material de Eletromagnetismo utilizado (GREF 1998) encontra-se disponível no meio eletrônico, facilitando o acesso do professor, que pode levá-lo para a sala de aula, rompendo com a prática tradicional de utilização de um livro didático, que costuma colocar

em segundo plano o questionamento em sala de aula. Após a atividade realizada com o material do GREF, os alunos identificam uma complexificação de seus questionamentos:

Com esse trabalho desenvolvemos conhecimentos que não tínhamos, como por exemplo, calcularmos e analisarmos o gasto mensal de energia elétrica de uma residência e o quanto desperdiçamos de energia e dinheiro.

Utilizando outro material do GREF (2001, p. 107-143), o item 1.4 “A Energia e sua Lei de Conservação”, avançamos as nossas discussões para as transformações e transferências de energia que ocorrem em uma usina hidrelétrica. A produção escrita a seguir apresenta o relato de um grupo registrado após esta atividade:

Aprendemos que a energia elétrica que é utilizada em nossas casas não vem simplesmente da rede elétrica, mas ocorre um processo: a água é represada a uma certa altura das turbinas, a partir do momento que se abrem às comportas a água passa pelos tubos, fazendo girar as turbinas (energia potencial em cinética) ,transformando-se em energia elétrica através do gerador (cinética em elétrica).

Além dos avanços empreendidos em relação aos conceitos, a estratégia utilizada permitiu um avanço no estabelecimento das relações CTSA. A seguir apresentamos o relato de um grupo que apresenta aspectos ambientais e sociais envolvidos no estudo:

Escolhemos a energia solar, pois não é poluente ao meio ambiente, não libera CO₂. Também é uma energia renovável, economiza água e outras fontes de energia que estão ou estarão escassas. É uma energia barata se for pelo Sistema Conectado em Rede.

Aprendemos coisas novas sobre energias renováveis e não renováveis, os custos para montar uma casa, o custo e quanto gastamos com a energia elétrica e desperdiçamos.

Em seus diários e em diversos momentos em sala de aula, observou-se um avanço do processo de complexificação dos conhecimentos, quando eles identificam as causas e os efeitos do uso e avanço da Ciência e Tecnologia, assim como dos impactos nos setores: econômico, político, social e ambiental, como mostra outro relato:

Escolhemos uma fonte não renovável o petróleo. A utilização do petróleo traz grandes riscos ao meio ambiente, transporte, refino até o consumo, com a produção de gases que poluem a atmosfera.

Em suas reflexões escritas e faladas durante a realização das atividades, os alunos expressaram de maneira significativa os avanços proporcionados pela Ciência e Tecnologia, mas indicaram com clareza que a falta de conhecimentos das pessoas e o uso abusivo e inadequado que as fontes não renováveis de energia produzem, bem como os malefícios à sociedade e principalmente ao meio ambiente.

Em relação ao progresso proporcionado pelo avanço da Ciência e a Tecnologia, um dos grupos apresenta argumentos mais elaborados para a construção da casa em uma zona rural:

A nossa casa ficará localizada na área rural por ter maior aproveitamento da água existente no local e porque a tarifa do kWh é mais barata que na cidade.

Evidenciou-se a preocupação nos depoimentos de um grupo, que ao mesmo tempo em que a Ciência e a Tecnologia avançam, aumentam as preocupações pelas questões ambientais que podem ameaçar o futuro da humanidade, na seguinte manifestação:

Os principais impactos ambientais da fonte que escolhemos é a alteração do percurso dos rios, interferem na migração e reprodução dos peixes e geram resíduos nas atividades de manutenção de seus equipamentos.

Porém, em outro registro, fica evidente que este avanço, gera a importância da ação da sociedade para a preservação do meio ambiente. O relato apresenta tanto as vantagens como as desvantagens, expressando o lado positivo e negativo da relação entre a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente no uso de fontes de energia:

Aumentamos nossos conhecimentos sobre energia e vimos que para contribuir para que não haja uma destruição ecológica é preciso economizar energia.

Uma casa para ser iluminada através da energia gerada pelas turbinas eólicas, poucos são os impactos ambientais causados por esta fonte. Mas para a casa ser mantida com a energia do vento é preciso uma boa localização, em uma área própria para esse tipo de energia e o custo é muito alto. A menor turbina eólica e mais barata custa 30.000 reais.

A explicitação destas relações é importante para que o professor perceba a forma de pensar do aluno. Nessa perspectiva, o conhecimento expresso pelos alunos nesta discussão proporcionou o início de um novo ciclo de aprendizagem.

As discussões possibilitaram que os alunos percebessem que a Ciência de fato não é uma atividade neutra, mas que está diretamente associada a uma atividade que envolve cada vez um maior número de pessoas nas tomadas de decisões. O desenvolvimento da ciência está relacionado com os aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais.

Uma das características positivas presentes nos relatos foi à explicitação por parte dos alunos que o questionamento é um fator que favorece a aprendizagem, como apresentam os relatos:

Com relação aos diálogos foi bom porque a aula saiu da rotina, e que é bom dialogar porque nos ajuda a percebermos os erros e a melhorar.

As aulas eram legais porque estávamos sempre discutindo sobre o trabalho.

Outros grupos chamam atenção para a validade da metodologia de trabalho como um fator positivo que modificou substancialmente o ambiente das aulas de Física. Ressaltam a importância de o grupo ter desenvolvido as suas atividades para a construção da IIR de forma coletiva, percebendo-se como uma equipe, com o compromisso de assumirem juntos esta caminhada para a reconstrução dos conhecimentos, além de todos estarem juntos e presentes para o bom andamento e desenvolvimento do trabalho, como afirma um grupo:

Foi um trabalho bem elaborado que envolveu a turma, muito diferente do que estamos acostumados a fazer. Inicialmente a minha dúvida pessoal era realmente o conteúdo, mas com o desenvolvimento das atividades, entendi que eles estão presentes, mas não do jeito que estávamos acostumados.

Os questionamentos realizados inicialmente pelos alunos sobre a metodologia de trabalho foram considerados como ferramentas essenciais e indispensáveis para o desenvolvimento de novas competências de argumentação. Concordamos com Macedo e Mortimer (2000, p.155) quando afirmarem que:

[...] para que o processo de compreensão e constituição do conhecimento efetive-se na sala de aula, é fundamental que o professor permita as contrapalavras dos alunos,

dialogando com eles, possibilitando a interanimação de vozes e, conseqüentemente, a geração de novos significados.

A partir do momento que os alunos sentiram-se em desequilíbrio, novos questionamentos foram elaborados, traçando um caminho de busca para uma nova estabilidade, que foi encontrada provisoriamente a partir da elaboração de respostas aos questionamentos iniciais. Este processo se repetiu ao longo de todo o trabalho, criando um ciclo de questionamentos-argumentações-comunicações cada vez mais complexos.

O trabalho com a pesquisa em sala de aula proporcionou modificações em relação ao papel do professor e dos alunos. Em concordância com Demo (1994, p. 59): “a mudança do professor ‘auleiro’ para orientador e, do aluno, de objeto de aprendizagem para parceiro da construção do conhecimento, altera substancialmente o ambiente”.

5.2 ARGUMENTAÇÃO

A argumentação corresponde ao segundo elemento do educar pela pesquisa. A elaboração de novos questionamentos e de novas hipóteses, assim como a reunião de novos argumentos para fundamentá-las vem de encontro à afirmação de Moraes, Galiazzi e Ramos (2002, p. 15): “o questionamento em si não é suficiente”. É necessário colocar a pesquisa em sala de aula em movimento, superar o estado inicial e atingir novos patamares”.

A argumentação é compreendida como “elemento fundante da aprendizagem, aposta-se na superação da simples transmissão passiva de uma informação e da sua mera cópia” (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2004, p. 100).

Entendemos que a argumentação como uma ação teve início com as atividades individuais dos membros dentro dos pequenos grupos nos diferentes momentos do trabalho. Para a construção de argumentos foram necessárias: a construção de novas hipóteses; a reunião, análise e discussão de novos argumentos para fundamentar as novas hipóteses; e elaboração dos novos argumentos a partir da consulta a referenciais teóricos e práticos.

5.2.1 Construção de novas hipóteses

Questionar é uma maneira de problematizarmos o conhecimento. Como forma de não permanecermos na superficialidade, ao longo do trabalho, avançamos do questionamento para a construção de argumentos e depois para a validação/comunicação dos resultados. Esse processo se deu de forma contínua e crescente, pois a cada comunicação, sempre reiniciávamos um novo ciclo de questionamentos, com a elaboração de novas hipóteses e elaboração de novas verdades e argumentos.

Para fundamentar essa interpretação, podemos destacar as mudanças ocorridas após a elaboração, construção e apresentação da tabela que apresentava o cálculo do consumo de energia elétrica da casa. Um dos grupos, ao verificar que a casa projetada por eles apresentava um consumo de energia elétrica muito superior ao da residência deles, que comportava um número maior de pessoas, optou por reduzir o número de aparelhos eletro-eletrônicos que faziam parte da lista estabelecida anteriormente, assim como substituir por outros aparelhos que consomem menos energia elétrica, como, por exemplo, lâmpadas fluorescentes.

O grupo G optou por desenvolver o seu projeto na zona rural, justificando o aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis na localidade, com a redução de custos.

O grupo D, após a visita ao laboratório de energia solar no TECNOPUC, realizou alterações em seu projeto, substituindo as baterias inicialmente colocadas por um sistema conectado à rede elétrica. Esse grupo argumentou que a troca apresentava vantagens econômicas e para o meio ambiente, pois não haveria problema com o descarte das baterias.

Tais modificações indicam a construção de novas hipóteses pelos grupos, que levaram à construção de novas verdades sobre a situação-problema, alimentando um ciclo formado pelo questionamento, argumentação e comunicação.

4.2.2 Reunião de argumentos

Os alunos ao serem desafiados inicialmente pela situação-problema afirmaram que não tinham conhecimento e argumentos suficientes para explicar como resolveriam o problema proposto. Este fato contribuiu para gerar o desequilíbrio necessário para promover a busca de argumentos para iniciar a caminhada para as possíveis soluções. Acredito que “nesse processo

de busca de novos argumentos, os alunos devem ser incentivados a pesquisar em todas as fontes possíveis” (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2004, p.100).

Para que os alunos desenvolvam a competência de argumentar é importante levar para a sala de aula problemas e situações desafiadoras nas quais os alunos sejam instigados a questionar fatos, tanto oralmente como por escrito.

A estratégia metodológica baseada na construção de uma IIR proporcionou, em diferentes etapas, a possibilidade de recorrer a pesquisas em diferentes fontes de informação em busca de referenciais teóricos para fundamentar as novas hipóteses estabelecidas pelos grupos.

Na etapa do panorama espontâneo, foram necessárias informações para a construção da lista dos utensílios e aparelhos eletro-eletrônicos a serem comprados para a casa do grupo. Estas informações foram trazidas pelos alunos, a partir de folders, jornais e material obtido na Internet. Esta solicitação pretendia mostrar aos alunos quais eram os custos reais de construção e manutenção de uma casa, evidenciando aspectos ligados ao desperdício de energia e formas de economia. A organização destes materiais, assim como a escolha de quais aparelhos seriam comprados, ocorreu por meio de acordos internos nos grupos.

Conforme Demo (200, p. 22): “a idéia central está na dinâmica que a procura de materiais pode motivar, mormente em termos de fazer da ‘aula’ uma iniciativa coletiva, de todos os alunos, incluído o professor”.

Demo (2000, p. 21, grifos do autor) também afirma que:

A procura de material será um início instigador. Significa habituar o aluno a ter iniciativa, em termos de procurar, livros textos, fontes, dados e informações. Visa-se superar a regra comum de receber as coisas prontas, sobretudo apenas reproduzir materiais existentes.

Na medida em que os grupos avançavam em suas pesquisas, havia a necessidade de sair em busca de novas informações. Como forma de contribuir com os grupos e atender às solicitações dos alunos, utilizamos os recursos disponíveis do laboratório de informática da escola, pois alguns alunos não dispunham deste recurso em sua residência.

Dos materiais de pesquisa que foram trazidos pelos alunos para a sala de aula, a maior parte deles era composta por textos de divulgação científica publicados em jornais de circulação nacional.

Atualmente a quantidade de informações disponíveis em jornais e revistas que tratam de questões energéticas é imensurável, e os alunos estavam apresentando dificuldades em

compreender tais informações e interpretá-las para que fossem transformadas em novos argumentos. Conforme Demo (2000, p. 23): “Uma coisa é manejar textos, copiá-los, decorá-los, reproduzi-los. Outra é interpretá-los com alguma autonomia, para saber fazê-los e refazê-los”.

Para que novos argumentos fossem produzidos a partir dos materiais de pesquisa, foi necessário o envolvimento na análise crítica dos textos trazidos para a sala de aula pelos alunos.

Nas aulas de Física, o uso de textos de mídia impressa (como artigos de jornais ou revistas) pode ser utilizado como uma estratégia e pode nos trazer importantes contribuições para motivar os alunos para o estudo de determinados temas, assim como informar sobre avanços científicos e tecnológicos. Os textos de divulgação científica devem ser utilizados em sala de aula como um recurso complementar e como um instrumento que possa contribuir para a educação científica. Consideramos que a incorporação destes materiais, em especial os textos de divulgação científica na sala de aula, quando trazidos pelos alunos como um instrumento promotor de discussões e reflexões sobre a ciência.

Concordamos com Silva e Cruz (2004) que consideram que os textos de divulgação científica não devem ser utilizados somente para ensinar conceitos científicos, mas ser utilizados pelos professores em sala de aula como algo motivador e não como única fonte de informação, como um subsídio para incentivar o diálogo em sala de aula. Mas para discutimos os aspectos relativos ao: “processo de produção do conhecimento científico e tecnológico, suas relações com o contexto político-econômico e sócio-cultural em que as atividades científicas estão inseridas e até mesmo os interesses envolvidos na difusão destes conhecimentos” (SILVA; CRUZ, 2004, p.8)

Durante a elaboração desta dissertação, foi desenvolvido um trabalho de análise de textos jornalísticos a partir de seus atributos nas dimensões científica, tecnológica, social e das interações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), conforme proposto por Silva & Cruz (2004), apresentado no VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (PRESTES; MARQUES DA SILVA, 2007), que se encontra em sua íntegra, no ANEXO A. O artigo apresenta um dos textos jornalísticos analisados, identificando os conceitos científicos presentes, os aspectos relativos à natureza da ciência implícita ou explícita, as implicações tecnológicas, os impactos na atividade econômica e no meio ambiente, os grupos sociais afetados pelo tema e as interações CTS presentes. Tal metodologia de análise subsidiou o uso dos artigos como recurso didático e fonte de aprendizagem, possibilitando

discussões e atividades nas quais os alunos expunham suas concepções e criticavam e debatiam outras concepções, reconstruindo seus conhecimentos sobre problemas energéticos.

A experiência contribuiu especialmente para a formação do espírito crítico na avaliação de argumentos e de materiais de pesquisa, aproximando os alunos do conhecimento científico e os incentivando à leitura no ensino de Física.

5.2.3 Organização de argumentos

Para a construção de novos argumentos foi necessário que os grupos traçassem caminhos em busca de respostas para as suas dúvidas, organizando suas novas verdades. Exemplifico este fato no momento em que os alunos solicitaram o auxílio de alguns especialistas para a abertura das caixas pretas. Os resultados desta busca estão presentes nas atividades de comunicação dos resultados referentes à planta baixa da casa e da tabela com as características dos utensílios eletro-eletrônicos. Esta atividade permitiu as seguintes reflexões:

Meu grupo procurou consultar pessoas de fora para nos ajudar. Para a construção da planta baixa da casa, pedimos ajuda ao pai da nossa colega e na compra dos móveis para o nosso amigo.

Nosso grupo pediu a ajuda de um estudante de engenharia para a construção da planta baixa da casa, pois encontramos dificuldades de fazer sozinhos.

Embora os alunos evidenciem as dificuldades encontradas para a construção da planta baixa da casa, demonstraram disposição em buscar a ajuda dos especialistas que foram indicados em sala de aula, como as professoras das disciplinas de matemática e biologia e de especialistas que não haviam sido indicados anteriormente, como mostram os seguintes relatos:

Encontramos grandes dificuldades para construir a 'planta baixa', mas pedimos auxílio ao servente da escola, o qual nos deu algumas dicas.

Na construção da planta baixa da casa pedimos ajuda a professora de matemática e ao auxiliar de limpeza da nossa escola.

Os alunos também se portaram como especialistas ao trabalharem de forma cooperativa com elementos de outros grupos, como mostra o depoimento:

Nós fizemos o nosso trabalho com ajuda do pai da nossa colega de grupo e também pedimos algumas dicas para a nossa colega da turma de como fazer a planta baixa da casa. No início foi complicado, mas depois deu tudo certo.

Identifica-se a relevância destacada pelos alunos para as atividades que foram desenvolvidas a partir de uma situação-problema, que permitiu um espaço para questionamentos em sala de aula, manifestação de dúvidas, construções e reconstruções, a realização de uma pesquisa com caráter investigativo, diferenciando-se da visão de pesquisa que os alunos tinham anteriormente.

A busca de novos conhecimentos proporcionou o desenvolvimento de novos hábitos, como pode ser identificado no relato:

Desenvolvemos um hábito novo, trazer material de pesquisa para a sala de aula. O que deixou de ser uma tarefa só da professora.

Na busca de informações e elaboração de novos argumentos os alunos também recorreram às contribuições e ao auxílio dos especialistas externos, particularmente junto aos laboratórios de energia solar e eólica, assim como ao Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS.

Nesta perspectiva, as pessoas contatadas nos laboratórios da PUCRS e a exploração dos experimentos interativos presentes no Museu colaboraram para que ocorressem diferentes interpretações sobre idéias e pontos de vista na resolução da situação-problema. Os depoimentos dos alunos mostram a percepção dos alunos sobre esta viagem de estudos:

No Museu da PUCRS, lá tivemos acesso a várias atividades e explicações, das quais destacamos: “carro solar: transforma energia luminosa em energia mecânica e a simulação da uma usina que transforma a energia mecânica em energia elétrica”.

Esta foi uma viagem proveitosa, pois adquirimos conhecimentos. Não somente sobre energia, mas também em todas as outras áreas de estudo como: a química, biologia, matemática, geografia e história.

A visita proporcionou um contato dos grupos que haviam escolhido outras fontes de energia com informações sobre energia solar e eólica. Em função da grande variedade de experimentos do Museu, os grupos puderam explorar diversos aspectos ligados ao trabalho de pesquisa:

O trabalho do nosso grupo não estava relacionado com a visita aos laboratórios, mas com a visita ao Museu.

Visitamos pela parte da manhã o centro tecnológico de energia solar e aprendemos que a energia solar pode ser captada por um equipamento chamado “módulo fotovoltaico”, o qual funciona utilizando a energia solar.

5.3 COMUNICAÇÃO

A comunicação corresponde ao terceiro elemento do educar pela pesquisa, no qual são identificados dois momentos: o primeiro dá-se dentro do próprio grupo em que a pesquisa é concretizada e o segundo “é a divulgação propriamente dita dos resultados do trabalho. [...] É um movimento para fora do grupo mais restrito em que a pesquisa ocorreu” (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2002, p. 17-18).

Entendemos a comunicação como uma ação que teve início com as atividades individuais dos membros dentro dos pequenos grupos em todos os momentos do trabalho. Ao longo do desenvolvimento, estas atividades foram compartilhadas com o grande grupo, num esforço de comunicar os resultados da pesquisa, que ocorreu tanto de forma oral como escrita. Esta comunicação contínua possibilitou o amadurecimento dos alunos em relação às críticas, permitindo posteriormente a reconstrução.

5.3.1 Comunicação interna

Para o desenvolvimento das atividades, a professora pesquisadora entregou para cada grupo uma pasta de arquivo contendo um caderno para ser utilizado como “diário” do grupo. Este diário foi utilizado para que os alunos descrevessem os acontecimentos de cada aula,

fizessem anotações pertinentes ao trabalho realizado pelo grupo, bem como, registrassem as consultas às fontes de pesquisa.

Como cada grupo dispunha de apenas um diário, de forma que todas as atividades propostas deviam ser registradas para o grupo todo neste local. Para tanto, houve necessidade de se chegar a um consenso em relação a quem seria o relator do grupo e organizaria o diário. A comunicação dos resultados não poderia corresponder às opiniões e registros de um único elemento do grupo.

Em relação a esta atividade de descrição e registro, observou-se que a maior parte dos grupos trabalhava em equipe, dialogando, buscando ajuda com a professora pesquisadora, registrando em detalhes todas as atividades, trabalhando de forma pró-ativa. Em alguns grupos, um dos alunos ficou responsável pelos registros no diário, enquanto em outros, todos realizavam registros. Para a realização de um trabalho em equipe, ele deve ser composto pelos seguintes elementos:

[...] toda a equipe deve ter um líder ou um coordenador, responsável pelo andamento adequado dos trabalhos e pela consecução final dos objetivos; [...]; cada membro deve colaborar de modo elaborado e concreto, além de estar presente, participar ativamente nas discussões, colaborar para o ambiente positivo etc. (DEMO, 2000, p. 21)

Particularmente, o registro dos diários dos grupos D e E apresentam evidências claras deste processo cooperativo. Eles apresentam diversos materiais de pesquisa com suas respectivas fontes bibliográficas, os registros estão organizados e detalhados, as dúvidas ao longo do processo estão comentadas e as consultas aos especialistas estão descritas. As novas hipóteses e a reelaboração dos textos e cálculos também se encontram registradas nos diários desses grupos, permitindo uma análise mais detalhada da evolução empreendida por esses grupos. Esses grupos também são aqueles nos quais se identificam membros que exercem uma clara liderança, exercendo um papel importante no grupo, tomando a palavra em momentos decisivos e assumindo a organização e distribuição de tarefas. No entanto, um trabalho de investigação mais detalhado precisaria ser feito para identificar os papéis exercidos por cada membro dentro dos grupos.

Em contrapartida, ao longo de todo o projeto, dois grupos (B e F) apresentaram atitudes passivas, não discutiam, não traziam material de pesquisa e não se organizavam. Os registros dos diários são coerentes com as atitudes dos grupos, apresentando uma descrição pobre das atividades, falta de informações e registros incompletos. Observa-se que a falta de

envolvimento desses grupos, registrada nas críticas dos colegas, não chega a produzir modificações e reelaborações. Apesar do incentivo e do encorajamento da professora pesquisadora, houve dificuldade para envolver esses grupos no trabalho. Acredita-se que seria necessário um trabalho mais individualizado e uma pesquisa sobre os motivadores destas atitudes com tais grupos para superar essas dificuldades.

Concordamos com Demo (2000, p. 20) ao afirmar que: “é importante que no grupo, se manejem habitualmente fenômenos psicossociais negativos, como o isolamento de alguém, intrigas e ciúmes, altos e baixos em termos de ânimo, desagregação etc.”. Diante desta situação é necessário que o professor atue como um mediador estabelecendo uma relação harmoniosa entre o grupo.

Alguns grupos trabalhavam como uma equipe, dividindo as tarefas. Cada elemento procurava trazer para a sala de aula diferentes fontes para a pesquisa, de forma a enriquecer o trabalho. Quando necessário, inclusive emprestavam o seu material aos demais colegas.

Podemos analisar o registro nos diários sobre a dinâmica do trabalho em grupo por meio do seguinte relato de um grupo:

No meu grupo teve bastante diálogo, discussão sobre o assunto e também interesse em realizar um bom trabalho. Mas como todo trabalho, houve um pouco de dificuldade, mas fomos superando nas pesquisas, discussões em aula.

Em outro relato, verificamos a existência de conflitos entre os membros de um grupo:

Eu mudei de grupo por questões de afinidade e com certeza contribuiu mais para mim e o trabalho realizado.

Concordamos com Demo (2000, p. 18) ao afirmar que: “o trabalho em equipe, além de ressaltar o repto da competência formal, coloca a necessidade de exercitar a cidadania coletiva e organizada, à medida que se torna crucial argumentar na direção dos consensos possíveis”.

5.3.2 Comunicação externa

Para que ocorra a comunicação de determinado assunto é necessário que se tenha conhecimento do mesmo para poder expressá-la adequadamente. Esta habilidade se

manifestou nas diversas atividades desenvolvidas, particularmente nos momentos em que foram necessárias as seguintes exposições orais: reformulação da planta baixa da casa projetada e da tabela de equipamentos pelo grupo; apresentação da síntese do projeto pelos grupos; reformulações das questões ampliando sua abrangência ou detalhamento; modificações do projeto apresentado; discussões dentro da equipe e também na turma toda, quando decisões foram tomadas em conjunto.

No decorrer da realização das atividades, notamos que os alunos avançaram neste processo de comunicação oral, porque à medida que o desenvolvimento do projeto estava avançando os alunos foram se apropriando do tema, e passaram a utilizar melhor os termos científicos ao articularem suas idéias na argumentação e na comunicação.

Ao analisar a apresentação da síntese e a defesa do projeto dos grupos ficou evidente o crescimento dos alunos em relação à autonomia. Os elementos do educar pela pesquisa contribuíram de maneira significativa para esta evolução, possibilitando que os alunos se envolvessem no processo de reconstrução do conhecimento, de forma crítica e contextualizada. Este amadurecimento ampliou a capacidade dialógica dos alunos, que enfrentaram os desafios da comunicação dos resultados a uma grande audiência. A dinâmica proposta também estimulou a leitura e melhorou a escrita.

As palavras a seguir mostram o entusiasmo dos alunos ao se envolverem no diálogo com os interlocutores teóricos e práticos. Nesse processo de construção de argumentos, a palavra do professor ou o livro didático apenas não bastavam, foi necessária a busca de outros materiais de pesquisa e outras pessoas dentro e fora da escola. O fato dos alunos perceberem que as informações encontradas não eram suficientes para responderem às suas dúvidas e buscarem novas fontes indica a evolução da autonomia do grupo.

A parte de pesquisa do trabalho foi muito produtiva, pois nós tivemos que largar da “acomodação”, para poder encontrar respostas para nossas dúvidas. Na maioria das vezes encontrávamos respostas muito complexas e necessitávamos procurar mais, ou até mesmo usar estas mesmas para achar uma explicação coerente.

Questionar, dialogar, argumentar, comunicar foram habilidades que os alunos desenvolveram ao longo do processo. Embora estivessem acostumados a não argumentar de forma crítica com os professores, seja por timidez ou falta de compreensão do assunto estudado, e a receber as instruções prontas do professor, sem discussões dentro do grupo, as evidências mostram que os alunos modificaram-se ao longo de processo. Assim, a presença

dos elementos do educar pela pesquisa na estratégia de construção de uma IIR na sala de aula permitiu uma transformação de minhas aulas de Física.

O envolvimento com a pesquisa em sala de aula permite que todo o conhecimento seja questionado, argumentado e validado, tanto no pequeno grupo inicialmente, como posteriormente no grande grupo.

A construção de argumentos e a comunicação são necessárias para o avanço deste conhecimento, constituindo-se num conjunto de ações que têm início numa atividade individual dentro dos pequenos grupos, no qual os alunos sentem-se mais tranquilos em compartilharem suas dúvidas.

Porém, durante a fase de comunicação e validação das construções realizadas pelos grupos a toda a turma, as críticas inicialmente não foram muito bem aceitas. Vistas como elementos destrutivos, os alunos não viam a necessidade de criticar, limitando-se apenas a classificar o trabalho dos colegas como bom ou ruim, sem fornecer elementos que permitissem a evolução.

Destaco o relato de um aluno que apresenta, em sua fala, a evolução da percepção sobre a finalidade de crítica:

Não estávamos acostumados a receber críticas (sugestões) de nossos colegas. No primeiro momento foi um tanto estranho. Pois parecia que ninguém havia gostado de nossas apresentações. Depois isso se tornou normal e chegamos a compreender que isso auxiliaria para que nosso trabalho fosse aprofundado e até mesmo melhorado.

Ao perceber a ansiedade gerada pela crítica entre os colegas, o professor deve assumir o papel mediação nos grupos, orientando sobre a importância dos novos conhecimentos serem debatidos, criticados, compartilhados e comunicados para que se tornem argumentos mais consistentes. Para Moraes, Galiazzi e Ramos (2002, p. 19): “Não há discurso com uma só voz. No mundo do discurso, é preciso que as verdades, mesmo que provisórias, se constituam a partir das relações entre sujeitos”.

Destacamos a importância das comunicações e discussões no grande grupo, que produzem modificações em todos os pequenos grupos. As críticas e argumentos que são utilizados por um dos grupos, passam a assumir a força do coletivo, influenciando o trabalho dos outros grupos e produzindo uma reconstrução coletiva. Com a comunicação dos resultados do trabalho existe a possibilidade dos outros colegas construírem novos conhecimentos com o auxílio dos relatos dos colegas.

O processo de permanente questionamento, construção de argumentos e comunicação, realizado ao longo do projeto, contribuiu para que os alunos desenvolvessem novas potencialidades, como a capacidade de questionamento crítico e autonomia. Aprenderam a conviver com a dúvida e com o fato de que o conhecimento não é algo pronto, mas progressivo e em construção, sempre sujeito à mudança e a novas compreensões. O relato da síntese apresentada em sala de aula pelos grupos aponta para esse avanço, ou seja, eles tornam-se independentes para aprender, pois aprenderam o caminho para buscar as respostas, seja com os interlocutores teóricos, seja com especialistas.

Comunicar os resultados é um exercício de validação dos conhecimentos atingidos para uma comunidade mais ampla. É importante salientar que comunicar os resultados não significou a entrega do projeto construído pelos pequenos grupos, mas a apresentação e defesa perante toda a turma. Para isto utilizamos o laboratório de informática da escola, onde os alunos elaboraram as suas apresentações em forma de slides no Power Point, ampliando seus conhecimentos sobre o uso dessa ferramenta.

Desta atividade de comunicação dos resultados destaco a evolução dos alunos no que se refere à expressão oral para um grande público. Nas primeiras apresentações, no panorama espontâneo, os alunos apresentavam-se inseguros e estavam presos às suas anotações. Na última etapa de síntese, alguns grupos apresentaram seus trabalhos com grande domínio e segurança dos resultados obtidos, defendendo suas propostas claramente. Outros, apesar de utilizarem a leitura para a apresentação, conseguiram comunicar para os colegas os conhecimentos resultantes do projeto construído.

Na última etapa da IIR, na apresentação final dos resultados, verificamos que as críticas e as reformulações permitiram o desenvolvimento de novas habilidades. A combinação dos registros realizados nos diários e o incentivo à comunicação perante os colegas em todo o processo, ampliaram a capacidade discursiva dos alunos. A estratégia também colaborou para melhoria da qualidade política e formal que emerge quando trabalhamos com a pesquisa em sala de aula, contribuindo para que ocorressem modificações dos sujeitos envolvidos nesse processo.

Moraes, Ramos e Galiazzi (2004, p. 103) nos indicam que “na medida em que os alunos vivenciam novos territórios, vão tornando-se autônomos para continuar a avançar no conhecimento rumo a uma complexidade maior”.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação apresenta a análise dos elementos do educar pela pesquisa presentes em uma proposta de trabalho em sala de aula que explora o tema fontes de energia, com enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente. Neste trabalho, realizado com uma turma de alunos da primeira série do ensino médio na disciplina de Física, foi elaborado um trabalho em sala de aula que reúne diversos elementos da construção de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (FOUREZ, 1997), abordando as questões energéticas a partir do projeto de construção de uma casa.

A partir da análise textual discursiva (Moraes, 2003b) os três pressupostos da pesquisa em sala de aula foram identificados no desenvolvimento da ilha de racionalidade, dentro de um ciclo dialético em espiral que se compõe do questionamento, da argumentação e da comunicação, representado na Figura 4.

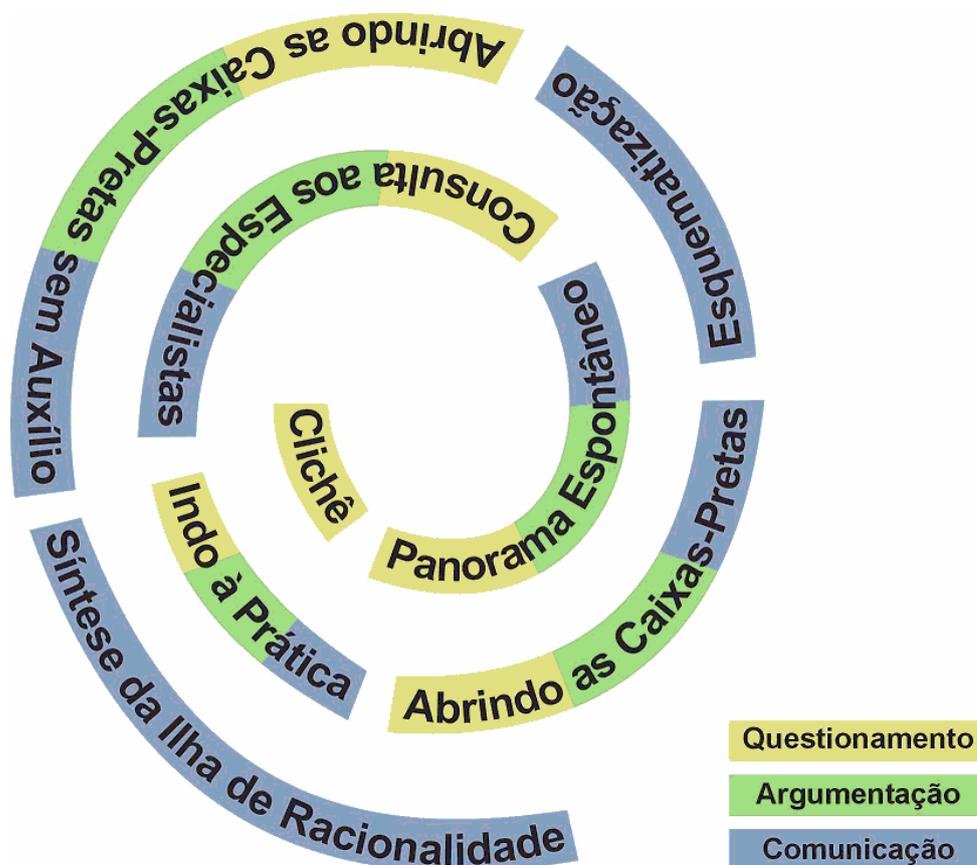


Figura 4: Esquema representativo do ciclo dialético composto por elementos do educar pela pesquisa, presentes na construção de uma ilha interdisciplinar de racionalidade.

A competência para o *questionamento* dos alunos se estabelece a partir da quebra da estabilidade ou saída da “zona de conforto”, promovida pela apresentação de situações novas e desafiadoras aos alunos. Em nossa pesquisa, tais situações de desequilíbrio incluíram tanto a nova proposta de metodologia de trabalho na sala de aula, como a construção de uma ilha de racionalidade e de uma situação-problema desafiadora e relacionada com o cotidiano do aluno.

A sala de aula com pesquisa, além de causar a desacomodação dos alunos, incentivando-os a abandonarem uma posição de passividade, estimula o questionamento devido à necessidade de negociações para que se estabeleçam os diversos acordos para elaboração e apresentação de argumentos para resolução da situação-problema.

O uso de elementos da estratégia de construção da ilha de racionalidade na sala de aula promove, em diversos momentos, a reelaboração contínua dos questionamentos levantados sobre a situação-problema, em um processo cíclico de complexificação que amplia a capacidade crítica e argumentativa dos alunos.

A *construção de argumentos* dos alunos ocorre a partir da elaboração de novas hipóteses sobre os questionamentos levantados na situação-problema.

À medida que iniciamos o processo de questionamentos dos conhecimentos e retiramos o professor do papel de detentor das verdades absolutas, a dúvida passa a ser uma possibilidade de crescimento para o aluno, um caminho para complexificar o seu conhecimento.

A sala de aula se transforma em um espaço de produção e reconstrução, no qual se reúnem argumentos para fundamentar as novas hipóteses e criar novos questionamentos. A experiência favorece especialmente a formação de uma visão crítica na avaliação de argumentos e de materiais de pesquisa, aproximando os alunos do conhecimento científico e os incentivando-os à leitura no ensino de Física.

Para a construção de novos argumentos, os alunos traçam caminhos em busca de respostas para as suas dúvidas, organizando suas novas verdades a partir de materiais de pesquisa selecionados de forma crítica. Amplia-se o ambiente de aprendizagem dos alunos, quando especialistas que podem estar fora do espaço escolar são consultados e textos publicados pela imprensa são analisados em sala de aula, contribuindo para que se estabeleçam relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. A utilização de materiais didáticos diversos contribui para a complexificação dos conhecimentos dos alunos, contribuindo para que se estabeleçam relações entre diversos conteúdos disciplinares. Os textos de divulgação científica são utilizados em sala de aula como um recurso complementar,

constituindo-se em um instrumento promotor de discussões e reflexões para o estudo do tema proposto.

Ao longo do processo de construção da ilha de racionalidade, os alunos avançam do questionamento para a construção de argumentos e depois para a validação obtida com a comunicação dos resultados das pesquisas. Esse processo se dá de forma contínua e crescente, pois a cada comunicação, sempre se inicia um novo ciclo de questionamentos, com a elaboração de novas hipóteses e elaboração de novas verdades e argumentos.

A *comunicação dos resultados* da pesquisa ocorre inicialmente dentro dos pequenos grupos, em um processo cooperativo de investigação na sala de aula, que favorece a expressão verbal e escrita individual e coletiva dos resultados da pesquisa.

Os alunos passam a utilizar melhor os termos científicos ao articularem suas idéias na argumentação e na comunicação. O processo dialógico presente nos elementos do educar pela pesquisa contribuem para esta evolução, pois contribui para que os alunos se envolvam no processo de reconstrução de seu conhecimento de forma crítica e contextualizada.

As entrevistas com especialistas representam momentos de grande aprendizado, pois os alunos precisam se comunicar utilizando um vocabulário que vai além do coloquial, dominando uma linguagem científica rudimentar para questionar os pesquisadores.

Na atividade de comunicação dos resultados destaca-se a evolução dos alunos no que se refere à expressão oral para um grande público e a aceitação da crítica e do erro construtivo como fatores que contribuem para a reconstrução dos conhecimentos e pra a qualidade política e formal da educação.

Concluimos que o processo cíclico e permanente de questionamento, construção de argumentos e comunicação realizada ao longo de todas as etapas de construção de um projeto elaborado a partir de elementos de uma ilha de racionalidade contribui para que os alunos desenvolvam novas competências, como a capacidade de questionamento crítico, ampliação da autonomia na busca do conhecimento e melhoria da comunicação. A estratégia desenvolvida na sala de aula favorece a convivência com a incerteza e com o fato de que o conhecimento não é algo pronto, mas progressivo e em construção, sempre sujeito a mudanças e a novas compreensões.

Identificamos a relevância destacada pelos alunos para as atividades que foram desenvolvidas a partir de uma situação-problema, que permitiu um espaço para questionamentos em sala de aula, manifestação de dúvidas, construções e reconstruções, a realização de uma pesquisa com caráter investigativo, diferenciando-se da percepção de

pesquisa que os alunos tinham anteriormente. O trabalho desenvolvido ultrapassou a visão disciplinar do ensino de Física centrada na utilização do livro didático e no professor como detentor dos conhecimentos.

Uma das dificuldades encontradas na aplicação desta proposta foi a impossibilidade de alguns grupos apresentarem as características finais da usina ou gerador para suprir o consumo de energia elétrica da casa. Em algumas situações, as informações passaram a ser extremamente difíceis de serem encontradas, mesmo com os especialistas, tais como as dimensões das turbinas, os custos, as eficiências, entre outras. Acreditamos que estas dificuldades não inviabilizam a metodologia proposta de construção de uma IIR sobre a situação-problema da construção da casa sustentada por uma usina/gerador. Acreditamos que uma forma de superar esta limitação seria fornecer a situação-problema para toda a turma, criando grupos com atividades interdependentes, de modo que a pressão por resultados fosse exercida internamente pelo grupo para a conclusão do projeto. Outra alternativa possível seria utilizar uma casa padrão e estabelecer a situação-problema sobre apenas uma fonte de energia. Ou seja, a mesma situação-problema pode gerar novas bifurcações que permitem a construção de novas ilhas de racionalidade sobre cada uma das casas projetadas.

Acrescentamos que diversos aspectos mais pontuais poderiam ser investigados com maior profundidade dentro da construção de uma ilha de racionalidade, como as características dos grupos de trabalho que favorecem a negociação, uma análise das diferentes dimensões de relações CTSA que os alunos estabelecem nesta proposta, entre outros.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Miriam de Abreu. Seguindo os pressupostos da pesquisa na aula expositiva. In: MORAES, Roque; LIMA, Valderez Marina do Rosário (Org.). *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002. p. 237-274.

ALVES, João Amadeus Pereira; MION, Rejane Aurora; CARVALHO, Washington Luis Pacheco de. Implicações da Relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente: subsídios para a formação de professores de Física. In: *VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2007, Florianópolis. VI ENPEC, 2007.

ANGOTTI, José André Peres; AUTH, Milton Antonio. *Ciência e Tecnologia : implicações sociais e o papel da educação*. *Ciência & Educação* , v. 7, n.1, p. 15-27, 2001.

ASSIS, Alice & TEIXEIRA, Ode Pacubi Baiarl. Algumas Considerações Sobre o Ensino e a Aprendizagem do Conceito de Energia. *Ciência & Educação*, v.9, n.1, p 41-52, 2003.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. *Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro*. *Revista Ciência & Educação*, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

BARBOSA, João Paulino Vale; BORGES, Antonio Tarciso. *O Entendimento dos Estudantes sobre Energia no Início do Ensino Médio*. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. v.23, n.2, p. 182-217, 2006.

BARREIRO, Cristhianny. Questionamento sistemático: alicerce na reconstrução dos conhecimentos. In: MORAES, Roque; LIMA, Valderez Marina do Rosário (Org.). *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002. p. 171-188.

BETTANIN, Eleani. *As Ilhas de Racionalidade na promoção dos objetivos da Alfabetização Científica e Técnica*. 2003. 185 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

BRASIL, Ministério da Educação (MEC), Secretaria da Educação Média e Tecnológica (Semtec). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/ Semtec, 1999.

_____, Ministério da Educação (MEC), Secretaria da Educação Média e Tecnológica (Semtec). *PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/ Semtec, [2002]. Disponível em:

<<http://portal.mec.gov.br/seb/index.php?option=content&task=view&id=265&I>> Acesso em 03 de nov. 2006.

CARRAHER, Terezinha Nunes; SCHLIEMANN, Analúcia Dias; CARRAHER David. *Na vida dez, na escola zero*. 13. Ed. São Paulo: Cortez, 2003.

COLOVAN, Sílvia Cristina Teodoro ; SILVA, Dirceu da. *A entropia no ensino médio: utilizando concepções prévias dos estudantes e aspectos da evolução do conceito*. *CIÊNCIA & EDUCAÇÃO*, Bauru: v. 11, n. 1, p. 97-117, 2005.

DEMO, Pedro. *Princípio Científico e Educativo*. 2. ed. São Paulo: Cortez, Autores Associados, 1991.

_____, Pedro. *Educação e Qualidade*. 5. ed. São Paulo: Papyrus, 1994.

_____, Pedro. *Pesquisa e Construção do Conhecimento: metodologia científica no caminho de Habermas*. 3. ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1997.

_____, Pedro. *Educar pela pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Autores Associados, 2000.

_____, Pedro. Pesquisa como princípio educativo na universidade. In: MORAES, Roque; LIMA, Valderez Marina do Rosário (Org.). *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002. p. 103 - 126.

DOMÉNECH, J.L. et al. Teaching of Energy Issues: A Debate Proposal for a Global Reorientation. *Science & Education*, 16:43-64, 2007.

DOMÉNECH, J.L. et al. La Enseñanza de la Energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. v.20, n.3, p. 285-311, dez. 2003.

DUIT, Reinders. *Learning the Energy Concept in School: empirical results from the Phillipines and West Germany*. *Physics Education*, v. 19, p. 59-66, 1984.

FARIAS, Carmen Roselaine de Oliveira; CARVALHO, Washington Luiz Pacheco de. Desvelando Relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente a partir de um processo Judicial sobre danos Ambientais. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v. 17, p. 316-330, 2006.

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

_____, Paulo; FAUNDEZ, Antonio. *Por uma pedagogia da pergunta*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

FOUREZ, Gerard, et al. *Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Colihue, 1997.

GRAF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Física. 7. ed. São Paulo : Edusp, 2001.

_____, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física [1998]. *Leituras de Física: Eletromagnetismo (CAPÍTULOS 1ao 6)*. Disponível em: <http://axpfep1.if.usp.br/~gref/eletro/eletro2.pdf>. Acesso em: 30 de nov. 2006.

GALIAZZI, Maria do Carmo. O professor na sala de aula com pesquisa. In: MORAES, Roque; LIMA, Valderez Marina do Rosário (Org.). *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002. p. 293-316.

_____, Maria do Carmo. *Educar pela Pesquisa: ambiente de formação de professores de ciências*. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2003.

HERNANDEZ, Fernando; MONTSERRAT, Ventura. *A Organização do Currículo por Projetos de Trabalho*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

INEP: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Disponível em: < <http://www.inep.gov.br/basica/levantamentos/acessar.htm> >. Acesso em: 25 de nov. 2006.

LIMA, Valderez Marina do Rosário. Pesquisa em Sala de Aula: um olhar na direção do desenvolvimento da competência social. In: MORAES, Roque; LIMA, Valderez Marina do Rosário (Org.). *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002.

LINSINGEN, Irlan Von. *O Enfoque CTS e a Educação Tecnológica: origens, razões e convergências curriculares*. XI Congresso Chilho de Ingenieria Mecânica, Anais do COCIM, 1-11, 2004.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

MACEDO, Maria do Socorro Alencar Nunes; MORTIMER, Eduardo Fleury. *A dinâmica discursiva na sala de aula e a apropriação da escrita*. Educação e Sociedade, v.21, n.72, p.153-173, 2000.

MARCOTE, Pedro Vega; SUÁREZ, P. Álvarez. *Planteamiento de un marco teórico de la Educación Ambiental para un desarrollo sostenible*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 4, n. 1, 2005.

MANASSERO MAS, Maria Antonia; VÁZQUEZ ALONSO, Àngel; ACEVEDO DÍAZ, José Antonio. *Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: nuevos avances metodológicos*. Enseñanza de las Ciencias, v. 22, n. 2, p. 299-312, 2004.

MORAES, Roque. *Análise de Conteúdo*. Educação, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-31, 1999.

_____, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo; RAMOS, Maurivan Güntzel. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, Roque; LIMA, Valderez Marina do Rosário (Org.). *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002. p. 9-23.

_____, Roque. É possível ser construtivista no ensino de ciências. In: MORAES, Roque (Org.). *Construtivismo e Ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003a. p. 103 - 130.

_____, Roque. *Uma Tempestade de Luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva*. Ciência e Educação, v. 9, n 2, p. 191-211, 2003b.

_____, Roque; RAMOS, Maurivan Güntzel; GALIAZZI, Maria do Carmo. *A Epistemologia do Aprender no Educar pela Pesquisa em Ciências: alguns pressupostos teóricos*. In: MORAES, Roque; MANCUSO, Ronaldo (org.). Educação em Ciências: Produção de Currículos e Formação de Professores. Ijuí: Unijuí, 2004, p. 85 – 108.

_____, Roque. *Da noite ao dia: tomada de consciência de pressupostos assumidos dentro das pesquisas sociais*. Porto Alegre, (2006). Texto digitado.

PIETROCOLA, Maurício; NEHRING, Cátia Maria, SILVA, Cibele Celestino; TRINDADE, José Análio de Oliveira; LEITE, Raquel Crosara Maia; PINHEIRO, Terezinha de Fátima. *As Ilhas de Racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos*. Revista Ensaio, v. 2, n 1, mar. 2000.

PÉREZ Daniel Gil; VILCHES, Amparo. The Contribution of Science and Technological Education to Citizens' Culture, *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, vl. 5, n. 2, p. 253-263, 2005.

PÉREZ, Daniel Gil; VILCHES, Amparo. *Educación Ciudadana y Alfabetización Científica: mitos y realidades*. Revista Iberoamericana de Educación, p. 31-53, 2006.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. *Ciência Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio*. Ciência e Educação, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PRESTES, Rosangela Ferreira; MARQUES DA SILVA, Ana Maria. *Artigos de Divulgação Científica para o Estudo de Problemas Energéticos com Enfoque CTS*. VI ENPEC. Florianópolis, 2007.

RAMOS, Maurivan Güntzel. Educar pela Pesquisa é Educar para a Argumentação. In: MORAES, Roque; LIMA, Valdevez Marina do Rosário (Org.). *Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002. p. 25-49.

RICARDO, Elio; SLONGO, Ione; PIETROCOLA, Maurício. A Perturbação do Contrato didático e o Gerenciamento dos Paradoxos, [2003].

<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol8/n2/v8_n2_a4.html>Acesso em 20/11/2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, v. 2, n. 2, p.133-162, 2000.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. *Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências*. Ciência e Educação, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. *Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência Tecnologia Sociedade) no contexto da educação brasileira*. Ensaio, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SCHMITZ, César. Desafio docente: as Ilhas de Racionalidade e seus elementos interdisciplinares. 2004. 250 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

SILVA, Márcio José da; CRUZ, Sonia Maria Silva Corrêa de Souza. A inserção do enfoque CTS através de revistas de divulgação científica. In: *IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*, Jaboticatubas: SBF, 2004.

SILVA, Luciano Fernandes; CARVALHO, Luiz Marcelo de. *A Temática Ambiental e o Ensino de Física na Escola Média: Algumas Possibilidades de Desenvolver o Tema Produção de Energia Elétrica em Larga Escala em uma Situação de Ensino*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.24, n.3, p.342-352, set. 2002.

SEVILLA, C. S. *Reflexiones en torno al concepto de energia. Implicaciones curriculares*. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 3, p. 247-252, 1986.

SOLBES, J.; TARÍN, F. *Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía*. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 16, n. 3, p. 387-97, 1998.

SOUZA, Erica Silvani; SOUSA, João José Fernandes de; BARROS, Susana de Souza. Material Didático para o Ensino do Conceito de Energia na Aula de Ciências da Escola Fundamental. In: *XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Rio de Janeiro: SBF, 2005.

TRUMPER, Ricardo. Bieng constructive: na alternative approach to the teaching of the energy concept – part one. *International Journal of Science Education*, v. 12, n.4, p.343-354. 1990.

ZANETIC, João. Física e cultura. *Ciência e Cultura*, v.57, n.3, p.21-24, Jul./Set. 2005.

APÊNDICE A – Solicitação da autorização da escola para a realização da pesquisa

Prezado Diretor Álvaro O. I. Zimmermann:

Eu, Rosangela Ferreira Prestes, professora de Física desta instituição de ensino, solicito autorização para desenvolver o projeto: ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DO EDUCAR PELA PESQUISA NO ESTUDO DAS FONTES DE ENERGIA, com a turma 103, no terceiro trimestre letivo do corrente ano, o mesmo corresponde a um dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática – PUCRS, cujas atividades encontram-se descritas no projeto em anexo.

Atenciosamente

Rosangela Ferreira Prestes
Professora de Física

APÊNDICE B – Autorização dos Pais**Senhores Pais:**

Eu, professora Rosangela Ferreira Prestes, cursando o mestrado em Educação em Ciências e Matemática na PUCRS – Porto Alegre/RS. Estou finalizando a minha pesquisa de dissertação, cujo título refere-se: **ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DO EDUCAR PELA PESQUISA NO ESTUDO DAS FONTES DE ENERGIA.**

A pesquisa foi aplicada com seu filho/a: _____, no segundo semestre de 2007, neste período foi desenvolvida atividades que estou utilizando em minha pesquisa, que são:

- a) Fotos (de atividade desenvolvidas em grupo);
- b) Textos;
- c) Gravações de falas;

Necessito da sua autorização para que estes materiais possam ser utilizados em minha pesquisa.

NOME: _____ ASS.: _____

RG: _____

MUITO ATENCIOSAMENTE

OBRIGADA

Rosangela Ferreira Prestes
Professora de Física

APÊNDICE C – Fotos dos alunos na visitação ao museu de Ciência e Tecnologia da PUCRS e ao laboratório de energia solar.



APÊNDICE D – Roteiro de visitação ao Museu da PUCRS

O roteiro de visitação iniciou pelo terceiro pavimento. Este folder foi reproduzido e entregue aos alunos:

Onde encontrar as atrações

A área de exposições do Museu de Ciências e Tecnologia está dividida em três pavimentos e dois mezaninos. Em cada um deles, os experimentos ficam agrupados por áreas-tema. Veja, a seguir, o que você vai encontrar nos pavimentos

TÉRREO

É a grande área nobre do museu, onde estão localizados bilheteria, recepção, chapearia, loja com artigos relativos ao museu e educacionais, pequenos auditórios, bar e setor de informações. Neste ambiente também está instalado um recanto de descanso e, em breve, será construído um teatro para 200 lugares, onde serão apresentados fenômenos de eletrostática e peças teatrais relativas à ciência.

Logo à esquerda da entrada, uma estação receptora de imagens de um satélite meteorológico mostrará, ao vivo, a região Sul vista do espaço. Neste piso estão expostas algumas atrações, assim denominadas por seu conteúdo tecnológico e científico associado ao aspecto interessante, especialmente valorizado na apresentação interativa ou dinâmica.

Aqui o visitante encontra o giroscópio, a caleidosfera, o gravitrâm computadorizado, o mundo da criança, a área da educação ambiental e interações vivas onde estão o mar, 30 aquários, formigueiro, apiário, incubadora de ovos de peixes, de répteis e aves, agricultura, serpentiário e borboletário, entre outros.

SEGUNDO PAVIMENTO

Ao subir a escada rolante, o visitante entra na área que representa a dinâmica do cosmos e das ciências naturais. O universo, nossa galáxia, o planeta Terra e sua evolução, a vida, fauna, flora e ecologia. Além do uso interativo de luz, som, movimento e multimídia, também são empregados dioramas. Neste pavimento, pode-se conferir como é a erupção de um vulcão, passar pela simulação de um terremoto, ver os dioramas com os dinossauros

que viveram no Rio Grande do Sul há 220 milhões de anos, assistir às explicações da mulher transparente, observar os fetos humanos naturais, além de vários outros experimentos dinâmicos.

No mesmo piso, situam-se as salas-laboratório de matemática, física, química, computação, biologia e ciências para trabalhos experimentais. A capacitação de professores de 1º e 2º graus também é desenvolvida nestes laboratórios.

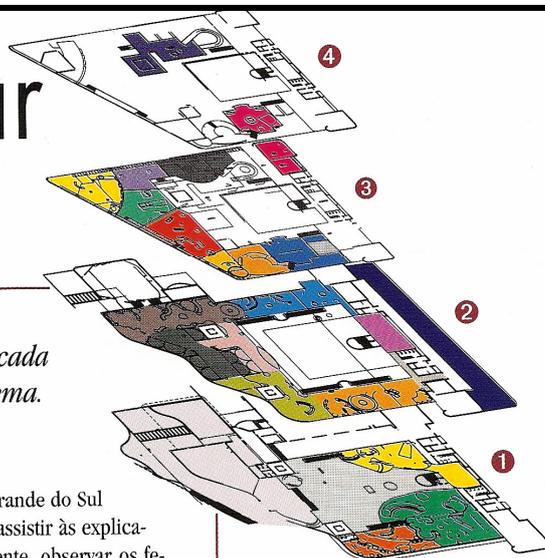
TERCEIRO PAVIMENTO

Espaço destinado às experiências interativas de física, química, eletrônica, informática e tecnologia em geral. Os princípios de funcionamento e as leis que regem os fenômenos poderão ser observados e experimentados pelos visitantes em centenas de dispositivos e equipamentos. É um ambiente dedicado ao estímulo da curiosidade pelos fatos que cercam os visitantes.

Neste pavimento, você também encontrará elevador a vácuo, câmara de neblina, vôlei virtual, harpa *laser* e o clube do computador.

No mezanino da matemática (desafio com figuras e números) você aprenderá brincando, sem dificuldades, o teorema de Pitágoras, as propriedades do paralelograma, as seções cônicas e poderá testar muitos outros experimentos relativos a esta área.

No mezanino da comunicação, o visitante testará suas capacidades de apresentador de TV. Encontrará experimentos sobre os idiomas nos diferentes países, como os sinais das comunicações trafegam, transmissão de TV via satélite, entre outros.



1 TÉRREO

- Saguão e serviços
- Atrações
- Educação Ambiental
- Mundo da Criança
- Interações Vivas

2 2º PAVIMENTO

- Universo
- Planeta Terra
- Dioramas
- Paleontologia
- Vida
- Ser Humano
- Arqueologia
- Saúde
- Laboratórios Matemática, Biologia, Física, Química e Computação

3 3º PAVIMENTO

- Clube do Computador
- Força/Movimento
- Fluidos
- Luz
- Ondas e Som
- Eletricidade e Magnetismo
- Calor
- Matéria e Energia
- Tecnologia
- Mundo Virtual

4 MEZANINOS

- Desafios com figuras e números
- Comunicação



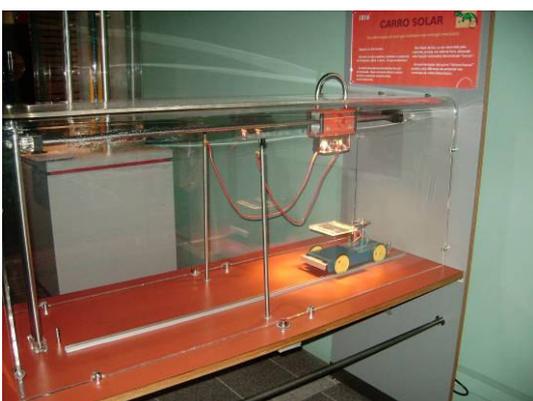
- Do terceiro pavimento o roteiro sugerido foi da visitação aos seguintes experimentos:



Experimento nº 1815
Energia eólica – vento x energia



Experimento nº 1807
Simule uma usina



Experimento nº 1816
Carro solar



Experimento nº 1818:
Gerador Humano

ANEXO A – Artigo apresentado no VI ENPEC/2007

ARTIGOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA O ESTUDO DE PROBLEMAS ENERGÉTICOS COM ENFOQUE CTS

SCIENCE POPULARIZATION ARTICLES FOR STUDY ON ENERGY ISSUES WITH AN STS APPROACH

Rosangela Ferreira Prestes
Ana Maria Marques da Silva

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, PUCRS, Porto Alegre, RS, Brasil
ro.fprestes@yahoo.com.br; ana.marques@puers.br

Resumo

Este artigo apresenta uma análise da incorporação de artigos de divulgação científica publicados em jornais de circulação nacional sobre questões energéticas, na sala de aula de Física no ensino médio. A viabilidade do uso dos artigos em sala de aula foi analisada a partir de seus atributos nas dimensões científica, tecnológica, social e das interações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), conforme proposto por Silva & Cruz (2004). Em um exemplo de artigo, foram explicitados conceitos científicos presentes, aspectos relativos à natureza da ciência implícita ou explícita, implicações tecnológicas, impactos na atividade econômica e no meio ambiente, os grupos sociais afetados pelo tema e as interações CTS. Tal análise pretende subsidiar o uso dos artigos como recurso didático e fonte de aprendizagem, possibilitando discussões e atividades nas quais os alunos exponham suas concepções e critiquem e debatam outras concepções, reconstruindo seus conhecimentos sobre problemas energéticos.

Palavras-chave: Divulgação científica; enfoque CTS; problemas energéticos; ensino médio.

Abstract

This article presents an analysis of newspaper popularization of science articles incorporation published in periodicals of national circulation on energy issues, in the classroom of Physics in high school. The viability of the use of articles in classroom was analyzed from its attributes in the scientific, technological, social and of the interactions Science, Technology and Society (STS) dimensions, as considered for Silva & Cruz (2004). In one article example, scientific concepts, the implicit or explicit nature of science ideas, technological implications, impacts in the economic activity and in the environment, the social groups affected by the subject and STS interactions have been described. Such analysis intends to subsidize the use of newspaper articles as didactic resource and source of learning, making possible discussions and activities in which the pupils show their conceptions and criticize and debate other conceptions, reconstructing its knowledge on energy issues.

Keywords: Popularization of science; STS approach; energy issues; high school.

INTRODUÇÃO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999) nos apresentam indicações sobre a importância de discutirmos os conteúdos a serem trabalhados na disciplina de física do ensino médio, de modo a aproximá-los da realidade do aluno, possibilitando a construção de um conhecimento que contribua para uma melhor compreensão do seu ambiente. Além disso, uma abordagem que desenvolva atitudes críticas diante de acontecimentos que envolvam conhecimentos científicos e tecnológicos e a tomada de decisões sobre temas relativos à ciência e tecnologia, contribui para a formação de cidadãos capazes de se comunicarem, argumentarem, compreenderem e agirem em diferentes situações da vida em sociedade.

Zanetic (2005, p.21) destaca que “o cidadão comum costuma ver a física como esotérica, desvinculada da vida cotidiana. Com exceção de experiências isoladas que professores levam para suas salas de aula, decorrentes das pesquisas em ensino de física desenvolvidas no país, geralmente a física é mal ensinada nas escolas”. Predominantemente observa-se que o ensino de física se restringe à memorização de fórmulas aplicadas na solução de exercícios sem qualquer conexão com o cotidiano dos alunos (ZANETIC, 2005).

O ensino de Física no ensino médio pode contribuir para a formação de uma cultura científica e tecnológica, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e dos processos naturais ou produzidos pelo homem; que promova uma visão de mundo e uma compreensão dinâmica do universo.

A seleção de assuntos de relevância social, cultural e política a serem levados para a sala de aula, precisa ser cuidadosamente realizada pelos professores, de forma que o centro das discussões favoreça a mobilização do aluno para a aprendizagem de física. “O ensino da Física deve discutir a origem do universo e sua evolução, mas também os gastos da conta de luz o funcionamento de aparelhos presentes na vida cotidiana.” (BRASIL, 1999, p.233).

A prática docente não pode apenas resumir-se a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, desarticulada e vazia de significados, ou seja, deve partir da prática e de exemplos concretos (BRASIL, 1999). Temos a certeza de que não existe um livro de receitas com soluções e indicações com a garantia do sucesso do aprendizado em física. Por isso, precisamos buscar estratégias para serem trabalhadas em sala de aula que contribuam para construção e reconstrução dos conhecimentos dos alunos e para o desenvolvimento da atitude crítica diante da realidade.

Permitir uma aprendizagem de Física mais contextualizada possibilitará que os alunos relacionem os seus conhecimentos com os problemas sociais de seu meio próximo e distante, tornando-o um cidadão mais crítico, consciente e atuante em seu contexto. Esta contextualização pode ser trabalhada como recurso didático, para problematizar a realidade vivenciada pelo aluno e então projetar o que se pretende ensinar. Cabe ao professor proporcionar alternativas para que os alunos sintam a necessidade de buscar este conhecimento, mobilizem-se e realizem uma reflexão crítica sobre seus conhecimentos.

A discussão sobre a incorporação de textos de divulgação científica como recurso educacional no ensino médio reflete novas tendências curriculares, com novas concepções sobre o ensino de física e sobre a educação científica. Tais tendências apontam para a necessidade de renovação dos conteúdos escolares de física e para a elaboração de metodologias que possibilitem o desenvolvimento cultural dos estudantes, contemplando uma educação para a cidadania e propiciando uma reflexão sobre os valores associados à ciência, às suas motivações e suas conseqüências na sociedade (RIBEIRO & KAWAMURA, 2006).

A divulgação científica compreende um processo de veiculação de informações sobre ciência e tecnologia, a um público em geral, através de recursos, técnicas e meios diversificados com jornais e revistas. Salém & Kawamura (1996) apontam o uso de textos de divulgação como forma de atrair o leitor para o mundo da ciência, tornar o conhecimento científico acessível, desmistificar a ciência, promover um sentimento de integração com o mundo atual e mostrar a física como uma construção humana. Os textos de divulgação ainda podem ser utilizados para complementar o ensino formal na escola, sendo trazido para a sala de aula pelo próprio aluno.

Concordamos com López (2004), que os textos de divulgação podem ser utilizados em sala de aula com diferentes objetivos. Como recurso didático, os textos de divulgação podem favorecer a conexão entre os conteúdos estudados e a realidade conhecida dos alunos. Como fonte de aprendizagem, quando os alunos levam para a sala de aula um artigo de divulgação científica, este texto pode ser utilizado para discutir concepções e idéias sobre a natureza da ciência e a atividade científica. Como objeto de estudo, os textos podem ser utilizados para destacar as interações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), contribuindo para a formação de uma imagem adequada e crítica da física, assim como para reflexões sobre as aplicações e implicações sociais da ciência e tecnologia.

A energia é um tema transversal que merece atenção especial, tanto no ensino fundamental como médio, pois perpassa diversas discussões amplamente discutidas nos meios de comunicação de massa sobre o aquecimento global e os problemas energéticos mundiais.

Particularmente no ensino de física, este é um tema que fornece uma chave importante para nosso entendimento sobre o modo como os fenômenos ocorrem no mundo físico, biológico e tecnológico (DRIVER & MILLAR 1986, citado por DOMENÉCH et al. 2007).

Os livros didáticos de Física para o ensino médio abordam em diferentes momentos a energia, normalmente nos capítulos relacionados com a Mecânica e com a Termodinâmica. No entanto, este tema não costuma ser relacionado com problemas contemporâneos, nem são tratados seus aspectos relacionados com o ambiente e impactos sócio-econômicos do consumo de energia. A estrutura dos livros didáticos costuma apresentar uma divisão em capítulos que discorrem sobre um determinado assunto a partir de um texto introdutório, seções e subseções nas quais são explorados os conteúdos relacionados à temática central e, ao final, atividades, problemas, questões ou exercícios. Certos livros didáticos de Física incorporam temas contemporâneos, mas usualmente, esta inserção não produz uma modificação dessa estrutura, dando-se de maneira pontual, sob a forma de textos ilustrativos em seções especiais ou quadros no final dos capítulos, sem aprofundar as relações com os conteúdos que explorados anteriormente (MARTINS & DAMASCENO, 2002).

Neste trabalho, realizamos um exemplo de análise de um texto de divulgação científica publicado em um jornal de circulação nacional, identificando suas dimensões científica, tecnológica, social e das relações CTS. Esta análise pretende fornecer um subsídio para a utilização deste tipo de texto na sala de aula de física no ensino médio.

ENERGIA COMO TEMA UNIFICADOR

A justificativa da escolha do tema energia está fundamentada nos objetivos estabelecidos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio e as suas Orientações Curriculares (BRASIL, 1999; BRASIL, 2002; BRASIL 2006).

Os PCN+(2002), fazem um a retomada das principais competências esperadas ao final do ensino médio na disciplina de Física que foram organizadas e apresentadas nos PCN.

Buscam explicitar vínculos e permitir um trabalho mais integrado entre todas as áreas de Ciências da Natureza, e destas com Linguagens e Códigos e Ciências Humanas. Todas estão relacionadas a um conjunto de três grandes competências: comunicar e representar; investigar e compreender; e contextualizar social e culturalmente os conhecimentos.

Para que ocorra o desenvolvimento destas competências, faz-se necessária a escolha adequada de conteúdos e estratégias de aprendizagem, com atividades que envolvam assuntos de interesse da comunidade e que proporcionem atitudes reflexivas e de autocrítica dos professores e dos alunos. Em relação à escolha de conteúdos a serem desenvolvidos, os PCN+ (BRASIL, 2002, p. 61) sugerem: “O vasto conhecimento de Física, acumulado ao longo da história da humanidade, não pode estar todo presente na escola média. Será necessário sempre fazer escolhas em relação ao que é mais importante ou fundamental, estabelecendo para isso referências apropriadas”.

A utilização dos textos jornalísticos em sala de aula, principalmente quando trazidos pelos alunos, reflete a maior participação dos alunos, deslocando o centro das atenções do professor para o aluno. Intervenções, discussões, interpretações podem ocorrer durante a leitura do texto jornalístico. Se o assunto abordado é considerado relevante e pertinente para o grupo, este pode ser um recurso importante para o encaminhamento de novas questões. De acordo com Moran (2000, p. 23): “aprendemos mais quando estabelecemos pontes entre a reflexão e a ação, entre a experiência e a conceituação, entre a teoria e a prática; quando ambas se alimentam mutuamente.”

Como forma de orientar os professores que atuam no ensino médio, os PNC+ (BRASIL, 2002), indicam seis temas estruturadores para a disciplina de física. O assunto de escolha deste trabalho identifica-se com o segundo dos seis temas estruturadores: “Calor, ambiente e usos de energia”, onde a unidade temática é “Energia: produção para uso social”.

É necessário ressaltar que o conceito de energia tem sido amplamente discutido por diversos autores (DOMÉNECH et al, 2007; SILVA e CARVALHO, 2002; SOUZA et al, 2005); ASSIS & TEIXEIRA, 2003) como um assunto que deve ter maior destaque e atenção pelos professores ao ser trabalhado em sala de aula. Este conceito é de grande relevância e destaca-se em seus aspectos científicos, tecnológicos, econômicos, social, político, ambiental e histórico-cultural.

Segundo Doménech et al.(2007, p. 43), “ o desenvolvimento lento e meticuloso de energia e dos conceitos de calor e trabalho é um maravilhoso exemplo de como conceitos e teorias são construídas e evoluem a ciência”. Devido a sua importância, percebe-se que o conceito de energia tem permitido grandes discussões e o desenvolvimento de diversas pesquisas na área da educação. Para o mesmo autor, estas pesquisas e a inovações no processo de ensino está associada a uma mudança conceitual. Este modelo propõe, “extrair concepções alternativas e criar conflitos cognitivos nos alunos”, gerando insatisfações e prepará-los para uma “introdução de concepções científicas”. (DOMÉNECH et al.,2007, p.44).

Como Duit (1986) destaca:

“Nenhum outro aspecto no ensino de física é tratado com tal desproporção em relação à sua significância. Sem o aspecto da degradação da energia, entender o conceito de energia em física é incompleto; sem este aspecto o conceito de energia deve falhar em aplicações na natureza, tecnologia e do cotidiano” (DUIT 1986,p.89).

Acreditamos que a utilização de textos jornalísticos que tratem de temas que relacionem a energia com situações centradas em acontecimentos divulgados pela mídia

impressa e que estejam relacionadas com a realidade do aluno é um recurso que possibilita essa construção da devida importância e significado do conceito de energia e sua conservação.

A atenção e o destaque para o estudo do conceito de energia, segundo Assis & Teixeira (2003, p. 49) é devido ao fato que “no senso comum, existem inúmeras concepções que se confrontam com os conceitos aceitos cientificamente”, em relação ao conceito de energia, “existem muitos termos utilizados inadequadamente”.

A utilização dos textos também possibilita a superação da forma fragmentada de trabalhar a energia mecânica, as transformações energéticas, o calor e a entropia. Os questionamentos levantados durante a discussão podem ser transformados em objetos de investigação e a discussão dos conteúdos de física e de outras áreas do conhecimento tem um caráter fortemente interdisciplinar. Esta abordagem permite a construção de um novo saber a respeito da realidade, pois diversos saberes disciplinares são necessários e explorados ao máximo. Em outras palavras, uma abordagem satisfatória do tema energia ou qualquer outra área do conhecimento, demanda tratamento global, evitando abordagens que tratam aspectos individuais e são, portanto, menos efetivas que as abordagens disciplinares e fragmentadas (MORIN, 2001).

Considerar as interações CTS é um aspecto essencial no ensino deste tema, se queremos evitar a transmissão de uma visão de ciência descontextualizada, socialmente neutra e preparar cidadãos capazes de entender o mundo em que eles vivem e adotar atitudes responsáveis e bem fundamentadas em relação aos desenvolvimentos científicos e tecnológicos e suas possíveis conseqüências (GIL-PÉREZ & VILCHES, 2005).

No caso específico da energia, a abordagem CTS significa “refletir sobre as necessidades humanas por fontes de energia (extração, transporte, resíduos,...); estudar máquinas como auxiliares para facilitar as mudanças – sem esquecer os debates atuais sobre redução do uso de energia, fontes de energia alternativas, falta de equilíbrio entre países desenvolvidos e subdesenvolvimento, que estão associados com a situação de emergência planetária” (DOMÉNECH et al., 2007, p. 47).

DIMENSÕES DE ANÁLISE DO TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Mediante a importância do conceito de energia, analisamos um texto de divulgação científica apresentado pela mídia impressa, com o objetivo de identificar as principais dimensões que podem ser extraídas desta leitura, contribuindo para o processo de investigação, compreensão e reflexão crítica dos aspectos que envolvem a transformação e conservação de energia, bem como os problemas sociais e impactos ambientais relacionados com o tema.

O texto analisado é uma publicação do jornal Zero Hora (WERB, 2007), no caderno de Ciência, Tecnologia e Inovação - Globaltech, de 11 de junho de 2007, cujo título é “O rei das Galinhas”. O artigo narra a história da premiação de um jovem estudante gaúcho de 19 anos, Igor Seibert, que reside em uma pequena cidade do interior do estado chamada Feliz, premiado em uma das mais importantes mostras científicas do mundo (*International Science and Engineering Fair*), patrocinada pela Intel. Uma fotografia do jovem recebendo o prêmio do presidente da Intel, Craig Barret, é destacada na reportagem, além do fato da premiação apresentar uma platéia com dez ganhadores do prêmio Nobel. O artigo apresenta um resumo da pesquisa premiada, na qual foi desenvolvida uma solução para um aviário que utiliza energias renováveis e soluções inovadoras para a prevenção de doenças nos animais.

O artigo estabelece relações entre vários assuntos, em especial a articulação entre os aspectos fundamentais relacionados com as transformações energéticas e conservação. A partir da leitura e interpretação deste texto, outros aspectos podem ser explorados, como por exemplo, as fontes renováveis e não-renováveis de energia, os impactos ambientais das opções energéticas e o impacto social e econômico da solução apresentada pelo jovem pesquisador.

Este texto difere das pequenas inserções de textos sobre questões energéticas encontrados nos livros didáticos de física no ensino médio, pois se trata de um tema amplo e próximo da realidade dos alunos.

O artigo apresenta, além do texto, um infográfico sobre o “aviário inteligente”, que é um quadro informativo que mistura textos e ilustrações para transmitir as informações visualmente, como mostra o recorte da reportagem na Figura 1.



Figura 1 Infográfico da reportagem “O rei das galinhas”, publicado na Zero Hora (WERB, 2007).

A análise do artigo de divulgação científica foi realizada na perspectiva da educação CTS, buscando interpretar as dimensões científica, tecnológica e social, bem como também as interações entre elas, conforme proposto em trabalho de Silva & Cruz (2004).

Na *dimensão científica* foram analisados os atributos de caráter científico que expressam, de alguma forma, a concepção de ciência transmitida no artigo e fornecem subsídios para discussões relativas à natureza da ciência. O artigo destaca diversos conceitos científicos, como a temperatura, as trocas de calor, o uso de diversas formas de energia e os processos de transformação de energia (mecânica, química, elétrica).

O texto apresenta de forma implícita aspectos relativos à natureza da ciência, apresentando a atividade de pesquisa científica com caráter essencialmente dinâmico e em permanente construção.

“Igor gastou dois anos e mio no projeto. Fez um trabalho minucioso. Buscou dados da raça poedeira mais utilizada, a Hi-Line W36. Comparou números sobre a postura de ovos mês a mês. Numa experimentação com seis aves, feita com um protótipo do Aviário Inteligente, notou um aumento de 5,6% na produção.”

No entanto, o autor tende a apresentar esta construção como possuindo um caráter linear, contínuo e cumulativo, como mostram os extratos do texto:

“Orientado pelo Professor Hélio Brochier, Igor realizou sua experiência na Granja Nienow, que produz 180 mil ovos por dia. Descobriu dois problemas que afetam a saúde das aves e o bolso dos humanos. O primeiro é a variação de temperatura.... O segundo é a sujeira dos aviários.... O primeiro problema foi fácil de resolver. Igor desenvolveu um sistema eletrônico digital...Para a sujeira, a solução foi instalar uma grande calha em baixo da gaiola das aves...”

Observa-se que não há referências a descontinuidades ou rupturas no desenvolvimento das idéias científicas, não apresentando nenhuma dificuldade no trabalho de pesquisa. A única dificuldade relatada está relacionada com a apresentação do projeto na feira, cuja primeira versão havia sido rejeitada. Não são apresentadas outras soluções ou a opinião de outros cientistas.

Na *dimensão tecnológica*, o artigo apresenta a discussão sobre o papel da tecnologia enquanto atividade econômica e industrial, destacando que “o prejuízo com a morte das aves, segundo Igor, chega a 10% da produção anual de ovos”. O infográfico destaca as especificações técnicas sobre o funcionamento de cada equipamento do aviário, destacando produtos, dejetos e resíduos obtidos a partir da prática tecnológica.

A dimensão social é percebida no texto pela indicação clara do público alvo, ou seja, os maiores interessados nos resultados que estão sendo divulgados, ou seja, os produtores de ovos da região. O seguinte trecho mostra esta preocupação: “Como Feliz tem muitas granjas de produção de ovos, ele achou que seria uma boa idéia fazer seu projeto com os aviários do município”. Esta abordagem permite a exploração de aspectos relacionados com a preocupação sobre o atendimento de uma necessidade da comunidade na qual o estudante vive.

As *interações CTS* são destacadas principalmente na discussão dos impactos ambientais produzidos pela solução desenvolvida, quando comenta: “A água suja corre para um biodigestor, onde se transforma em biogás (principalmente metano). O gás pode ser usado para produzir eletricidade”. Ou ainda: “A sobra dos dejetos, já descontaminados do metano, podem servir como adubo na lavoura.

O artigo também apresenta indicativos sobre a relação entre o desenvolvimento científico-tecnológico e o bem-estar-social, além de destacar reflexos dos produtos tecnológicos sobre a saúde, quando o artigo cita: “O projeto contempla duas coisas que eles gostaram muito: utiliza energia renovável e previne doenças”.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Concordamos com Silva & Cruz (2004), quando afirmam que um artigo que contemple os diversos atributos da categoria científica não deverá ser descartado se, a partir destes, apresentar indicativos de uma concepção de ciência divergente daquela que se pretende construir junto aos alunos. O artigo pode servir de elemento motivador para discussões e não apenas como fonte de informações definitivas. Um artigo não precisa, necessariamente, apresentar todos os atributos de cada dimensão analisada anteriormente.

Ao identificar os atributos de cada dimensão, o professor pode conduzir discussões e atividades por meio das quais os estudantes possam expor suas concepções, criticar e debater outras concepções, inclusive aquelas presentes no artigo, reconstruindo suas idéias e buscando a construção de um entendimento coletivo dos diversos aspectos abordados no estudo das questões energéticas. A partir deste entendimento, os alunos poderão desenvolver suas

habilidades para tomada de decisões atuando diretamente na solução de um problema local ou elaborando materiais para a comunidade.

Ainda ressaltamos que o tema energia a partir de um texto jornalístico com tais características pode promover um trabalho interdisciplinar, onde diversos professores organizam atividades conjuntas em torno deste assunto.

Nesse contexto, é possível aprofundar a questão da produção e utilização de diferentes formas de energia em nossa sociedade, adquirindo as competências necessárias para a análise dos problemas relacionados aos recursos e fontes de energia no mundo contemporâneo, desde o consumo doméstico ao quadro de produção e utilização nacional, avaliando necessidades e impactos ambientais.

Em relação ao uso da leitura de artigos de divulgação científica no ensino médio, concordamos com Assis e Teixeira (2003, p. 47) quando eles afirmam que “a criação do hábito para a leitura nas escolas é fundamental, tanto para o aprimoramento das atividades pedagógicas utilizadas pelo professor, como para a formação do aluno, motivando-o a refletir, criar, imaginar e entender melhor os conceitos científicos”.

Como possibilidade metodológica dentro do enfoque CTS, a aprendizagem centrada em eventos, que utiliza “os fatos de ampla veiculação na mídia e de importância sócio-econômica, explorando-os a partir da ciência e da tecnologia”, requerer que os professores saibam selecionar materiais didáticos de apoio pertinentes à realidade escolar, e não fatos sensacionalistas.

A aprendizagem centrada em eventos utiliza saberes de diversas áreas do conhecimento para o estudo do tema proposto, exigindo um trabalho interdisciplinar e atrativo para os estudantes. Para o grupo de professores envolvidos, surge um novo desafio na forma de explorar os fatos e acontecimentos científicos e tecnológicos em sala de aula, trazendo os conteúdos científicos.

Como forma de estratégia a ser utilizada nas aulas de Física, o uso de textos da mídia impressa, como artigos de jornais ou revistas, pode nos trazer importantes contribuições para motivar os alunos para o estudo de determinados temas, assim como informar sobre avanços científicos e tecnológicos. O jornal, principalmente é um importante meio de comunicação e divulgação de informações, sendo considerado de fácil acesso aos professores e alunos nas escolas.

Por meio das informações divulgadas por estes meios de comunicação, vários são os conceitos de física que podem ser abordados. Utilizando a leitura destes textos como ponto de partida, conceitos físicos podem ser discutidos sem a ordenação pré-estabelecida em alguns livros didáticos ou conteúdos programáticos. Nesta estratégia, o artigo de jornal não é utilizado apenas como forma de exemplificar os conceitos que estão em discussão ou já foram estudados.

Em sala de aula, o professor pode incentivar os alunos a acompanharem noticiários relacionados à ciência em jornais ou revistas, em especial, nos meios de comunicação e divulgação de informações disponíveis na escola. A criação do hábito da leitura é de grande relevância, sem limites de idade para ser desenvolvido.

Sabemos que os artigos publicados em jornais não são editados com fins didáticos e que muitas vezes transmitem concepções divergentes daquelas que julgamos adequadas, mas, por se tratarem de um material presente no cotidiano dos alunos, eles podem e devem ser inseridos no contexto da educação formal, servindo não só como recurso para o desenvolvimento de atividades didáticas, mas também como objeto de estudo a partir do qual os alunos poderão desenvolver habilidades de obtenção e análise de informações.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Celso. *Como desenvolver as competências em sala de aula*. Petrópolis: Vozes, 2001.

ASSIS, Alice & TEIXEIRA, Ode Pacubi Baiarl. Algumas Considerações Sobre o Ensino e a Aprendizagem do Conceito de Energia. *Ciência & Educação*, v.9, n.1, p 41-52, 2003.

BRASIL, Ministério da Educação (MEC), Secretaria da Educação Média e Tecnológica (Semtec). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/ Semtec, 1999.

_____, Ministério da Educação (MEC), Secretaria da Educação Média e Tecnológica (Semtec). *PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/ Semtec, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/index.php?option=content&task=view&id=265&I>> .Acesso em 03/11/2006.

_____, Ministério da Educação (MEC), Secretaria da Educação Básica. *Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, 2006.

DOMÉNECH, J.L. et al. Teaching of Energy Issues: A Debate Proposal for a Global Reorientation. *Science & Education*, 16:43-64, 2007.

DRIVER, R. & MILLAR, R. Teaching Energy in Schools: Towards an Analysis of Curriculum Approaches, In: Driver R. & Millar R. (eds) *Energy Matters*, University of Leeds, Leeds, pp. 9-24, 1986.

DUIT, R. In Search of an Energy Concept, In: Driver R. & Millar R. (eds) *Energy Matters*, University of Leeds, Leeds, pp. 67-101, 1986.

GIL-PÉREZ, D. & VILCHES, A. The Contribution of Science and Technological Education to Citizens' Culture, *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, vol. 5, n. 2, pp. 253-263, 2005.

LÓPEZ, A. B. Relaciones entre la Educación Científica y la Divulgación de la Ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 1, Nº 2, pp. 70-86, 2004. Disponível em: <http://mail.fq.edu.uy/~dec/icc/5.pdf>. Acesso em: 15/07/2007.

MARTINS, Isabel & DAMASCENO, Allan R. Uma análise das incorporações de textos de divulgação científica em livros didáticos de ciências. In: *VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. São Paulo: SBF, 2002.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos Tarcísio; BEHRENS, Marilda Aparecida. *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*. Campinas: Papirus, 2000.

MORIN, Edgard *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Cortez, Brasília: UNESCO, 2001.

RIBEIRO, Renata A. & KAWAMURA, Maria Regina D. Divulgação Científica e Ensino de Física: Intenções, Funções e Vertentes. In: *X Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*, Londrina:SBF, 2006.

SALÉM, Sônia & KAWAMURA, Maria Regina D. O texto de divulgação e o texto didático: conhecimentos diferentes? In: *V Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Águas de Lindóia:SBF, 1996.

SILVA, Luciano Fernandes & CARVALHO, Luiz Marcelo. A Temática Ambiental e o Ensino de Física na Escola Média: Algumas Possibilidades de Desenvolver o Tema Produção de Energia Elétrica em Larga Escala em uma Situação de Ensino. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 24, nº3, p. 342-352, Setembro, 2002.

SILVA, Márcio José da & CRUZ, Sônia Maria S. C. de Souza. A inserção do enfoque CTS através de revistas de divulgação científica. In: *IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*, Jaboticatubas:SBF, 2004.

SOUZA, Erica Silvani; SOUSA, João José Fernandes de; BARROS, Susana de Souza. Material Didático para o Ensino do Conceito de Energia na Aula de Ciências da Escola Fundamental. In: *XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Rio de Janeiro: SBF, 2005.

WERB, Elton. O rei das galinhas. *Zero Hora*, Porto Alegre, 11 jun. 2007. Ciência, Tecnologia e Inovação, nº 82, capa.

ZANETIC, João. Física e cultura. *Ciência e Cultura*, vol.57, no.3, p.21-24, July/Sept. 2005.

ANEXO B – Questões do ENEM dos anos de: 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 e 2005**QUESTÕES DO ENEM
TEMAS RELACIONADOS COM ENERGIA**
Dados reunidos por Rosângela Ferreira Prestes (2007)

1. (Enem 98) Seguem a seguir alguns trechos de uma matéria da revista Superinteressante, que descreve hábitos de um morador de Barcelona (Espanha), relacionando-os com o consumo de energia e efeitos sobre o ambiente.

- I. Apenas no banho matinal, por exemplo, um cidadão utiliza cerca de 50 litros de água, que depois terá que ser tratada. Além disso, a água é aquecida consumindo 1,5 quilowatt-hora (cerca de 1,3 milhões de calorias), e para gerar essa energia foi preciso perturbar o ambiente de alguma maneira.
- II. Na hora de ir para o trabalho, o percurso médio dos moradores de Barcelona mostra que o carro libera 90 gramas do venenoso monóxido de carbono e 25 gramas de óxidos de nitrogênio. Ao mesmo tempo, o carro consome combustível equivalente a 8,9 kWh.
- III. Na hora de recolher o lixo doméstico quase 1kg por dia. Em cada quilo há aproximadamente 240 gramas de papel, papelão e embalagens; 80 gramas de plástico; 55 gramas de metal, 40 gramas de material biodegradável e 80 gramas de vidro.

Com relação ao trecho I, supondo a existência de um chuveiro elétrico, pode-se afirmar que:

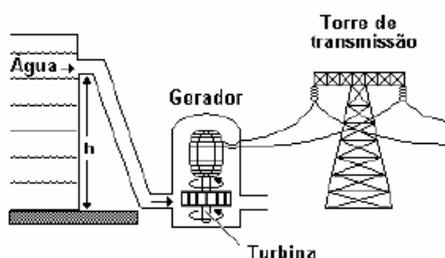
- a) a energia usada para aquecer o chuveiro é de origem química, transformando-se em energia elétrica.
- b) a energia elétrica é transformada no chuveiro em energia mecânica e, posteriormente, em energia térmica.
- c) o aquecimento da água deve-se à resistência do chuveiro, onde a energia elétrica é transformada em energia térmica.
- d) a energia térmica consumida nesse banho é posteriormente transformada em energia elétrica.
- e) como a geração da energia perturba o ambiente, pode-se concluir que sua fonte é algum derivado do petróleo.

2. (Enem 98) Na figura a seguir 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) termoelétrica, 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.

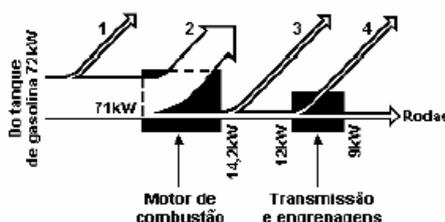
3. (Enem 98) A eficiência de uma usina, do tipo da representada na figura, é da ordem de 0,9, ou seja, 90% da energia da água no início do processo se transforma em energia elétrica. A usina Ji-Paraná, do Estado de Rondônia, tem potência instalada de 512

milhões de watts, e a barragem tem altura de aproximadamente 120m. A vazão do Rio Ji-Paraná, em litros de água por segundo, deve ser da ordem de:



- 50
- 500
- 5.000
- 50.000
- 500.000

4. (Enem 2000) O esquema abaixo mostra, em termos de potência (energia/tempo), aproximadamente, o fluxo de energia, a partir de uma certa quantidade de combustível vinda do tanque de gasolina, em um carro viajando com velocidade constante.



- Evaporação 1kW
- Energia dos hidrocarbonetos não queimados, energia térmica dos gases de escape e transferida ao ar ambiente 56,8kW
- Luzes, ventilador, gerador, direção, bomba hidráulica, etc. 2,2kW
- Energia térmica 3kW

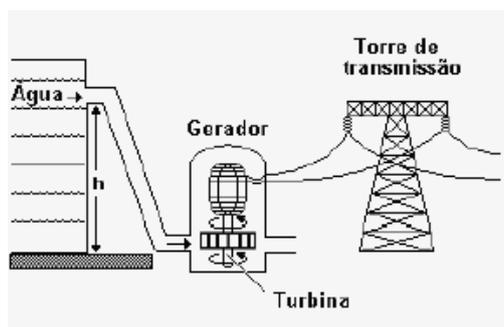
O esquema mostra que, na queima da gasolina, no motor de combustão, uma parte considerável de sua energia é dissipada. Essa perda é da ordem de:

- 80%
- 70%
- 50%
- 30%
- 20%

5. (Enem 98) No processo de obtenção de eletricidade, ocorrem várias transformações de energia. Considere duas delas:

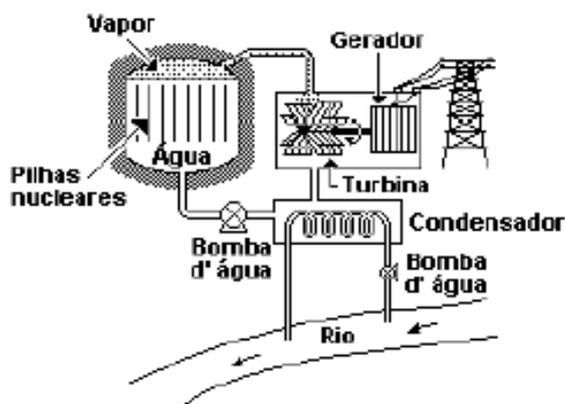
- cinética em elétrica
- potencial gravitacional em cinética

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



- I - a água no nível h e a turbina, II - o gerador e a torre de distribuição.
- I - a água no nível h e a turbina, II - a turbina e o gerador.
- I - a turbina e o gerador, II - a turbina e o gerador.
- I - a turbina e o gerador, II - a água no nível h e a turbina.
- I - o gerador e a torre de distribuição, II - a água no nível h e a turbina.

6. (Enem 2000) A energia térmica liberada em processos de fissão nuclear pode ser utilizada na geração de vapor para produzir energia mecânica que, por sua vez, será convertida em energia elétrica. Abaixo está representado um esquema básico de uma usina de energia nuclear.



A partir do esquema são feitas as seguintes afirmações:

- a energia liberada na reação é usada para ferver a água que, como vapor a alta pressão, aciona a turbina.
- a turbina, que adquire uma energia cinética de rotação, é acoplada mecanicamente ao gerador para produção de energia elétrica.
- a água depois de passar pela turbina é pré-aquecida no condensador e bombeada de volta ao reator.

Dentre as afirmações acima, somente está(ão) correta(s):

- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) I e II.
- e) II e III.

7. (Enem 2003) O setor de transporte, que concentra uma grande parcela da demanda de energia no país, continuamente busca alternativas de combustíveis. Investigando alternativas ao óleo diesel, alguns especialistas apontam para o uso do óleo de girassol, menos poluente e de fonte renovável, ainda em fase experimental. Foi constatado que um trator pode rodar, NAS MESMAS CONDIÇÕES, mais tempo com um litro de óleo de girassol, que com um litro de óleo diesel.

Essa constatação significaria, portanto, que usando óleo de girassol,

- a) o consumo por km seria maior do que com óleo diesel.
- b) as velocidades atingidas seriam maiores do que com óleo diesel.
- c) o combustível do tanque acabaria em menos tempo do que com óleo diesel.
- d) a potência desenvolvida, pelo motor, em uma hora, seria menor do que com óleo diesel.
- e) a energia liberada por um litro desse combustível seria maior do que por um de óleo diesel.

8. (Enem 2003) No Brasil, o sistema de transporte depende do uso de combustíveis fósseis e de biomassa, cuja energia é convertida em movimento de veículos. Para esses combustíveis, a transformação de energia química em energia mecânica acontece:

- a) na combustão, que gera gases quentes para mover os pistões no motor.
- b) nos eixos, que transferem torque às rodas e impulsionam o veículo.
- c) na ignição, quando a energia elétrica é convertida em trabalho.
- d) na exaustão, quando gases quentes são expelidos para trás.
- e) na carburação, com a difusão do combustível no ar.

9. (Enem 2003) Nos últimos anos, o gás natural (GNV: gás natural veicular) vem sendo utilizado pela frota de veículos nacional, por ser viável economicamente e menos agressivo do ponto de vista ambiental. O quadro compara algumas características do gás natural e da gasolina em condições ambiente.

	Densidade (kg/m ³)	Poder Calorífico (kJ/kg)
GNV	0,8	50.200
Gasolina	730	46.900

Apesar das vantagens no uso de GNV, sua utilização implica algumas adaptações técnicas, pois, em condições ambiente, o VOLUME de combustível necessário, em relação ao de gasolina, para produzir a mesma energia, seria:

- a) muito maior, o que requer um motor muito mais potente.
- b) muito maior, o que requer que ele seja armazenado a alta pressão.
- c) igual, mas sua potência será muito menor.
- d) muito menor, o que torna o veículo menos eficiente.
- e) muito menor, o que facilita sua dispersão para a atmosfera.

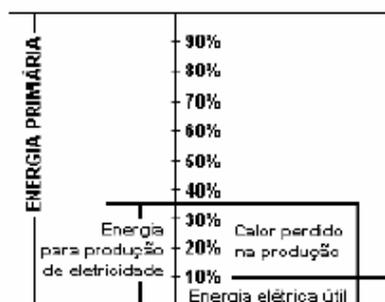
10. (Enem 99) A tabela a seguir apresenta alguns exemplos de processos, fenômenos ou objetos em que ocorrem transformações de energia. Nessa tabela, aparecem as direções de transformação de energia. Por exemplo, o termopar é um dispositivo onde energia térmica se transforma em energia elétrica.

Dentre os processos indicados na tabela, ocorre conservação de energia:

De \ Em	Elétrica	Química	Mecânica	Térmica
Elétrica	Transformador			Termopar
Química				Reações endotérmicas
Mecânica		Dinamite	Pêndulo	
Térmica				Fusão

- a) em todos os processos.
- b) somente nos processos que envolvem transformação de energia sem dissipação de calor.
- c) somente nos processos que envolvem transformação de energia mecânica.
- d) somente nos processos que não envolvem de energia química.
- e) somente nos processos que não envolvem nem energia química nem térmica.

11. (Enem 2002) O diagrama mostra a utilização das diferentes fontes de energia no cenário mundial. Embora aproximadamente um terço de toda energia primária seja orientada à produção de eletricidade, apenas 10% do total são obtidos em forma de energia elétrica útil.



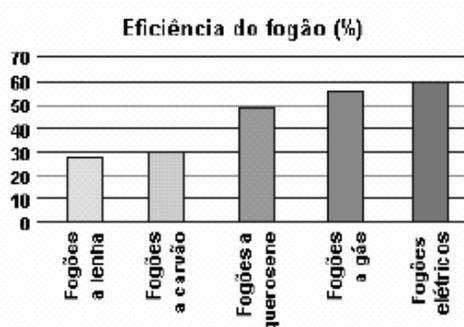
A pouca eficiência do processo de produção de eletricidade deve-se, sobretudo, ao fato de as usinas:

- a) nucleares utilizarem processos de aquecimento, nos quais as temperaturas atingem milhões de graus Celsius, favorecendo perdas por fissão nuclear.
- b) termelétricas utilizarem processos de aquecimento a baixas temperaturas, apenas da ordem de centenas de graus Celsius, o que impede a queima total dos combustíveis fósseis.
- c) hidrelétricas terem o aproveitamento energético baixo, uma vez que parte da água em queda não atinge as pás das turbinas que acionam os geradores elétricos.
- d) nucleares e termelétricas utilizarem processos de transformação de calor em trabalho útil, no qual as perdas de calor são sempre bastante elevadas.
- e) termelétricas e hidrelétricas serem capazes de utilizar diretamente o calor obtido do combustível para aquecer a água, sem perda para o meio.

12. (Enem 99) A construção de grandes projetos hidroelétricos também deve ser analisada do ponto de vista do regime das águas e de seu ciclo na região. Em relação ao ciclo da água, pode-se argumentar que a construção de grandes represas:

- a) não causa impactos na região, uma vez que quantidade total de água da Terra permanece constante.
- b) não causa impactos na região, uma vez que a água que alimenta a represa prossegue depois rio abaixo com a mesma vazão e velocidade.
- c) aumenta a velocidade dos rios, acelerando o ciclo da água na região.
- d) aumenta a evaporação na região da represa, acompanhada também por um aumento local da umidade relativa do ar.
- e) diminui a quantidade de água disponível para a realização do ciclo da água.

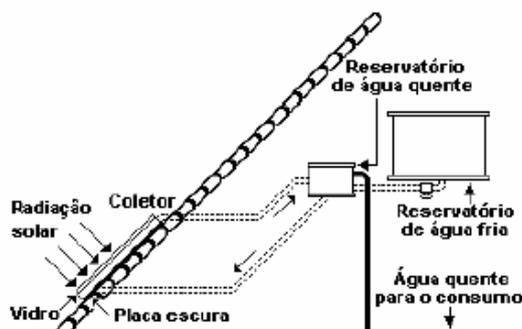
13. (Enem 2003) A eficiência do fogão de cozinha pode ser analisada em relação ao tipo de energia que ele utiliza. O gráfico a seguir mostra a eficiência de diferentes tipos de fogão.



Pode-se verificar que a eficiência dos fogões aumenta:

- a) à medida que diminui o custo dos combustíveis.
- b) à medida que passam a empregar combustíveis renováveis.
- c) cerca de duas vezes, quando se substitui fogão a lenha por fogão a gás.
- d) cerca de duas vezes, quando se substitui fogão a gás por fogão elétrico.
- e) quando são utilizados combustíveis sólidos.

14. (Enem 2000) 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.

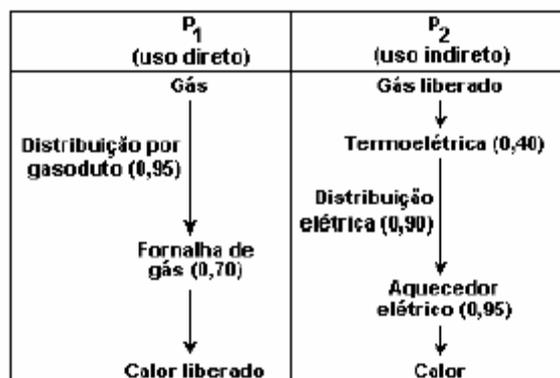
São feitas as seguintes afirmações quanto aos materiais utilizados no aquecedor solar:

- I. o reservatório de água quente deve ser metálico para conduzir melhor o calor.
- II. a cobertura de vidro tem como função reter melhor o calor, de forma semelhante ao que ocorre em uma estufa.
- III. a placa utilizada é escura para absorver melhor a energia radiante do Sol, aquecendo a água com maior eficiência.

Dentre as afirmações acima, pode-se dizer que, apenas está(ão) correta(s):

- a) I
- b) I e II
- c) II
- d) I e III
- e) II e III

15. (Enem 2002) Na comparação entre diferentes processos de geração de energia, devem ser considerados aspectos econômicos, sociais e ambientais. Um fator economicamente relevante nessa comparação é a eficiência do processo. Eis um exemplo: a utilização do gás natural como fonte de aquecimento pode ser feita pela simples queima num fogão (uso direto), ou pela produção de eletricidade em uma termoelétrica e uso de aquecimento elétrico (uso indireto). Os rendimentos correspondentes a cada etapa de dois desses processos estão indicados entre parênteses no esquema.



Na comparação das eficiências, em termos globais, entre esses dois processos (direto e indireto), verifica-se que:

- a menor eficiência de P2 deve-se, sobretudo, ao baixo rendimento da termoelétrica.
- a menor eficiência de P2 deve-se, sobretudo, ao baixo rendimento na distribuição.
- a maior eficiência de P2 deve-se ao alto rendimento do aquecedor elétrico.
- a menor eficiência de P1 deve-se, sobretudo, ao baixo rendimento da fornalha.
- a menor eficiência de P1 deve-se, sobretudo, ao alto rendimento de sua distribuição.

16. (Enem 2001) "...O Brasil tem potencial para produzir pelo menos 15 mil megawatts por hora de energia a partir de fontes alternativas. Somente nos Estados da região Sul, o potencial de geração de energia por intermédio das sobras agrícolas e florestais é de 5.000 megawatts por hora. Para se ter uma idéia do que isso representa, a usina hidrelétrica de Ita, uma das maiores do país, na divisa entre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina, gera 1.450 megawatts de energia por hora."

Esse texto, transcrito de um jornal de grande circulação, contém, pelo menos, UM ERRO CONCEITUAL ao apresentar valores de produção e de potencial de geração de energia. Esse erro consiste em:

- apresentar valores muito altos para a grandeza energia.
- usar unidade megawatt para expressar os valores de potência.
- usar unidades elétricas para biomassa.
- fazer uso da unidade incorreta megawatt por hora.
- apresentar valores numéricos incompatíveis com as unidades.

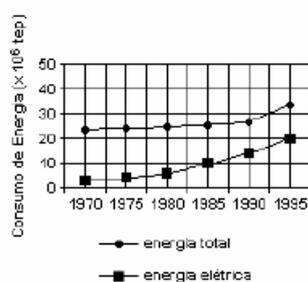
17. (Enem 2002) Entre as inúmeras recomendações dadas para a economia de energia elétrica em uma residência, destacamos as seguintes:

- 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.

18. (Enem 2001) O consumo total de energia nas residências brasileiras envolve diversas fontes, como eletricidade, gás de cozinha, lenha, etc. O gráfico mostra a evolução do consumo de energia elétrica residencial, comparada com o consumo total de energia residencial, de 1970 a 1995.



*tep = toneladas equivalentes de petróleo

Fonte: valores calculados através dos dados obtidos de: <http://infoener.iee.usp.br/1999>.

Verifica-se que a participação percentual da energia elétrica no total de energia gasto nas residências brasileiras cresceu entre 1970 e 1995, passando, aproximadamente, de

- a) 10% para 40%.
- b) 10% para 60%.
- c) 20% para 60%.
- d) 25% para 35%.
- e) 40% para 80%.

19. (Enem 2002) Os números e cifras envolvidos, quando lidamos com dados sobre produção e consumo de energia em nosso país, são sempre muito grandes. Apenas no setor residencial, em um único dia, o consumo de energia elétrica é da ordem de 200 mil MWh. Para avaliar esse consumo, imagine uma situação em que o Brasil não dispusesse de hidrelétricas e tivesse de depender somente de termoeletricas, onde cada kg de carvão, ao ser queimado, permite obter uma quantidade de energia da ordem de 10kWh. Considerando que um caminhão transporta, em média, 10 toneladas de carvão, a quantidade de caminhões de carvão necessária para abastecer as termoeletricas, a cada dia, seria da ordem de:

- a) 20.
- b) 200.
- c) 1.000.
- d) 2.000.
- e) 10.000

20. (Enem 99) O alumínio se funde a 666°C e é obtido à custa de energia elétrica, por eletrólise -transformação realizada a partir do óxido de alumínio a cerca de 1000°C .

A produção brasileira de alumínio, no ano de 1985, foi da ordem de 550000 toneladas, tendo sido consumidos cerca de 20kWh de energia elétrica por quilograma do metal. Nesse mesmo ano, estimou-se a produção de resíduos sólidos urbanos brasileiros formados por metais ferrosos e não-ferrosos em 3700t/dia, das quais 1,5% estima-se corresponder ao alumínio.

([Dados adaptados de] FIGUEIREDO, P.J.M. A sociedade do lixo: resíduos, a questão energética e a crise ambiental. Piracicaba: UNIMEP, 1994)

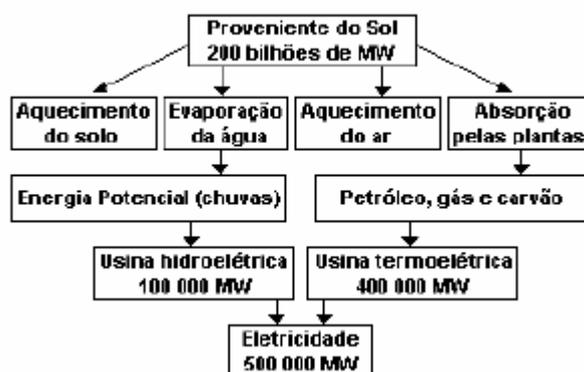
Suponha que uma residência tenha objetos de alumínio em uso cuja massa total seja de 10kg (panelas, janelas, latas, etc.) O consumo de energia elétrica mensal dessa residência é de 100kWh. Sendo assim, na produção desses objetos utilizou-se uma quantidade de energia elétrica que poderia abastecer essa residência por um período de:

- 1 mês.
- 2 meses.
- 3 meses.
- 4 meses.
- 5 meses.

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 3 QUESTÕES.

21. (Enem 99) O diagrama a seguir representa a energia solar que atinge a Terra e sua utilização na geração de eletricidade. A energia solar é responsável pela manutenção do ciclo da água, pela movimentação do ar, e pelo ciclo do carbono que ocorre através da fotossíntese dos vegetais, da decomposição e da respiração dos seres vivos, além da formação de combustíveis fósseis.

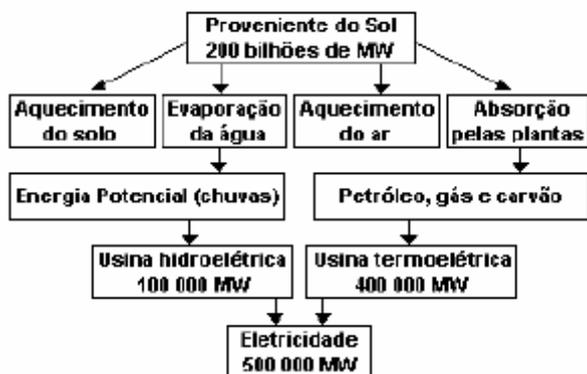
43.



De acordo com o diagrama, a humanidade aproveita, na forma de energia elétrica, uma fração da energia recebida como radiação solar, corresponde à:

- 4×10^{-9}
- $2,5 \times 10^{-6}$
- 4×10^{-4}
- $2,5 \times 10^{-3}$
- 4×10^{-2}

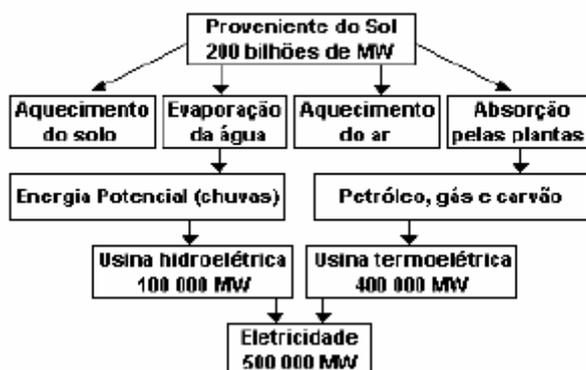
44.



De acordo com este diagrama, uma das modalidades de produção de energia elétrica envolve combustíveis fósseis. A modalidade de produção, o combustível e a escala de tempo típica associada à formação desse combustível são, respectivamente:

- hidroelétricas - chuvas - um dia.
- hidroelétricas - aquecimento do solo - um mês.
- termoeleétricas - petróleo - 200 anos.
- termoeleétricas - aquecimento do solo - um milhão de anos.
- termoeleétricas - petróleo - 500 milhões de anos.

45.



No diagrama estão representadas as duas modalidades mais comuns de usinas elétricas, as hidroelétricas e as termoeleétricas. No Brasil, a construção de usinas hidroelétricas deve ser incentivada porque essas :

- utilizam fontes renováveis, o que não ocorre com as termoeleétricas que utilizam fontes que necessitam de bilhões de anos para serem reabastecidas.
- apresentam impacto ambiental nulo, pelo represamento das águas no curso normal dos rios.
- Aumentam o índice pluviométrico da região de seca do Nordeste, pelo represamento de águas.

Das três afirmações lidas, 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.

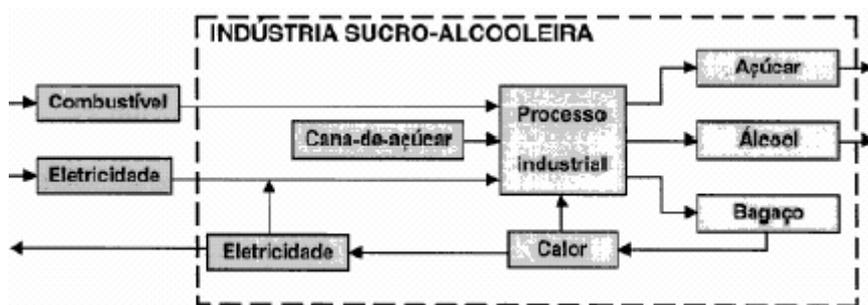
22. (Enem 2004) O crescimento da demanda por energia elétrica no Brasil tem provocado discussões sobre o uso de diferentes processos para sua geração e sobre benefícios e problemas a eles associados. Estão apresentados no quadro alguns argumentos favoráveis (ou positivos, P1, P2 e P3) e outros desfavoráveis (ou negativos, N1, N2 e N3) relacionados a diferentes opções energéticas.

Argumentos favoráveis	
P ₁	Elevado potencial no país do recurso utilizado para a geração de energia.
P ₂	Diversidade dos recursos naturais que pode utilizar para a geração de energia.
P ₃	Fonte renovável de energia.
Argumentos desfavoráveis	
N ₁	Destruição de áreas de lavoura e deslocamento de populações.
N ₂	Emissão de poluentes.
N ₃	Necessidade de condições climáticas adequadas para sua instalação.

Ao se discutir a opção pela instalação, em uma dada região, de uma usina termoelétrica, os argumentos que se aplicam são:

- a) P1 e N2.
- b) P1 e N3.
- c) P2 e N1.
- d) P2 e N2.
- e) P3 e N3.

23. (Enem 2004) Os sistemas de cogeração representam uma prática de utilização racional de combustíveis e de produção de energia. Isto já se pratica em algumas indústrias de açúcar e de álcool, nas quais se aproveita o bagaço da cana, um de seus subprodutos, para produção de energia. Esse processo está ilustrado no esquema abaixo.



Entre os argumentos favoráveis a esse sistema de cogeração pode-se destacar que ele:

- otimiza o aproveitamento energético, ao usar queima do bagaço nos processos térmicos da usina e na geração de eletricidade.
- aumenta a produção de álcool e de açúcar, ao usar o bagaço como insumo suplementar.
- economiza na compra da cana-de-açúcar, já que o bagaço também pode ser transformado em álcool.
- aumenta a produtividade, ao fazer uso do álcool para a geração de calor na própria usina.
- reduz o uso de máquinas e equipamentos na produção de açúcar e álcool, por não manipular o bagaço da cana.

24. (Enem 2004) 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:

- 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.
- 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, pode-se afirmar que:

- o primeiro é válido e o segundo não é, já que nunca ocorreram acidentes com usinas nucleares.
- o segundo é válido e o primeiro não é, pois de fato há queima de combustível na geração nuclear de eletricidade.
- o segundo é válido e o primeiro é irrelevante, pois nenhuma forma de gerar eletricidade produz gases do efeito estufa.
- ambos são válidos para se compararem vantagens e riscos na opção por essa forma de geração de energia.
- ambos são irrelevantes, pois a opção pela energia nuclear está-se tornando uma necessidade inquestionável.

25. (Enem 2004) 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.

26. (Enem 2004) Há estudos que apontam razões econômicas e ambientais para que o gás natural possa vir a tornar-se, ao longo deste século, a principal fonte de energia em lugar do petróleo. Justifica-se essa previsão, entre outros motivos, porque o gás natural:

- a) além de muito abundante na natureza é um combustível renovável.
- b) tem novas jazidas sendo exploradas e é menos poluente que o petróleo.
- c) vem sendo produzido com sucesso a partir do carvão mineral.
- d) pode ser renovado em escala de tempo muito inferior à do petróleo.
- e) não produz CO₂ em sua queima, impedindo o efeito estufa.

27. (Enem 2004) As previsões de que, em poucas décadas, a produção mundial de petróleo possa vir a cair têm gerado preocupação, dado seu caráter estratégico. Por essa razão, em especial no setor de transportes, intensificou-se a busca por alternativas para a substituição do petróleo por combustíveis renováveis. Nesse sentido, além da utilização de álcool, vem se propondo, no Brasil, ainda que de forma experimental:

- a) a mistura de percentuais de gasolina cada vez maiores no álcool.
- b) a extração de óleos de madeira para sua conversão em gás natural.
- c) o desenvolvimento de tecnologias para a produção de biodiesel.
- d) a utilização de veículos com motores movidos a gás do carvão mineral.
- e) a substituição da gasolina e do diesel pelo gás natural.

28. (Enem 2004) Já são comercializados no Brasil veículos com motores que podem funcionar com o chamado combustível flexível, ou seja, com gasolina ou álcool em qualquer proporção. Uma orientação prática para o abastecimento mais econômico é que o motorista multiplique o preço do litro da gasolina por 0,7 e compare o resultado com o preço do litro de álcool. Se for maior, deve optar pelo álcool. A razão dessa orientação deve-se ao fato de que, em média, se com um certo volume de álcool o veículo roda dez quilômetros, com igual volume de gasolina rodaria cerca de:

- a) 7 km.
- b) 10 km.
- c) 14 km.
- d) 17 km.
- e) 20 km.

29. (Enem 2005) 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.

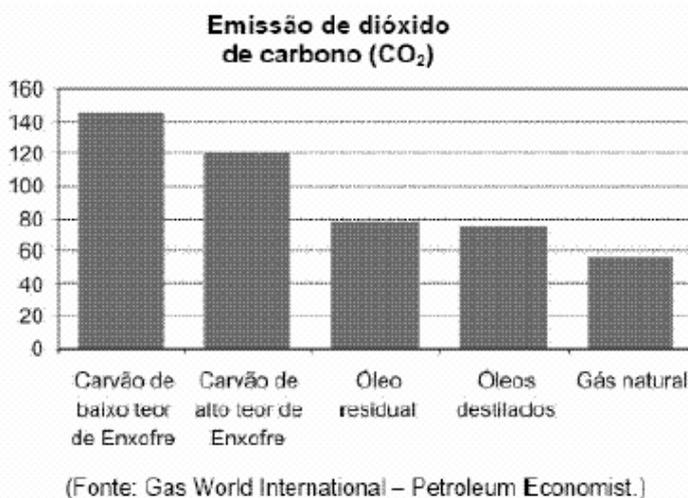
30. (Enem 2005) O gás natural veicular (GNV) pode substituir a gasolina ou álcool nos veículos automotores. Nas grandes cidades, essa possibilidade tem sido explorada, principalmente, pelos táxis, que recuperam em um tempo relativamente curto o investimento feito com a conversão por meio da economia proporcionada pelo uso do gás natural. Atualmente, a conversão para gás natural do motor de um automóvel que utiliza a gasolina custa R\$ 3.000,00. Um litro de gasolina permite percorrer cerca de 10 km e custa R\$ 2,20, enquanto um metro cúbico de GNV permite percorrer cerca de 12 km e custa R\$ 1,10. Desse modo, um taxista que percorra 6.000 km por mês recupera o investimento da conversão em aproximadamente:

- a) 2 meses.
- b) 4 meses.
- c) 6 meses.
- d) 8 meses.
- e) 10 meses.

31. (Enem 2005) Nos últimos meses o preço do petróleo tem alcançado recordes históricos. Por isso a procura de fontes energéticas alternativas se faz necessária. Para os especialistas, uma das mais interessantes é o gás natural, pois ele apresentaria uma série de vantagens em relação a outras opções energéticas.

A tabela compara a distribuição das reservas de petróleo e de gás natural no mundo, e a figura, a emissão de monóxido de carbono entre vários tipos de fontes energéticas.

	Distribuição de petróleo no mundo (%)	Distribuição de gás natural no mundo (%)
América do Norte	3,5	5,0
América Latina	13,0	6,0
Europa	2,0	3,6
Ex-União Soviética	6,3	38,7
Oriente Médio	64,0	33,0
África	7,2	7,7
Ásia/Oceania	4,0	6,0



A partir da análise da tabela e da figura, são feitas as seguintes afirmativas:

- I – Enquanto as reservas mundiais de petróleo estão concentradas geograficamente, as reservas mundiais de gás natural são mais distribuídas ao redor do mundo garantindo um mercado competitivo, menos dependente de crises internacionais e políticas.
- II – A emissão de dióxido de carbono (CO₂) para o gás natural é a mais baixa entre os diversos combustíveis analisados, o que é importante, uma vez que esse gás é um dos principais responsáveis pelo agravamento do efeito estufa.

Com relação a essas afirmativas pode-se dizer que:

- a) a primeira está incorreta, pois novas reservas de petróleo serão descobertas futuramente.
- b) a segunda está incorreta, pois o dióxido de carbono (CO₂) apresenta pouca importância no agravamento do efeito estufa.
- c) ambas são análises corretas, mostrando que o gás natural é uma importante alternativa energética.
- d) ambas não procedem para o Brasil, que já é praticamente auto-suficiente em petróleo e não contribui para o agravamento do efeito estufa.
- e) nenhuma delas mostra vantagem do uso de gás natural sobre o petróleo.

32. (Enem 2005) Um problema ainda não resolvido da geração nuclear de eletricidade é a destinação dos rejeitos radiativos, o chamado “lixo atômico”. Os rejeitos mais ativos ficam por um período em piscinas de aço inoxidável nas próprias usinas antes de ser, como os demais rejeitos, acondicionados em tambores que são dispostos em áreas cercadas ou encerrados em depósitos subterrâneos secos, como antigas minas de sal. A complexidade do problema do lixo atômico, comparativamente a outros lixos com substâncias tóxicas, se deve ao fato de:

- a) emitir radiações nocivas, por milhares de anos, em um processo que não tem como ser interrompido artificialmente.
- b) acumular-se em quantidades bem maiores do que o lixo industrial convencional, faltando assim locais para reunir tanto material.
- c) ser constituído de materiais orgânicos que podem contaminar muitas espécies vivas, incluindo os próprios seres humanos.
- d) exalar continuamente gases venenosos, que tornariam o ar irrespirável por milhares de anos.
- e) emitir radiações e gases que podem destruir a camada de ozônio e agravar o efeito estufa.