

FACULDADE DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Mércio José Lunkes

**ESTUDO DA RECONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO DOS ALUNOS POR
MEIO DE INVESTIGAÇÃO: O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NOS
APARELHOS RESIDENCIAIS.**

Porto Alegre

2010

MÉRCIO JOSÉ LUNKES

**ESTUDO DA RECONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO DOS ALUNOS
POR MEIO DE INVESTIGAÇÃO: O CONSUMO DE ENERGIA
ELÉTRICA NOS APARELHOS RESIDENCIAIS.**

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. Dr. JOÃO BERNARDES DA ROCHA FILHO

PORTO ALEGRE

2010

**Dados Internacionais de
Catalogação na Publicação (CIP)**

L963e Lunkes, Mércio José.
Estudo da reconstrução do conhecimento dos alunos
por meio de investigação : o consumo de energia elétrica
nos aparelhos residenciais / Mercio José Lunkes. – Porto
Alegre : PUC / RS, 2010.
89 f. ; 30 cm.
Bibliografia

Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação
em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade
Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010

1.Educação – alunos 2. Física 3. Energia Elétrica
I. Título

CDD : 333.793 2

Bibliotecário Responsável
Gislaine da Silva Maciel
CRB 14/804

MÉRCIO JOSÉ LUNKES

**ESTUDO DA RECONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO DOS ALUNOS
POR MEIO DE INVESTIGAÇÃO: O CONSUMO DE ENERGIA
ELÉTRICA NOS APARELHOS RESIDENCIAIS.**

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.

Aprovado em ____ de _____ de 2010.

BANCA EXAMINADORA:

Dr. João Bernardes da Rocha Filho (PUCRS – Orientador)

Dr. João Batista Siqueira Harres (PUCRS)

Dra. Cláudia Lisete Oliveira Groenwald (ULBRA)

DEDICATÓRIA

A minha esposa, Debora Maria. Ela que esteve ao meu lado em todos os momentos desse árduo trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus pai e criador da vida.

A minha esposa Debora Maria, pelo apoio e compreensão nos momentos de ausência.

A meus pais José Romeu e Vera Maria, pelo carinho familiar e pelo estímulo infindável.

A meu orientador João Bernardes da Rocha Filho, por abraçar o desafio desse trabalho e auxiliarme a torná-lo realidade.

Aos alunos das séries onde efetuei a pesquisa, pelo comprometimento com que realizaram as atividades propostas.

RESUMO

O presente trabalho de pesquisa enfoca a reconstrução do conhecimento por meio de investigação em sala de aula. Uma atividade investigativa relativa ao consumo de energia elétrica nos aparelhos eletroeletrônicos residenciais, os quais fazem parte do cotidiano do aluno, foi proposta a estudantes de Ensino Médio de escolas da Região Oeste do Estado de Santa Catarina, e a evolução do conhecimento destes estudantes foi acompanhada. Partimos do pressuposto que a contextualização dos conteúdos abordados durante as aulas de Física pode ampliar a significação dos conceitos abstratos que fazem parte da grade curricular da disciplina, e investigamos em que medida ocorreu reconstrução do conhecimento nos estudantes envolvidos. A pesquisa foi proposta com base na literatura pertinente, que dá suporte à temática, e apresenta instrumentos que objetivaram identificar os conhecimentos prévios dos alunos, bem como analisar o processo de investigação. Concluído o processo de investigação, confirmamos que houve a reconstrução do conhecimento por parte dos alunos, bem como a significação dos conceitos físicos abordados em sala de aula.

Palavras-chave: Reconstrução do conhecimento. Investigação em sala de aula. Produção de significado. Educar pela pergunta. Complexidade.

ABSTRACT

This research project focuses on the reconstruction of knowledge through research in the classroom. An investigative activity on the electric power consumption in electronics home appliances, which are part of daily life of the student, will be offered to high school students from schools in the Western Region of the State of Santa Catarina, and the evolution of knowledge of these students will be monitored. On the assumption that the contextualization of content addressed during the lessons of physics can expand the meaning of abstract concepts that are part of the curriculum grid discipline, and we propose to investigate to what extent knowledge of the reconstruction occurs in the students involved. The research is being proposed on the basis of relevant literature, which supports the theme, and presents instruments that aim to identify the proficiency level of students as well as analyzing the research process. After completion of the investigation, confirmed that there was a reconstruction of knowledge by students, as well as the physical meaning of the concepts discussed in class.

Keywords: Knowledge reconstruction. Research into the classroom. Production of meaning. Educating by questions. Complexity.

LISTA DE FIGURAS

Figura1:	Quadro 1: Atividades e respectivo nº de aulas.....	58
Figura2:	Gráfico 1: Aparelho Eletroeletrônico Responsável Pelo Maior Consumo de Energia Elétrica.	59
Figura3:	Gráfico 2: Em Que os Alunos se Baseiam para Determinar Qual o Aparelho é Responsável Pelo Maior Consumo de Energia.....	61
Figura4:	Gráfico 3: A Crença dos Alunos na Possibilidade de Reduzir o Consumo de Energia elétrica em Suas Residências.....	64
Figura5:	Gráfico 4: Aparelho Responsável Pelo Maior Consumo de Energia Elétrica.....	68
Figura6:	Gráfico 5: Como Determinar o Consumo de Energia Elétrica.....	69
Figura7:	Gráfico 6: Como Economizar Energia Elétrica em Sua Residência.....	70

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS	21
2.1 Investigação em sala de aula	21
2.2 Educar pela pergunta	26
2.3. A significação nos processos educacionais	28
2.4. A reconstrução do conhecimento	33
2.5. A complexidade do processo educacional	37
2.6. Análise Textual Discursiva	46
3. ABORDAGEM METODOLÓGICA	53
3.1. O material sob análise.....	56
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	58
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
REFERÊNCIAS	83
APÊNDICES.....	88
Apêndice A – Roteiro de atividades envolvidas.....	89

AUTOBIOGRAFIA

Filho de migrantes arrendatários, que se estabeleceram no interior do município de Quilombo – SC, a vinte e cinco quilômetros da sede, em 1968, nasci Mércio José Lunkes, em 1972.

Iniciei minha vida escolar na chamada *cartilha*, com cinco anos de idade. Na época, enfrentei algumas dificuldades, como a falta de condições financeiras de meus pais para adquirir roupas e calçados, porém a maior de todas elas talvez tenha sido o fato de que eu praticamente só falava um dialeto da língua alemã. Todavia, o empenho de minha mãe fez toda diferença em meu progresso na vida escolar, pois ela insistia no fato de eu e meus irmãos estudarmos para melhorar nosso padrão de vida.

Nesta escola conclui a quarta série com dez anos, passando a estudar na Escola Básica Rui Barbosa, de Vila Formosa, Distrito de Quilombo, localizada a sete mil metros de casa. Percurso este efetuado a pé, todos os dias. Com quatorze anos conclui a oitava série.

O curso de Segundo Grau, oferecido na época pelo então Colégio Estadual Rui Barbosa, era o antigo Científico, conhecido como Educação Geral, que passei a frequentar todas as noites.

Ao final da terceira série do segundo grau, já muito me identificava com as questões educacionais e, determinado a continuar estudando, me inscrevi para trabalhar como professor temporário na escola, para o ano seguinte, e pela falta de profissionais na área, fui chamado para ministrar as aulas de Física.

Influenciado por um professor da escola, e com o desejo de continuar minha formação inicial, prestei vestibular para o curso de Pedagogia nas Faculdades de Pedagogia Ciências e Letras, FAFI, em Palmas, no Paraná, onde fui aprovado, e iniciei o curso em 1996, com a intenção de obter habilitação como orientador educacional. Neste tempo a Faculdade lançara um curso de Licenciatura Plena em Física, e como já atuava como professor de Física, no intuito de qualificar minha prática docente, prestei outro vestibular, no qual fui aprovado, ingressando no primeiro período do curso de Física no primeiro semestre de 1998.

O curso de Física teve duração de oito períodos, assim, o conclui em dezembro de 2001. Recém formado, continuei na prática docente, missão que exerço até hoje.

Consciente da necessidade de manter-me em formação continuada, e no intuito de qualificar e inovar em minha prática docente, em 2006 busquei Pós-Graduação Lato Sensu em Educação em Física e Matemática. Essa pós-graduação muito contribuiu para meu aperfeiçoamento como profissional, bem como instigou-me a investigar acerca do ensino de Física. Em seguida, com a pretensão de qualificar ainda mais meu ser e fazer em educação, me preparei para a seleção do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu – Mestrado em Educação em Ciências e Matemática da PUCRS, em Porto Alegre.

Minha trajetória como docente, desde 1996, muitas vezes em situações adversas, levou-me a enfrentar desafios, a buscar atualização, a encontrar tentativas de respostas a tantas perguntas em educação, a construir com os alunos e com a equipe de professores, acreditando no poder da educação para a formação de pessoas cidadãos, livres e responsáveis.

Em Santa Catarina os professores temporários são contratados anualmente pelo período que se estende de fevereiro a dezembro. Assim permaneci sempre persistente, efetuando novos contratos, até ser efetivado com carga horária de dez horas na Escola de Educação Básica Rui Barbosa, de Formosa do Sul – SC, em março de 2005, ocasião em que alterei temporariamente a carga horária para mais vinte horas, na Escola de Educação Básica Jurema Savi Milanês, de Quilombo – SC, permanecendo, desde então, com um total de trinta horas de aulas semanais.

As experiências que adquiri em minha vida profissional, como professor, me fizeram refletir acerca de que forma poderia contribuir para um melhor aprendizado, e conseqüentemente maior proveito dos alunos em relação ao tempo em sala de aula. Analisando a evolução tecnológica e das comunicações, bem como a facilidade de acesso das crianças e jovens de nossa região à escola, apesar do descrédito da educação formal, firmei propósito de aprofundar estudos no curso de mestrado, por meio de uma pesquisa com um tema que envolvesse o estudo da reconstrução do conhecimento dos alunos por meio de investigação. Para isso escolhi um tópico do cotidiano dos estudantes, envolvendo o consumo de energia elétrica nos aparelhos residenciais.

O tema e o tópico escolhidos visavam oferecer uma proposta diferenciada para abordagem dos conteúdos científicos utilizados nas aulas de Física, no Ensino Médio, onde atualmente predominam aulas tradicionais, atreladas ao paradigma mecânico cartesiano, nas quais o professor, muitas vezes, apenas reproduz

conhecimentos sem significado para os alunos, em parte por não relacionar os conceitos com o cotidiano dos alunos.

Isso porque creio que a escola deve oferecer oportunidades de aprendizagem significativa, de forma que os conhecimentos científicos possam se relacionar dialogicamente com o cotidiano dos educandos, tornando as aulas mais agradáveis e produtivas, promovendo a escola para um patamar digno da atenção e do *gosto* dos jovens que a frequentam.

Para a efetivação dessa proposta, concordei com a necessidade de um constante aperfeiçoamento do corpo docente escolar, para dar conta das mudanças sociais que ocorrem o tempo todo.

Segundo Maturana (2002, p. 200),

Um sistema social é formado por seres humanos, cada qual com suas propriedades e características que são determinadas por sua estrutura, uma vez que as estruturas dos seres humanos que integram o sistema social mudam, mudam também suas propriedades, e o sistema social que estes seres vivos geram suas condutas também muda.

Por isso penso que a escola, como um sistema social que vive em constante mudança devido à entrada de alunos novos e saída de formandos, requer do professor uma contínua adaptação, pois do contrário, se desintegra como instituição do sistema social vigente. Também entendo, como Maturana (*ibidem*, p.202), que “O mecanismo fundamental de interação no operar dos sistemas sociais humanos é a linguagem”, e portanto o professor deve continuamente adequar-se às novas formas de linguagem utilizadas por novos grupos de alunos, conseguindo assim, manter uma boa comunicação, que é peça chave no relacionamento dos indivíduos envolvidos. Também por isso, penso que “a capacidade empática do professor em estabelecer uma comunicação positiva com seus alunos, instaurando neles o desejo de aprender” (ROCHA FILHO; BASSO; BORGES, 2007, p. 78), resulta no alcance do objetivo final que é o aprendizado.

Minha experiência como aluno e como professor sugere que a escola, como parte do sistema social, deve instituir interações sociais nas quais os indivíduos elaborem seu autoconhecimento. Para tanto, é preciso haver um “acoplamento estrutural” (MATURANA, 2002, P. 203) recíproco por parte de seus membros (professores e alunos), baseado em interações cooperativas, o que fará surgir no professor o amor pela profissão e no aluno o amor e a conseqüente atração pela escola, o que traz como resultado o prazer da companhia, pois sem amor não há,

socialização humana (ROCHA FILHO; BASSO; BORGES, 2007). Assim também Krishnamurti afirma que só a inteligência do amor e da compaixão podem resolver todos os problemas da vida [...]porque o amor significa ausência de violência, ausência de medo, de competição, de ambição” (1991, p. 42).

Eu percebo a unidade do sistema social *escola* por meio do amor e respeito mútuo entre os indivíduos participantes, porque isto provoca prazer e satisfação no encontro em sala de aula. Por falta desta unidade é comum vermos alunos entediados com aulas de determinados professores, e professores com *pavor* de entrar em determinadas salas de aula. Da mesma forma, o bom andamento da educação escolar deve ser mantido pelo amor, com simpatia e afeto mútuo entre professores e alunos, e não pela imposição hierárquica do professor ao aluno, mantido numa espécie de prisão cujas grades são provas e outros tantos mecanismos de repressão utilizados em nossas comunidades escolares. Por isso concordo que “a importância de uma educação centrada no ser completo, livre das pressões competitivas e hierárquicas que constituem o substrato da escola tradicional contemporânea” (ROCHA FILHO; BASSO; BORGES, 2007, p. 82) é uma necessidade.

Também entendo que nossa cultura ocidental possui certo caráter paternalista, que desconsidera o educando como agente social. Assim, ele espera informações prontas da escola e, por uma questão hierárquica, não se atreve a discordar ou questionar, pois foi inculcado em sua mente que o professor é seu superior e *donos da verdade*. Isto ocorre também com as informações que circulam nos meios de comunicação. Parece-me que a população em geral toma como verdades indiscutíveis quaisquer notícias ou declarações publicadas, por exemplo, na televisão, sem se preocuparem se a fonte geradora é ou não idônea, se pode haver interesses espúrios atuando, ou mesmo se as informações têm sentido. Por isso Demo (2005, p. 82) afirma que “O telespectador mais questionador descobre com relativa facilidade que, na novela apenas bonita e frívola, está sendo sarcasticamente imbecilizado”. Desta forma, parte das informações ou personagens que circulam diariamente no imaginário de meus alunos inibem suas criatividade e criticidades, enganando-os e provocando neles uma reação característica de nossos ancestrais: a imitação, às vezes fazendo-os consumistas, violentos ou competitivos.

É comum encontrarmos alunos sem direção, sem perspectiva, na verdade sem objetivos concretos a alcançar, pois “Os seres humanos perambulam pelas

grandes cidades sem perspectiva de futuro, sem objetivos, numa viagem exótica e desprovida de qualquer propósito minimamente transcendente” (ROCHA FILHO, 2004, p. 19). Assim, perante qualquer obstáculo que a vida impõe, tentam recorrer a soluções evasivas, evitando o enfrentamento do problema e a busca de soluções. Isso pode ser constatado até mesmo com simples exercícios em sala de aula, quando alguns estudantes se sentem perdidos, sem ânimo para sequer tentar solucionar-los.

Dessa forma, com os estudos de minha formação continuada, objetivo fundamentalmente encontrar caminhos que me auxiliem a provocar no educando a criatividade, a persistência frente à solução de problemas que venham enfrentar durante sua vida escolar, bem como social. Pois acredito que a solução para este caos que se tornou a educação venha de dentro de cada ser, e somente com o esforço coletivo elevaremos a escola ao patamar de formadora de opiniões e propulsora da criatividade dos seres humanos.

1. INTRODUÇÃO

Com base em nossa experiência profissional, admitimos que a Física é conhecida como uma das principais disciplinas do Ensino Médio que contribui para a elevação dos índices de fracasso escolar. Em geral, ela é vista como uma das matérias mais difíceis do currículo e, por sua associação com a tecnologia e com complicados cálculos matemáticos, recebe uma conotação francamente supervalorizada acerca das capacidades intelectuais que são exigidas para sua compreensão, no imaginário popular. As pessoas acabam concluindo que a Física é para poucos *iluminados*, muito inteligentes, e se encontra fora do alcance da maioria da população estudantil. Percebemos, nas escolas, que a Física é uma disciplina excludente, devido ao grau de dificuldade imposto nos exercícios de fixação dos conteúdos, muitos dos quais se encontram fora do alcance compreensivo do educando, devido à complexidade inerente aliada à metodologia utilizada, dificultando sua significação e compreensão.

Assim, para chegar ao objetivo de compreender como a aprendizagem reconstrutiva dos conteúdos da disciplina Física pode ser influenciada pela proposição de atividades investigativas, estudamos a reconstrução do conhecimento dos alunos por meio de uma atividade de investigação sobre o consumo de energia elétrica nos aparelhos residenciais. O presente trabalho apresenta, portanto, uma pesquisa voltada à investigação do processo de reconstrução do conhecimento dos alunos a partir dos seus pré-conceitos acerca do consumo de energia elétrica nos aparelhos eletroeletrônicos usados em suas residências, enfatizando o significado, que deve propiciar ao aluno a aproximação entre a sala de aula e o cotidiano.

Quando iniciamos nossa vida profissional como professores de Física, percebemos que esta disciplina se constitui em uma das maiores fontes de dificuldades de aprendizagem, e que é geralmente considerada muito difícil, pelos alunos. No entanto, isso parece ser visto como algo normal entre os *atores* da comunidade estudantil.

Essa concepção, que julgamos equivocada, acerca da disciplina fez-nos perceber que uma parte considerável dos alunos de Física passa os três anos referentes ao Ensino Médio simplesmente sentada em bancos escolares, aprendendo pouco ao tentar solucionar exercícios sem significado, por não possuírem relação com suas vidas cotidianas, ou porque os estudantes

desconhecem essa relação. Mas o professor quase sempre se mostra apenas preocupado em *vencer os conteúdos*, o que concorda com afirmações de Demo, quando escreve que hoje a escola está voltada "para o repasse de uma quantidade, geralmente enorme de matéria [...] o aluno não estuda nada a fundo, apenas passa por cima das coisas". (2005, p. 49).

Percebemos, ainda, que muitos formandos da terceira série, após passarem um ano estudando Eletricidade e Magnetismo, nem sequer sabem identificar, em sua casa, qual aparelho elétrico é responsável pelo maior consumo de energia elétrica. Tampouco têm condições de calcular o consumo desses aparelhos. Ora, isto conflita diretamente com as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (2000) para o Ensino de Física no Nível Médio, que alertam para o fato de que o ensino desta ciência precisa ser contextualizado.

A partir disso propusemos uma pesquisa por meio da qual passamos a desenvolver em nossas turmas de 3ª série um trabalho investigativo no qual cada indivíduo foi instado a pesquisar em sua residência, determinando o consumo de energia elétrica de seus aparelhos. Esta atividade despertou o interesse dos estudantes, provavelmente porque tratou de assunto relevante, que tem relação com problemas do cotidiano, inclusive com implicações econômicas. Com esse trabalho, verificamos a importância de relacionar conceitos físicos com o contexto do aluno, tornando as aulas mais interessantes, estimulando a aprendizagem.

Agora, aprofundamos essa pesquisa, lançando um olhar sobre o processo de aprendizagem que ocorreu no contexto da proposta investigativa que objetivou oferecer condições para que os alunos construíssem significados perante os conceitos abordados. Esta proposta envolveu a reconstrução do conhecimento acerca do consumo de energia elétrica nos aparelhos elétricos residenciais. A proposição de atividades de reconstrução surge como uma opção interessante porque supomos que a própria base do processo que leva ao conhecimento é constituída por informações reconstruídas a partir de pré-conhecimentos. Sobre isso concordamos com Demo quando afirma que "Conhecimento é fundamentalmente dinâmica desconstrutiva reconstrutiva, que existe como dinâmica, processo, não como procedimento coisificado, digitado e, aí, passível de cópia". (ibidem, p. 27).

E a reconstrução representa um modo apropriado de conduzir o processo de ensino porque é eficaz propulsor da autonomia, trazendo a educação em Física para seu mais importante papel, que é muito maior do que somente uma preparação para

o vestibular ou para o mercado de trabalho. A Física escolar deve, sobretudo, preparar os alunos para a vida, pois "de longe, fazer conhecimento próprio é muito mais relevante e decisivo, porque é isto que conta para a autonomia do aluno". (ibidem, p. 43)

Com base nessa análise, nossa pesquisa visou compreender como ocorre a reconstrução do conhecimento dos alunos do Ensino Médio sobre o consumo de energia elétrica dos aparelhos eletroeletrônicos de suas residências, a partir da proposição de atividades investigativas, em sala de aula, no contexto da disciplina de Física. Essa modalidade de investigação pretende promover no educando um crescimento intelectual, com o aperfeiçoamento dos conceitos pré-existentes, enfatizando o processo que propicia uma aprendizagem reconstrutiva, bem como a significação dos conceitos físicos abordados.

Para efetivar esse trabalho de dissertação dedicamos o capítulo 2 ao referencial teórico, iniciando pela investigação em sala de aula. Nele evidenciamos que o processo de investigação, parte, geralmente de uma pergunta, que pode ser proposta pelo professor ou por qualquer participante do grupo de alunos.

Para Ponte (2006), um trabalho escolar caracteriza-se como investigação matemática quando o modo de resolução ou solução não é imediatamente apresentado, constituindo-se, assim, em uma atividade desafiadora e motivadora para o aluno. A investigação em sala de aula é também caracterizada pelo estímulo que fornece ao aluno para ampliar sua capacidade de argumentação, justificação e defesa de afirmações, apresentando suas conclusões perante os colegas e o professor.

Na sequência apresentamos o educar pela pergunta, e apoiados em Freire e Faundez (1985) afirmamos que o conhecimento surge por intermédio da resposta a uma pergunta. Um questionamento, dúvida ou problema, desencadeia uma procura, desenvolve um movimento em direção ao encontro de soluções, ou seja, "o início do conhecimento, repito, é perguntar. E somente a partir de perguntas é que se deve sair em busca de respostas" (ibidem, p. 46). E é a partir dessa busca as respostas que assombram os alunos, que surgem por meio de um aperfeiçoamento crítico e criativo; a capacidade do ser humano de tomar decisões relativas à sua existência, com respeito e dignidade. Para tanto, Demo (2005) contribui afirmando que o ser humano precisa aprender a pensar.

Na próxima seção apresentamos a significação nos processos educacionais, e nele sugerimos uma perspectiva educacional centrada na produção de significados por meio da relação dialógica dos conceitos científicos com o cotidiano do aluno. Isso nos direciona à perspectiva sócio-interacionista de Vygotsky. Essa perspectiva apresenta a tese de que as características do indivíduo são formadas pela constante interação com o meio, incluindo as dimensões cultural e interpessoal.

Seguindo, dedicamos um espaço a uma seção sobre a reconstrução do conhecimento, e para isso nos apoiamos em diversos autores, concordando que a aprendizagem escolar parte dos questionamentos sobre o cotidiano, nos espaços formais de educação, que provocam rupturas nos obstáculos do conhecimento. Esses obstáculos interferem com maior intensidade na fase inicial do processo de apresentação das idéias. Então, durante a aprendizagem, iniciamos um contato com conhecimentos inovadores, que podem provocar uma revolução interna entre o conhecimento *antigo* e o *novo*, que está sendo elaborado.

Dedicamos a próxima seção à complexidade do processo educacional, e nele apontamos que estamos vivenciando um período transitório, no qual enfrentamos a iminente ameaça à sobrevivência das espécies, inclusive a humana, na Terra.

A partir disso, apontamos a necessidade de mudança na atitude dos seres humanos frente à utilização dos recursos naturais do planeta, bem como nos relacionamentos entre homem-natureza e homem-homem, no contexto cultural. O que se reflete diretamente no campo educacional, pois as instituições de ensino encontram dificuldades para desempenhar seu papel de proporcionar “aprendizagem significativa” (PELIZZARI et al, 2002, p. 38) aos indivíduos. Essas dificuldades se apresentam, provavelmente, devido à transição do paradigma mecânico cartesiano para o relativístico que, para Moraes (2004), se caracteriza como um processo moroso devido ao primeiro estar firmemente enraizado em um histórico sucesso proporcionado pela revolução científica moderna.

Concluindo o capítulo destinado à fundamentação teórica, dedicamos uma seção à Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2007). Nossa pesquisa requereu uma abordagem qualitativa dos dados colhidos, e aplicamos ferramentas que nos forneceram uma série de textos impregnados de informações, as quais validam os resultados encontrados. Então, a Análise Textual Discursiva se apresenta como uma metodologia da análise textual que, por meio da análise de textos ou discursos escritos, discute quantitativamente dados oriundos do material

analisado, objetivando construir novas interpretações acerca dos fenômenos estudados.

No capítulo 3 apresentamos a abordagem metodológica, contendo as questões norteadoras da pesquisa do tipo naturalística construtiva, que visa à explicitação de teorias implícitas que os sujeitos construíram anteriormente. A amostra foi constituída por 84 alunos das terceiras séries do Ensino Médio, nas quais o professor pesquisador atua como professor efetivo da disciplina de Física.

Para efetivar esse trabalho investigativo lançamos mão de um questionário reconstrutivo, objetivando comparar os conhecimentos prévios dos alunos com os conhecimentos novos, após a realização das atividades investigativas relativas ao consumo de energia elétrica nos aparelhos domésticos.

Propomos ainda atividades investigativas envolvendo experimentação com o objetivo de promover a reconstrução dos conhecimentos acerca do consumo de energia elétrica nos aparelhos domésticos. Avaliamos os conhecimentos dos educandos após as atividades investigativas relacionadas ao consumo de energia elétrica de cada aparelho eletrodoméstico, por meio de questionário, objetivando comparar os preconceitos aos novos conhecimentos. Analisamos o processo de reconstrução do conhecimento por meio da investigação do consumo de energia elétrica nos aparelhos residenciais. Para tal, os alunos foram convidados a produzirem um texto no qual poderiam expressar suas opiniões acerca do processo investigativo, sua viabilidade como forma de aproximação dos conceitos científicos ao cotidiano dos envolvidos.

Em sequência, apresentamos a análise e interpretação dos dados oriundos da pesquisa, por meio da qual são elencadas e discutidas as categorias emergentes da análise das informações colhidas. Apresentamos, ainda, gráficos representando as frequências de aparecimento das categorias criadas e dos indicadores quantificados, seguido de uma análise preliminar de seus conteúdos.

2. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

2.1. Investigação em sala de aula

Um processo de investigação em sala de aula parte, geralmente, de um questionamento ou de uma situação proposta pelo professor, ou por qualquer participante do grupo de alunos. Isso ocorre porque “uma educação de perguntas é a única educação criativa e apta a estimular a capacidade humana de assombrar-se, de resolver seus verdadeiros problemas essenciais. É o próprio conhecimento”. (FREIRE; FAUNDEZ, 1985, p. 52).

Para Ponte (2006), um trabalho escolar caracteriza-se como investigação quando o modo de resolução ou solução não é imediatamente apresentado, constituindo-se, assim, em uma atividade desafiadora e motivadora para o aluno. A investigação em sala de aula é também caracterizada pelo estímulo que fornece ao aluno para ampliar sua capacidade de argumentação, justificação e defesa de afirmações, apresentando suas conclusões perante os colegas e o professor.

O professor, além disso, detém um papel primordial na planificação e aplicação de atividades investigativas em sala de aula. Seu trabalho inicia-se pela seleção das propostas, as quais, apoiadas nos objetivos, devem relacionar-se com as especificidades, bem como com o contexto dos alunos. De antemão, nem os objetivos, tampouco as tarefas podem ser definitivamente definidas, cabendo ao professor a figura de articulador criativo do currículo, delineando objetivos, metodologias e estratégias, e reformulando-as com ação reflexiva acerca de sua prática, o que lhe concede grande autonomia. Por isso “Os pontos de partida de um projeto político pedagógico têm que estar exatamente nos níveis de aspiração, nos níveis de sonho, nos níveis de compreensão da realidade”. (ibidem, 1985, p. 38).

Esse processo de formulação e reformulação da proposta investigativa requer do próprio professor uma atitude investigativa. De início, é natural que ele tenha insegurança ao utilizar esse tipo de proposta pedagógica, principalmente pela falta de material de apoio, pelo tempo limitado e, por vezes, porque alguns colegas ou direções com atitudes tradicionais condenam formas inovadoras de trabalho. Tais obstáculos são passíveis de superação por meio do empenho do professor, associado ao apoio dos alunos, que tendem a aprovar a dinâmica das aulas participativas.

Segundo Ponte (2006), um processo de investigação obedece alguns passos que, coincidentemente, precedem o sucesso de uma situação educacional:

- Exploração e formulação de questões. Consiste em identificar situações problemas, explicá-las e formular questões relevantes à problemática em análise;
- Elaboração de conjecturas. Ocorre quando o aluno coleta dados, organiza-os e formula hipóteses que possivelmente solucionem a questão abordada;
- Formulação de teses e reformulações das proposições iniciais. Nesta etapa o educando reformula teses acerca das possíveis soluções, refinando-as e colocando-as à prova;
- Proposição de justificação ou validação. Nesta fase o aluno apresenta argumentações de sua autoria que comprovem a validade de sua tese.

Imediatamente após a seleção de uma situação passível de investigação em sala de aula inicia-se a fase de planejamento, na qual a organização da aula é parte relevante do processo. As experiências do professor, bem como seu dinamismo, também auxiliam o desenvolvimento de atividades investigativas, pois as decisões sobre como os alunos irão trabalhar, se individualmente ou em grupo, dependem não só da natureza da tarefa, mas principalmente dos objetivos a alcançar. Isso nos sugere que o processo de investigação é dinâmico e jamais pode ser padronizado, cabendo ao professor a maior responsabilidade, pois assume o controle do processo. Não um controle hierárquico, como nas aulas tradicionais, mas um controle do andamento das atividades, atraindo o máximo de atenção do *público* à proposta norteadora.

Isso se inicia com a apresentação da proposta, que constitui elemento relevante e requer do professor habilidade em sua formulação, pois é ela que instiga o aluno, provocando nele curiosidade e incentivando-o à busca pelo desconhecido, ou a reformulação e aperfeiçoamento do que já é conhecido. Por isso, “a superação e não a ruptura se dá na medida em que a curiosidade ingênua, sem deixar de ser curiosidade, pelo contrário, continua a ser curiosidade, se critica”. (FREIRE, 2007, p. 31).

A apresentação da proposta representa elemento decisivo para o sucesso da investigação, pois a situação apresentada aos alunos, criada ou recriada pelo

professor, na forma de questão, sugere que o surgimento do processo investigativo envolve influências do meio no qual o estudante convive. Neste sentido, é natural esperar que os possíveis caminhos propostos para solucionar o problema, apresentados pelos alunos, não sejam os mesmos que o professor utilizaria. Então, o professor não pode antecipar todas as suas reações acerca do processo. Precisa constantemente refletir e redimensionar suas atitudes e encaminhamentos. Segundo Freire e Shor (2006), o professor aprende e se modifica no decorrer da aula, o que caracteriza uma atitude libertadora, ou seja, o educador pode ajustar seu papel na sala de aula às necessidades do estudo.

Após o início das atividades é recomendável que o professor ajude os alunos a ultrapassar certas barreiras, para enriquecer a investigação. Esta é uma das partes mais complexas do processo, pois o professor pode ver-se *tentado* a indicar soluções, o que de fato não é adequado. As soluções devem ser buscadas pelo aluno, de maneira que a ação educativa consiste mais em instigar novas dúvidas, novas *provocações*, incentivando o raciocínio do aluno, para que o mesmo encontre as possíveis saídas do *labirinto* em que momentaneamente se encontra.

É natural, nesta fase do processo, encontrar alunos que desaprovem esse tipo de aula. Em alguns casos, de acordo com Freire e Shor, estes alunos podem pedir para que o professor retome as aulas tradicionais, por ser mais fácil receber respostas prontas, que não necessitam muita reflexão e que, ao mesmo tempo, são vazias e desprovidas de significado. Isso ocorre porque "...os estudantes têm dificuldades em entender um professor que não faz transferência de conhecimento". (FREIRE; SHOR, 2006, p. 22), porém este não deve ser um fator que desanime o professor, pois a continuidade do trabalho tende a fazer com que estas resistências se dissipem em meio aos sucessos que os alunos obtêm em dar significado ao que antes era desprovido de sentido.

Ao finalizar o processo de investigação é comum a realização de uma discussão sobre a atividade, na qual os alunos apresentam ao grupo e ao professor suas conjecturas e justificações, provocando discussões frente a eventuais discordâncias ou confrontações de idéias, bem como diferentes caminhos utilizados para a solução do enigma. As soluções encontradas podem, também, ser apresentadas em forma de texto, dependendo do objetivo delineado pela tarefa. Nesta etapa o professor é apenas moderador, ele procura focar a atenção da turma nos aspectos mais relevantes do trabalho, e continuamente estimula os participantes

a questionarem as suas ações. Assim, o desenvolvimento da capacidade de comunicação, redação, e principalmente de reflexão, são objetivos em destaque nesta fase do processo.

Em nossa investigação, inicialmente, foram abordados formalmente os conceitos relevantes ao consumo de energia elétrica de quaisquer aparelhos. Os referidos conceitos são mais especificamente: potência, tempo, energia e diferença de potencial.

Posteriormente, problematizamos o consumo de energia elétrica de aparelhos eletroeletrônicos residenciais. Momento em que os educandos foram convidados a determinar matematicamente o consumo de cada aparelho em sua residência. Para tanto, cada aluno estimou o tempo mensal que cada aparelho permanece ligado em sua casa. Entende-se por aparelho eletroeletrônico todo e qualquer equipamento, munido de resistência elétrica ou não, desde que para seu efetivo funcionamento permaneça ligado à rede de alimentação elétrica. Esse período de tempo foi estimado pela observação direta da função de cada aparelho.

Durante essa fase foi efetuada também a leitura da potência dos referidos equipamentos, sob orientação do professor pesquisador, no sentido de como efetuar com segurança essa leitura, considerando sempre as especificações do fabricante. Quanto aos aparelhos mais antigos, nos quais as inscrições já estão comprometidas, sua potência foi determinada por meio de pesquisa eletrônica no sítio do fabricante.

Com esses dados em mãos, efetuamos os cálculos referentes ao consumo de energia elétrica, multiplicando a potência de cada aparelho pelo tempo de uso mensal estimado. Após o somatório dos resultados encontrados foi feita a comparação entre o valor determinado na investigação e o que se encontra relatado na fatura de energia elétrica expedida pelo órgão competente.

Quanto ao papel do professor, em relação ao processo de investigação, ele assume as características de investigador, pois percebe em primeira mão, por meio de um olhar crítico e reflexivo, determinados fenômenos que ocorrem na sala de aula, que de outra forma seriam imperceptíveis, podendo perceber a maneira como os alunos reconstróem o conhecimento, bem como interpretam e atuam no contexto de sala de aula. Isso possibilita ao professor manter uma constante avaliação do processo, o que auxilia na tomada de decisões acerca do redimensionamento das atividades, de forma que as mesmas contribuam significativamente para a

aprendizagem e crescimento intelectual dos alunos. Simultaneamente, o professor pode desenvolver novas técnicas e aperfeiçoamentos metodológicos eficientes, que se adaptem às diferentes turmas, potencializando seu próprio conhecimento, abrindo assim a possibilidade de inovações curriculares, o que contribui também para a evolução de todo o sistema educacional. Esta ação inovadora caracteriza a ação educativa, pois para Freire e Shor (2006, p. 111), “é papel do professor descobrir qual material provocará além da curiosidade a reflexão crítica dos estudantes”.

Essa nova perspectiva, que coloca o aluno como agente na construção do conhecimento, necessita uma visualização diferenciada da tradicional acerca do objeto investigado. Tradicionalmente, são apresentados em sala de aula assuntos ou teorias fragmentadas, isoladas entre si e do mundo *a priori* conhecido pelo estudante. Isso acarreta uma educação formal de repasse de conteúdos, sem significado. Sobre isso, Paulo Freire aponta uma grave consequência: a da saturação dos estudantes com informações maçantes. Segundo o teórico, o programa oficial não tem falado a linguagem dos educandos, tampouco vem desenvolvendo seu sistema crítico, pois parte de temas que passam longe dos contextos e fatos comuns, enraizados em suas vidas.

A escola, aquele lugar onde se supõe que a aprendizagem ocorra, pouco tem a dizer sobre as coisas que mais lhe interessam. E aquilo que a escola diz não é dito na linguagem que eles usam. Você pode imaginar como é fácil aos estudantes tornarem-se anti-intelectuais, nessas condições. (ibidem, p. 112).

A partir dessa reflexão, sentimos a necessidade de um trabalho que intua algo novo, que aproxime o aluno do conhecimento, e por meio do qual essa aproximação ocorra de forma natural. Uma ação que faça com que ele se *sinta em casa*, capaz, de usar sua criatividade para compreender o mundo como um todo, e ele próprio como parte integrante desse mesmo todo. Com base nessa ótica, o estudante talvez passe a observar o objeto de estudo como algo familiar, ao seu alcance, inserido em seu contexto, portanto passível de ser compreendido. Passe a ter consciência de que pode modificar o contexto e ser modificado pelo mesmo, pois “o objeto não é algo em si mesmo, mas está diretamente se relacionando com outros que constituem uma totalidade” (ibidem, p. 104).

O conhecimento não é posse do professor, ele apenas auxilia no processo dialógico reflexivo entre o educando e o objeto investigado. Em outras palavras, o objeto de estudo, de certa forma, é colocado *sobre a mesa*, entre o professor e o

aluno, que são os sujeitos do conhecimento. O professor, apesar de possuir contato prévio com o conhecimento formal, conhecimento científico imbricado no processo, também cresce intelectualmente devido a cada grupo de alunos sempre ter algo a acrescentar às suas experiências. É impossível que o docente, mesmo que com grande empenho, esgote todas as possibilidades ou todas as dimensões do conhecimento do objeto.

Porém, todo esse processo investigativo deve possuir intrinsecamente a responsabilidade e o rigor, porque, segundo Ponte (1999, p. 327), “[..]o rigor e a relevância são duas qualidades fundamentais da investigação educacional”. A educação que se utiliza dessa perspectiva não tradicional, inúmeras vezes é taxada de licenciosa, a qual é *regida* pela falta de comprometimento e seriedade dos *atores* envolvidos no processo. Essa visão equivocada é desbancada se os profissionais apresentam rigor no trabalho desenvolvido. Isso requer uma constante avaliação do processo, com empenho e comprometimento com a busca do conhecimento. O professor deve estimular os estudantes a se prepararem técnica e cientificamente para a vida na sociedade da qual fazem parte.

Tudo isto se torna possível se o professor *lutar* com amor e demonstrar que o que está propondo é algo sério, algo rigoroso. Rigoroso, mas não no sentido autoritário, e sim no sentido da responsabilidade, da liberdade e da criatividade, instigando o educando a desenvolver essas atitudes.

2.2. Educar pela pergunta

A investigação em sala de aula parece ser uma alternativa viável ao processo de aprendizagem tradicional, e que procura desenvolver a criatividade do educando por meio da instigação ao questionamento inicial, que é a *espinha dorsal* do processo.

Neste sentido, Freire e Faundez (1985) sugerem que o conhecimento surge por intermédio da resposta a uma pergunta. Um questionamento, dúvida ou problema, desencadeia uma procura, desenvolve um movimento em direção ao encontro de soluções, ou seja, “o início do conhecimento, repito, é perguntar. E somente a partir de perguntas é que se deve sair em busca de respostas” (ibidem, p. 46).

Essa busca pelas respostas às perguntas que assombam o educando requer um aperfeiçoamento crítico e criativo que estimula a capacidade do ser humano de responder a esses assombros, tomar decisões relativas à sua existência, resolver seus problemas de forma competente, sempre cuidando para não atingir a privacidade do outro. Para tanto, é mister aprender a pensar, porque, segundo Demo (2005, p. 23), “quem não sabe pensar, acredita no que pensa; mas quem sabe pensar questiona o que pensa”. E, segundo o teórico, o pensamento crítico se apresenta frente à interpretação da realidade, pois esta não se reduz ao que existe, ou às suas aparências.

O questionamento da realidade se aplica a tudo o que constitui o ser, seus conhecimentos, atitudes, valores, comportamentos, modos de interação com seu meio. Então, é de importância que o sujeito da aprendizagem se envolva efetivamente neste perguntar. É preciso que ele próprio problematize sua realidade, pois somente assim as dúvidas farão sentido, pois partirão de seu conhecimento prévio, de sua forma de interpretar a realidade.

Então, surge-nos a problemática: como concretizar esse questionamento da realidade? Entendemos que este movimento problematizador parte da tomada de consciência do ser, do indivíduo, da reflexão sobre ele, sobre seus conhecimentos, sobre como ele age ou interage com as *coisas*. Pois cada sujeito possui um conhecimento prévio, precisa conscientizar-se disso para, por meio dele, encontrar outras possibilidades, novas *visões de mundo*. Por isso “saber perguntar-se, saber quais são as perguntas que nos estimulam e estimulam a sociedade. Perguntas essenciais, que partam da cotidianidade, pois é nela onde estão as perguntas” (FREIRE; FAUNDEZ, 1985, p. 48).

Essa nova *visão de mundo* pode ocorrer de diversas maneiras: por meio da leitura de autores que tratam do assunto; pela discussão com os colegas e o professor, e inúmeras outras, das quais destacamos a instigação provocada quando o educando vislumbra a possibilidade de compreender e agir sobre fenômenos do cotidiano. Assim, entendemos que a melhor forma de alcançar o conhecimento novo ocorre quando o sujeito questiona o que já conhece, e relaciona esse conhecimento novo com particularidades de seu meio. Acerca disso, os autores (*ibidem*, p. 49) apresentam a idéia de que o aluno deve descobrir a “relação dinâmica entre palavra e ação, entre palavra-ação-reflexão”. E o professor deve aproveitar exemplos concretos das experiências diárias vivenciadas pelos alunos.

Neste sentido, utilizamos esta proposta de trabalho como sendo uma forma viável, e que pode contribuir para o aperfeiçoamento intelectual dos alunos, pois se trata de assunto relevante devido à importância da energia elétrica no cotidiano da população. Dessa forma, acreditamos que a associação de um tema, como o que propomos, que provoca curiosidade, contribua para a produção de significado dos conceitos abstratos do eletromagnetismo, nos alunos.

Foram abordados os conceitos de tempo, potência, energia, corrente e diferença de potencial. Os quais, certamente, os alunos já conheciam, mas provavelmente não os relacionavam entre si e com o consumo de energia elétrica dos aparelhos eletroeletrônicos residenciais.

Então, propomos a problematização desses conceitos por meio do questionamento reconstrutivo dos conhecimentos prévios dos alunos acerca de como eles compreendem a determinação do consumo de energia nesses aparelhos.

A modalidade de educação pela pergunta vislumbra, segundo Paulo Freire, a emancipação do indivíduo frente ao sistema educacional reprodutivo, instaurado pela sociedade capitalista, que procura manter-se no topo de uma hierarquia herdada do colonialismo, a qual permite a exploração do trabalho alheio. E esta exploração somente é possível enquanto o indivíduo não questiona seu meio ou sua condição.

A partir do momento em que o homem passa a refletir, a pensar e a planejar suas ações, formula novas hipóteses, enxerga novas perspectivas. Então ele se torna agente no processo de aprendizagem. Passa da condição passiva para a ativa, o que lhe possibilita influenciar o ambiente.

Esta possibilidade de influenciar o meio ambiente, associada à capacidade reflexiva que os educandos desenvolveram, nos sugere que paralelamente a isso cresceu a responsabilidade do sujeito frente aos abusos exploratórios que vêm ocorrendo com a natureza. Despontando então a consciência ambiental de que cada um é responsável pelo seu espaço, evitando o desperdício de energia elétrica e agindo de outras formas que contribuam para a sobrevivência do planeta. Porém, a questão relacionada à conscientização planetária, apesar de relevante, deixaremos em aberto, por fugir dos objetivos desta pesquisa.

2.3. A significação nos processos educacionais

Em nossa pesquisa tematizamos a reconstrução do conhecimento em uma perspectiva sócio-interacionista, baseada nos pressupostos de Vygotsky, cujos processos de crescimento intelectual se relacionam ao modo de vida do indivíduo, em suas interações. Isso implica discutir aspectos derivados dos processos de significação, a questão da representação e a aceitação do ser humano como sujeito do conhecimento.

Acreditamos que a escola é a instituição social que tem, como um de seus objetivos, a disseminação do conhecimento, e para tanto deveria oferecer condições de acesso aos conceitos científicos a todos os estudantes, sem discriminação. Porém, é comum encontrarmos salas de aula padronizadas, nas quais cada disciplina é apresentada independentemente da outra, desconectando também os conteúdos entre si, e principalmente da comunidade estudantil. O que predomina, segundo Moreira e Silva (1995), é um currículo reprodutivo, baseado na manutenção do sistema social, que objetiva a retransmissão cultural dominante.

Essa forma de ensino, para Moraes (2004), tem seus pilares na mecânica newtoniana e nos pressupostos de Descartes, que pela concepção positivista, por meio de seus idealizadores, admitiram que a referida padronização mecânico-matemática fosse aplicada aos eventos de natureza social. Nessa forma de ensino o homem passa a ser tratado como máquina perfeita, e o conhecimento apenas retransmitido uniformemente em todas as unidades escolares.

Mas essa forma de ação educativa que contempla a *transmissão* do conhecimento não dá conta do aprendizado.

As relações entre as diferenças no modo de funcionamento intelectual e as transformações no modo de vida são bastante evidentes no que se refere ao processo de escolarização formal. A escola é uma instituição social onde o conhecimento é objeto privilegiado da atenção dos indivíduos, sem conexão imediata com situações da vida real. Os sujeitos que passam pela escola acostumam-se a trabalhar com idéias e conceitos de forma descontextualizada, sem referência ao domínio concreto (OLIVEIRA, 1995, p. 94).

Nessa perspectiva, admitimos que o professor, como *detentor do conhecimento*, *transmite*, na maioria das vezes verbalmente, os conceitos hierarquicamente definidos como necessários à vida social e profissional do indivíduo. Sobre isso, Rego nos apresenta uma reflexão em sua obra de interpretação de Vygotsky:

O ensino verbalista, baseado na transmissão oral de conhecimentos por parte do professor, assim como as práticas espontaneístas, que abdicam de seu papel de desafiar e intervir no processo de apropriação do conhecimento por parte das crianças e adolescentes, são na perspectiva vygotskiana, além de infrutíferas, extremamente inadequadas (REGO, 1997, p. 106).

Isso nos sugere uma perspectiva educacional centrada na produção de significados por meio da relação dialógica dos conceitos científicos com o cotidiano do educando. O que nos direciona à perspectiva sócio-interacionista, que para Rego, é aquela em que “o indivíduo ao mesmo tempo que internaliza as formas culturais, as transforma e intervém no seu meio. É, portanto na relação dialética com o mundo que o sujeito se constitui e se liberta” (ibidem, p. 94). Essa perspectiva é associada ao pensamento vygotskiano, que apresenta a tese de que as características do indivíduo são formadas pela constante interação com o meio, incluindo as dimensões cultural e interpessoal.

Partindo dessas concepções, apresentamos a pesquisa, compreendendo que durante o processo de investigação do consumo de energia elétrica nos aparelhos eletroeletrônicos residenciais, o aluno estabeleceu uma relação dialógica com o objeto de estudo, o que certamente produziu significações em relação aos conceitos físicos abordados. Justamente isso, segundo Baquero (1998), caracteriza a própria aprendizagem.

Nessa discussão, vemos como crucial a questão do sujeito, sua autonomia na e/ou pela linguagem. Para Vygotsky e Luria (1996, p. 124), “as operações de linguagem e as operações numéricas só são factíveis quando ligadas às situações concretas”. Com isso, concorda Borin (2004, p. 26), que afirma que pela linguagem analisamos, abstraímos e generalizamos as características dos objetos, dos eventos e das situações presentes na realidade.

Ainda segundo a concepção vygotskyana, a linguagem, além das funções de comunicação e expressão, possibilita ao indivíduo interagir com seu meio, em um processo dinâmico por meio do qual ambos influenciam-se mutuamente. Borin (ibidem) também afirma que por meio da interação da criança com seu contexto cultural, social e ambiental, participa das construções históricas, bem como incorpora os componentes já consolidados pela experiência humana.

É importante lembrar que, para Vygotsky, o contexto social não é algo pronto, como um sistema estático ao qual o indivíduo se submete, mas sim um “palco de

negociações” (OLIVEIRA, 1995, p. 37), onde seus membros estão constantemente recriando, reinterpretando as informações e os significados.

Para Vygotsky, a educação depende do estabelecimento de conexões entre o homem e o meio, atribuindo-lhe um caráter social. “Toda educação sempre foi essencialmente social, no sentido de que, no fim das contas, o fator decisivo para o estabelecimento de novas relações na criança era dado pelas condições que tinham sua origem no meio, nas inter-relações entre o organismo e o meio” (1998, p. 173).

Partindo dessa análise, entendemos que o consumo de energia elétrica por parte dos aparelhos eletroeletrônicos residenciais se caracteriza como um problema cultural, pois a maior parte dos indivíduos se desenvolve em meio aos tais equipamentos, e o seu uso se torna rotina, dispensando reflexão acerca do processo de funcionamento. Então, ao propormos um questionamento sobre qual aparelho seria responsável pelo maior consumo de energia elétrica em uma residência, a resposta mais frequente apontou equipamentos que permanecem mais tempo ligados, desconsiderando o conceito de potência. Outras, ao contrário, apontaram os de maior potência como os responsáveis pelo maior consumo de energia elétrica. Mas, poucos associaram as duas grandezas, potência e tempo, como diretamente proporcionais à energia consumida. Nesse sentido, há um equívoco cultural que pode e deve ser solucionado pela educação.

Nessa perspectiva, apoiados em Zanon e Freitas (2007), desenvolvemos o presente trabalho, incluindo atividades que aproximam os alunos do conhecimento científico a partir do cotidiano, de modo que eles possam, eventualmente, estabelecer um processo reflexivo fundado na interação. Com isso verificamos como essas atividades contribuem para a reconstrução e ressignificação dos conceitos físicos envolvidos, dando-lhes condições para influir no meio em que vivem.

Mas para que o aluno consiga influenciar seu meio, principalmente nas dimensões social e cultural, apontamos a necessidade de elaborar e melhorar continuamente sua argumentação. Essa evolução se torna possível a partir do momento em que o *ator* realmente passa a acreditar em si ou no que sabe. Para tanto, é exigida a formação de representações, pois estas, de acordo com Borin, nos indicam como devemos nos comportar e nos ajustar ao mundo à nossa volta, bem como nos auxiliam na identificação e resolução dos problemas presentes na construção de significados, para admirar o mundo e agir sobre ele, por meio do que

“vimos, ouvimos, praticamos e produzimos” (2004, p. 59). Desse modo é que usamos as representações que construímos sobre as coisas.

Para Jodelet, as representações “nos guiam no modo de nomear e definir conjuntamente aspectos da realidade diária, no modo de interpretar esses aspectos, tomar decisões e, eventualmente, posicionar-se frente a eles de forma defensiva” (2001, p. 17). Assim, fica claro que é para isso que criamos as representações, pois vivemos socialmente com outros indivíduos, com eles compartilhamos o mundo. Dessa forma, evidenciamos a importância das representações sociais no cotidiano.

O ato de representar, para Borin (2004, p. 60), “corresponde a um ato de pensamento pelo qual um sujeito se reporta a um objeto, que pode ser uma pessoa, uma coisa, uma idéia, uma teoria, etc, tanto real quanto imaginário”. Observamos, assim, que não há representação sem objeto, o qual em nossa investigação se caracteriza pelo consumo da energia elétrica dos aparelhos eletroeletrônicos residenciais. Ainda segundo a concepção de Jodelet (2001), a representação se caracteriza como uma forma de conhecimento prático ligando um sujeito a um objeto. Para nós, nesse trabalho, o objeto é o já citado consumo de energia elétrica, enquanto o sujeito é o aluno participante do processo.

Porém, conforme Sperber, precisamos considerar que todo trabalho apoiado em representações é interpretativo, e toda a interpretação é produto intuitivo do intérprete, no caso, o aluno. Sperber (2001, p. 98/99) salienta que “desse caráter intuitivo e contextual da interpretação, a decorrência não é de que todas as representações sejam válidas”, no entanto, o uso das interpretações é indispensável, pois a interpretação é o meio de apresentarmos o conteúdo das representações.

Ao observar os resultados encontrados por nossos alunos, no final do processo de investigação, a atribuição de significado ao objeto de estudo dependeu, então, do modo pelo qual foram construídas as representações. Essas partiram das relações estabelecidas entre o sujeito e o objeto, relações que expressam valores e sentimentos característicos da cultura em que se inserem.

Esses elementos culturais nos sugerem a participação do conhecimento empírico dos alunos, o qual foi problematizado e reformulado, o que é denominado reconstrução do conhecimento. Nisso concordam Costa e Moreira quando sugerem a “necessidade de o aluno representar internamente cada situação problemática que lhe é proposta, no sentido de resgatar seus conhecimentos que lhe permitam

elaborar um caminho para a interpretação, reavaliação e desenvolvimento da mesma” (2001, p. 273). Aprofundaremos esse assunto a seguir.

2.4. A reconstrução do conhecimento

Pedro Demo coloca a aprendizagem como processo reconstrutivo, que ocorre de dentro para fora. “Não alcançamos distinguir claramente entre alucinação e realidade, porque, sendo seres auto-referentes, a realidade fora de nós só entra em nós, se a reconstruirmos a partir de dentro” (2005, p. 15). O teórico enfatiza ainda, que a reconstrução do conhecimento valoriza a autonomia do educando, bem como lhe permite influenciar o meio no qual está inserido.

D’Ambrósio (2005, p. 3), afirma que “o conhecimento é deflagrado a partir da realidade. Conhecer é saber fazer”. Para o pesquisador, a geração e o acúmulo do conhecimento obedece a uma coerência característica de cada cultura, e cada cultura se identifica por seus sistemas de explicações, suas filosofias e seus modos de comportamento cotidiano. Tudo isso se apóia em processos comunicativos e representativos. E esses processos ocorrem de maneiras diferentes nas distintas culturas, e se transformam no decorrer do tempo. Eles sempre revelam as influências do meio, e se organizam obedecendo a uma lógica interna, se codificam e se formalizam. Dessa forma é que nasce o conhecimento.

Já Humberto Maturana (2002, p. 31) contribui com sua teoria da “autopoiese”, ou seja, a “biologia do conhecer”. Autopoiese é a explicação do vivo, do que é viver e ao mesmo tempo observar o vir-a-ser dos seres vivos em sua existência.

A biologia do conhecer se constitui a partir da idéia do ser vivo se tratar de um processo circular de produções moleculares. Da mesma forma, como as células possuem processos circulares, o sistema nervoso também se fecha circularmente. Então, ao acondicionar o organismo juntamente com o sistema nervoso, como sistema fechado, o conhecer surge como um operar adequado às circunstâncias, de modo que a organização e adaptação às circunstâncias se conservem. Por isso que, para Maturana (2002, p. 36), “viver é conhecer”.

Segundo o teórico, o conhecer é construído pelo indivíduo, que é um eterno observador de si e de seu meio, no qual ocorrem interações orientadas no sentido da dinâmica interna que resulta de uma orientação anterior. E nós, como observadores, observamos certa correspondência entre as estruturas de dois

sistemas: a “ontogenia” (ibidem, p. 31), ou biodesenvolvimento do indivíduo, e o seu meio, considerando ambos como sistemas em constante evolução, exibindo condutas congruentes, pois do contrário o indivíduo *morre*.

Para Freire (2007), o conhecimento se constrói com base no cotidiano do aluno, o qual aprende a questionar seu conhecimento empírico. E, por meio da comparação entre os conhecimentos empírico e científico, provoca a “passagem do erro ao não-erro” (FREIRE; FAUNDEZ, 1985, p. 52), que atribui ao educando a autonomia no processo de reconstrução do conhecimento. Nisto concorda com Kuhn, pois para ele, a evolução do conhecimento se dá a partir do que já é conhecido. “Uma nova teoria, por mais particular que seja seu âmbito de aplicação, nunca ou quase nunca é mero incremento ao que já é conhecido. Sua assimilação requer a reconstrução da teoria precedente e a reavaliação dos fatos anteriores” (KUHN, 1975, p. 26). Isso nos sugere a existência de uma ruptura, a partir da qual o aluno questiona seu conhecimento empírico, decorrente de sua vivência sociocultural, e o confronta com o conhecimento científico abordado em sala de aula, para construir um novo saber.

Concordamos também com Pais (2002), quando afirma que os questionamentos do cotidiano, nos espaços formais de educação, provocam as rupturas, se caracterizam como obstáculos aos sujeitos do conhecimento. Esses obstáculos interferem com maior intensidade na fase inicial do processo de apresentação das idéias. Então, durante a aprendizagem, iniciamos um contato com conhecimentos inovadores, que podem provocar uma revolução interna entre o conhecimento *antigo* e o *novo* que está sendo elaborado.

Sobre isso Pais afirma que,

Para a aprendizagem escolar, por vez, é preciso que haja fortes rupturas com o saber cotidiano, caracterizando a ocorrência de uma revolução interna, o que leva o sujeito vivenciar a passagem do seu mundo particular a um quadro mais vasto de idéias, às vezes, incomensuráveis através do antigo conhecimento (ibidem, p. 43).

Essa revolução interna ocorre no aluno, desencadeando um crescimento intelectual. O ser se torna mais crítico e criativo e, conseqüentemente passa a influenciar o meio em que vive.

A partir dessas reflexões, apontamos para a necessidade de repensarmos o papel da escola frente às questões relacionadas ao ensino e à aprendizagem. A organização fragmentada do ensino, que privilegia a memorização, por meio da

reprodução de conceitos, fatos e definições, bem como soluções padronizadas para exercícios repetitivos, para Moraes (1998), não atende as exigências do paradigma emergente.

O paradigma mecânico cartesiano, essência do positivismo, influenciou a educação durante séculos, e encontramos dificuldades de nos libertar dessa corrente de pensamento. Ela é responsável pela divisão dos saberes, compartimentando o conhecimento em disciplinas estanques, desconectadas e descontextualizadas, sem significado para o educando. A concepção mecânica enfatiza o ensino em que o aluno aprende por indução, quase sem utilização dos sentidos, dispensando o uso da criatividade e da criticidade, e instaura no mundo educacional a ideia de ciência acabada e correta. Como decorrência, o professor é visto como detentor de um conhecimento inquestionável, que ele transmite esperando que o educando assimile. Mas este é um sistema educacional ultrapassado, descontextualizado, que pretende uma educação dissociada do homem e da vida, desconectada da realidade do indivíduo.

Ao analisarmos os dados mundiais acerca da educação, segundo Moraes (1998), somos surpreendidos por uma dura realidade ao descobrir que grande parte dos países não prioriza o desenvolvimento humano em suas dimensões fundamentais, como a educação básica de qualidade com possibilidade de acesso estendida a toda a população. Como consequência do papel da educação não ser admitido como essencial, vem o comprometimento do progresso em direção à paz e à democracia.

Como Moraes, julgamos que “Atualmente o slogan de pensar localmente e agir globalmente” (ibidem, 2004, p. 117) nos insere nesse paradoxo, pois a revolução das telecomunicações impulsiona o crescimento da economia global. Essa é a era das tecnologias de comunicação em forma de rede interconectada. Assim, a informação, apoiada na comunicação, passa a ser um elemento vital da economia do século XXI, moldando comportamentos e atitudes por meio de uma linguagem virtual transmitida instantaneamente entre continentes distantes.

Nos ambientes de trabalho, o foco de atenção, que anteriormente era dirigido aos recursos financeiros e à disponibilidade de capital, passa a ser direcionado aos recursos humanos, que disponibilizam informação, criatividade e conhecimento. A capacidade de adaptação ao lidar com o novo passa a ser característica primordial no mercado do trabalho, devido ao acelerado crescimento tecnológico. Isso nos

sugere o constante aperfeiçoamento educativo dos trabalhadores. Nunca a necessidade da educação continuada esteve tão evidente quanto neste século, porém ela não está disponível para toda a massa populacional, em grande parte dos países do mundo. Isso cria uma nova divisão de classes: classes com, e classes sem acesso à educação.

Para planejarmos com coerência os novos ambientes de aprendizagem frente à atualidade, precisamos levar em consideração os novos cenários mundiais associados às inúmeras e contínuas mudanças, e como estas se estendem às questões epistemológicas e à própria educação. O foco da educação passa para o indivíduo, com a proposição de novas formas para a construção do conhecimento e a ênfase na aprendizagem, e não mais no ensino.

Não podemos mais continuar produzindo uma educação dissociada do mundo e da vida, uma escola morta, fora de sua realidade, que produz seres incompetentes, incapazes de pensar, de construir e reconstruir o conhecimento, realizar descobertas científicas, e que, na verdade estão impossibilitados de serem contemporâneos deles mesmos. (MORAES, 1998, p. 5).

Uma escola morta, enraizada no passado, produz indivíduos alienados de sua própria vida, sem criatividade, incapazes de construir sua história, de analisar hipóteses, de buscar informações. Tudo isso requer uma nova visão educacional.

Para tanto, a missão da escola mudou (ibidem, 2004), pois já não mais atende grupos de alunos amorfos e despersonalizados, mas sim, indivíduos de múltiplas inteligências, com diferentes habilidades, portanto, com diferentes modos de aprendizagem. Um sujeito coletivo, influenciado pelo meio ambiente, onde interage, transformando-o e se transformando. Isto implica, segundo Demo (2005), em aprender a aprender por meio da reflexão, tomando consciência de que se sabe para a partir daí construir novos conceitos.

Nesta nova ótica, a educação é concebida como um diálogo aberto que, por meio da acomodação e equilíbrio, continuamente se transforma. Um eterno movimento, fruto de processos auto-organizadores refletidos nas interações entre professor, aluno, cultura e conhecimento, contexto escolar e da comunidade na qual se insere, por meio dos quais a aprendizagem acontece frente a processos reflexivos construídos pelo constante diálogo. Acerca disso se refere Ecco quando escreve que, “o ser humano aprende na relação com o outro, com o mundo, mediatizados pelo ato de conhecer, produzindo saberes em relação a contextos”

(2005, p. 38) e, cabe ao professor garantir a manutenção desse movimento que leva o aluno a aprender a aprender e aprender a pensar.

Outra característica desta nova educação é a de estar centrada no indivíduo coletivo (MORAES, 2004), por meio do qual é reconhecida a importância do outro na criação coletiva do saber. Para tanto, se torna relevante a criação de ambientes de aprendizagem interdisciplinares, que evidenciam o fortalecimento da intuição e da criatividade, para que o aprendiz possa contribuir significativamente para a evolução da humanidade. Nessa perspectiva, o indivíduo é reconhecido como um todo constituído de corpo e mente, sentimento e espírito, que se educa ao longo de sua vida com um contínuo processo de crescimento interior, qualitativo e multidimensional, que o posicionará como parte integrante do mundo, e por meio do seu autoconhecimento e suas relações poderá transformar a realidade em que vive.

Essa nova consciência *espiritual* carrega uma visão ecológica na qual o mundo é reconhecido como santuário, pela importância da vida e de tudo o que é vivo. Reconhece a sua relevância para a evolução e sobrevivência de todos os seres.

Surge, assim, uma nova matriz educacional, na qual a escola expande seus espaços de convivência e aprendizagem, superando as barreiras entre ela e a comunidade, professor e aluno. Uma escola aberta, com novos espaços para tráfego de conhecimento e mudanças no saber desencadeadas pelos avanços na tecnologia da informação. Nela o aluno, além de aprender a ler e escrever, é alfabetizado no uso de equipamentos e tecnologias de comunicação, para que saiba interpretar e utilizar os conhecimentos disseminados pela linguagem eletrônica. Isso diminui a distância entre a escola e a vida, entre o homem e seu contexto e entre os próprios homens, o que se reflete em igualdade de oportunidades e respeito mútuo ao meio ambiente.

2.5. A complexidade do processo educacional

A atual conjuntura global, segundo Moraes (2004), aponta estarmos vivenciando um importante período de transição para a humanidade, que decorre de uma série de desafios que ameaçam a sobrevivência da espécie humana e de toda e qualquer forma de vida. Isso vem gerando críticas e discussões acerca do

relacionamento homem-natureza e homem-homem, fazendo surgir nova visão sobre o papel da ciência na sociedade.

É comum, nos meios de comunicação, a circulação de informações que confirmam o desequilíbrio da natureza, e isso tem reflexos diretos em nossa sociedade, causando danos econômicos de monta, pela destruição de espaços físicos de convívio social e por catástrofes naturais outrora desconhecidas. Os seres humanos deram voz ao seu *espírito* competitivo, visando o lucro e o bem-estar próprio, separando-se completamente do seu semelhante e do mundo.

A competição entre os homens lhes subtrai as perspectivas e sonhos de um futuro igualitário, onde cada ser vivo, humano ou não, tenha seu espaço garantido e respeitado. Acerca disso, “os seres humanos perambulam pelas grandes cidades sem perspectiva de futuro, sem objetivos, numa viagem exótica e desprovida de qualquer propósito minimamente transcendente”. (ROCHA FILHO; BASSO; BORGES, 2004, p. 19). Isso nos sugere a existência de homens *pobres de espírito*, desconectados da realidade em que vivem, impotentes e incapazes de influir sobre seu contexto.

Esses problemas não podem ser resolvidos pelos métodos fragmentados, ainda aplicados pelas instituições governamentais e educacionais que regem a nossa sociedade. Estes se baseiam em modelos antiquados e desatualizados que não dão conta de buscar ou reconstruir princípios econômicos e sociais focalizados no ser humano integrado com o mundo em que vive. Pelo contrário, para Moraes (2004), o que se vê é uma corrida consumista que acelera o desequilíbrio mundial, aumentando a discrepância, polarizando a sociedade entre pessoas com e sem poder de consumo, provocando a perda de valores essencialmente característicos da espécie humana, como o respeito, a cooperação e o amor ao semelhante. A realidade acima descrita tem seus alicerces no paradigma newtoniano, que ainda prevalece em nossa sociedade, influenciando sobre os modos de vida da população e, principalmente, sobre a educação.

Para Kuhn (1975), um paradigma é caracterizado por meio de um modelo conceitual vinculado a uma representação de mundo, cujos métodos, suposições e questionamentos são bem-sucedidos perante os fenômenos investigados. Um paradigma conta com a adesão da maioria da comunidade científica, a qual determina qual a melhor maneira de abordar certa problemática em análise, bem como a melhor forma de responder a ela. Ocorre que o paradigma direciona a

pesquisa, bem como todas as atividades intelectuais realizadas em meio à comunidade acadêmica e, por consequência, a sociedade em todas as suas esferas. As teorias relacionadas ao paradigma vigente regem as atitudes de todos os indivíduos, direta ou indiretamente, pois são criadas regras de convívio e comportamento que visam à proteção e o fortalecimento da referida concepção. Essa alta proteção estabelecida pelas leis e pressupostos vigentes, objetiva evitar a sua substituição, perpetuando sua hegemonia hierárquica, e consequentemente a de seus gestores.

Kuhn (1975) sustenta ainda que um paradigma somente é substituído a partir do momento em que for provada sua incapacidade, ou pouca abrangência de suas leis e pressupostos, abrindo a possibilidade para o surgimento de novas teorias capazes de suprir as falhas existentes. Acerca disso, Moraes afirma que, “a ruptura de um paradigma decorre da existência de um conjunto de problemas cujas soluções já não se encontram no horizonte de determinado campo teórico, dando origem a anomalias ameaçadoras da construção científica” (MORAES, 2004, p. 55).

Concordamos que o pressuposto acima nos sugere a necessidade de mudança na atitude do ser humano frente à utilização dos recursos naturais do planeta, bem como nos relacionamentos entre homem-natureza e homem-homem, no contexto cultural. Isso tem reflexo direto no campo educacional, pois as instituições de ensino encontram dificuldades para desempenhar o papel de proporcionar aprendizagem significativa aos indivíduos, e não é improvável que a mudança paradigmática que está se desencadeando na sociedade, por meio da globalização, possa dar solução a este problema. Porém, a transição do paradigma mecânico cartesiano para o relativístico, para Moraes (2004), se caracteriza como um processo moroso devido ao primeiro estar firmemente enraizado em um histórico de sucesso proporcionado pela revolução científica moderna.

Em meados do século XVII iniciou-se no mundo uma grande revolução científica, motivada por cientistas que olhavam o mundo como sendo uma máquina perfeita, apoiando-se nos recursos naturais e objetivando o enriquecimento humano. Essa *filosofia* foi estendida para englobar os aspectos sociais, fragmentando o pensamento, padronizando relacionamentos, sentimentos e demais características que são individuais de cada ser, separando o corpo da mente, o observador do objeto.

Essa visão, segundo Moraes (2004), iniciou-se com Copérnico, quando propôs que o Sol ocupava a posição central do universo. Nesse momento, a Terra e o ser humano *saíram do centro das atenções*. Paralelamente a isso, Descartes desenvolveu o método cartesiano, o qual, em sua essência, propõe que uma questão pode sempre ser decomposta em várias outras, simplificando assim as suas respostas. Reconheceu também a superioridade da mente em relação à matéria, concluindo que se tratavam de coisas separadas e fundamentalmente diferentes. Porém, foi Newton quem deu realidade ao pensamento do mundo enquanto máquina, quando desenvolveu a formulação matemática tida como completa, *mecanizando a natureza*.

Este modo de pensar o mundo contribuiu para o desenvolvimento científico e tecnológico, o que promoveu o período eufórico capitalista da revolução industrial. Em contrapartida, acarretou uma considerável perda para a humanidade, em termos de sensibilidade, sentimentos e valores.

O pensamento mecânico cartesiano enraizou-se profundamente no ocidente durante o passar dos séculos, moldando o método científico de forma a levar alguns pesquisadores a aplicá-lo no ser humano, em todos os âmbitos. Surgia assim o positivismo, que para Moraes (2004), se trata de uma corrente de pensamento cujo lema é o crescimento pela ordem. Isso enfatizou a competição como caminho promissor à ascensão social, o que de certa maneira atropelou algumas características primordiais humanas, esquecendo que é por meio da cooperação que temos a sobrevivência coletiva. Nisso concorda Maturana quando sugere que, “a competição, como atividade humana, implica na negação do outro, [...] nega o amor. Membros das culturas modernas prezam a competição como uma fonte de progresso” (2002, p.185), o que fortifica cada vez mais a *concepção* mecânico cartesiana, no âmbito social.

Durante o período hegemônico do positivismo, segundo Laville e Dionne (1999), desenvolveu-se a pesquisa quantitativa, baseada em um modelo representativo da estrutura da matéria, o qual possibilitou que a análise e a lógica da investigação se transformassem em ferramentas poderosas no estudo da natureza. Essas regras se estenderam às ciências sociais, por meio da premissa de que as leis que regem a sociedade podem ser conhecidas como as que regem a natureza. Esse modelo provocou algumas reduções, ou distorções importantes, frente à

impossibilidade de quantificar sentimentos, relacionamentos, e tantas características humanas, as quais sofrem constantes transformações.

Durante o período moderno da história o mundo presenciou descobertas científicas revolucionárias que propiciaram um avanço tecnológico sem precedentes, desenvolvendo máquinas e equipamentos, bem como técnicas que multiplicaram a produção, nos diversos setores da economia, desencadeando um vultoso crescimento econômico. Obtivemos também reflexos na medicina, conseguindo livrar as populações de moléstias que outrora seriam fatais, aumentando assim a expectativa de vida.

Dessa forma, o paradigma cartesiano e linear estabeleceu a existência de uma verdade finita que poderia ser explicada por suas leis e pressupostos, os quais, em nossa visão, continuam influenciando o mundo contemporâneo, principalmente a educação, por meio da fragmentação do conhecimento.

A grande revolução industrial ocorrida a partir do século XVII requereu um crescente número de operários capazes de operar a maquinaria que surgiu neste período, e coube à escola a formação, ou a preparação, desta mão-de-obra especializada. Isso possibilitou o posicionamento privilegiado de uns funcionários em relação a outros, com piores condições de trabalho e salários menores para aqueles que têm menor grau de instrução ou são menos capacitados, hierarquizando o trabalho e a educação, evidenciando os graus de especialização.

Disso decorreu a fragmentação da escola e do conhecimento. Surgiram as divisões entre as disciplinas – lacunas intransponíveis que supervalorizam alguns conhecimentos, como os das áreas científicas, em detrimento de outros, como os das áreas humanas. O que nos parece ainda prevalecer, conforme nossa experiência docente, nos dias atuais.

A corrida pela educação se tornou fonte de competição e controle social, o *mercado do conhecimento*, contrariando seu papel fundamental, de equidade, ou seja, de proporcionar igualdade de oportunidades. Parece prevalecer o intuito de a educação ser requisito de integração social, bem como, de integração ao mercado de trabalho.

Moraes (2004) aponta que o cenário educacional brasileiro, apesar de apresentar um crescimento no grau médio de instrução de seus habitantes, não nos parece animador. Apesar de nos últimos anos ter aumentado o índice de matrículas no ensino fundamental, cresceu também a taxa de evasão escolar, devido a fatores

como a reprovação, o difícil acesso ao sistema escolar, entre outros. O que ainda chama a atenção é a discrepância entre as regiões sul/sudeste e norte/nordeste do Brasil, pois a população do sul apresenta um padrão de vida ou renda per capita bem superior à do norte, o que também é registrado no setor educacional.

Ao analisarmos os dados disponibilizados pelo INEP (2008), e os indicadores educacionais, mais especificamente o percentual de escolas por região, segundo recursos disponíveis do ano de 2000, descobrimos que há uma grande discrepância entre o número de escolas e equipamentos disponíveis por unidade educacional.

Esses estudos estatísticos objetivam principalmente o levantamento de informações e realização de diagnósticos acerca da realidade educacional do País, subsidiando a definição e a implementação de políticas que promovam a equidade, efetivando a qualidade do ensino.

Esta perspectiva exige um esforço dos governantes no sentido de promover políticas públicas de incentivo que propiciem o acesso dos brasileiros à realidade internacional, na qual a tecnologia da informação é crescente. A globalização exige da população uma constante evolução no conhecimento, e constante aperfeiçoamento, principalmente se o País objetiva crescimento e independência econômica e cultural. Moraes (1998) previu que a maioria dos empregos que surgiriam nos dez anos seguintes se relacionariam a profissões que não existiam naquela época, o que se confirmou, em parte, não mais permitindo que os indivíduos pudessem ser formados e treinados apenas uma vez durante toda sua vida profissional. Portanto, a educação também não pode continuar a mesma. Ela precisa seguir o *curso* evolutivo das ciências, basear-se mais especificamente nas inovações instauradas pelo advento da Física Relativística e da Mecânica Quântica.

A crença de que o mundo e todos os fenômenos relacionados podem ser explicados pelas teorias mecânico cartesianas, na qual tudo era padronizado e estático, começou a mudar. No início do século XIX Lamarck propôs que os seres vivos teriam evoluído de formas mais primitivas, influenciadas pelo meio ambiente, o que algum tempo depois foi reafirmado por Darwin, com a inclusão da hipótese da aleatoriedade como fonte primária das modificações, com a prevalência do mais apto. “O universo passou então a ser descrito como um sistema em evolução, em permanente estado de mudança, no qual, de formas mais simples desenvolviam-se estruturas mais complexas.” (MORAES, 2004, p. 56).

A partir de 1900 a Física Moderna, especialmente a Mecânica Quântica descoberta por Planck, que discretizou a energia, fez surgir dúvidas sobre os tradicionais problemas estudados pela Física, bem como sobre o próprio método usado pelas ciências exatas para estudar a natureza da matéria. O que se refletiu, segundo Einstein e Infeld (1980), diretamente nas questões consideradas filosóficas, desencadeando novas reflexões acerca da humanidade e suas relações.

O reconhecimento da Teoria da Relatividade proposta por Einstein, que relativizou os conceitos de espaço e tempo, bem como as partículas subatômicas como padrões de energia, dinamizou o universo. O mundo passou a ser concebido como movimento, fluxo de energia. Com base nisso, o universo foi admitido como composto de espaço e energia indissociáveis, derrubando a concepção de universo vazio e corpos materiais sólidos, estáticos e imutáveis.

A partir daí percebemos que o mundo já não podia ser tratado como constituído de partes separáveis, mas sim como um todo indiviso e em constante transformação. Já não é possível, segundo Capra (1995), separarmos observador e objeto, tampouco corpo e mente. O ser humano passou a ser considerado como parte integrante da natureza, e que qualquer ação desencadeia uma reação que afeta todo o meio ambiente, pois tudo está interconectado por uma espécie de teia de relações. Acerca disso, colabora Moraes, “o fato de não haver separação entre as coisas induz à conclusão de que, em última análise, não existem partes. O que chamamos de partes são fios de uma teia inseparável de relações. O universo é, portanto, relacional.” (MORAES, 2004, p. 72). Com base na visão de mundo como movimento, no qual tudo está inter-relacionado, se estabelece segundo Moraes (2003), a junção do homem como um todo em suas relações, ele passa a dialogar consigo mesmo, com a natureza e com a sociedade, o que sugere uma mudança comportamental nos indivíduos, enfatizando o surgimento de valores há muito tempo esquecidos: a cooperação entre os seres baseado no respeito e no amor ao semelhante e ao meio ambiente, do qual somos parte.

Nesse sentido, concordamos que haja uma interdependência entre o observador, o objeto e o processo de observação, o que se reflete numa visão sistêmica onde o conhecimento é produto da relação indissociável dessas três variáveis, que devem ser tratadas como partes do mesmo todo. Por intermédio do paradigma mecânico cartesiano foi possível chegar a certezas absolutas, que eram apresentadas em forma de leis gerais aplicáveis a todos os fenômenos semelhantes.

Já no novo paradigma o conhecimento é traduzido em teorias que representam uma nova forma de olhar o mundo, portanto pode ser constantemente modificado e adaptado para melhor explicar a realidade daquele momento, o que se traduz na essência da pesquisa qualitativa, embora a pesquisa quantitativa continue presente e necessária às atuais pesquisas sociais. E tudo isso se reflete no modo de abordagem da educação formal.

Partindo desta análise, entendemos que a ciência, como disciplina relevante para a maioria da comunidade estudantil, possui função primordial na alteração da atual conjuntura, e “hoje, sabemos que a ciência como conhecimento sistemático do universo físico exige uma nova visão de mundo, diferente e não fragmentada” (MORAES, 2004, p. 30). Uma visão humana cooperativa, superior, que considere o todo, o universo e nós como parte integrante do mesmo.

Esta transição do pensamento relacionado ao conhecimento científico nos sugere uma mudança mais ampla, que atinja todos os níveis institucionais, bem como sociais. Isso requer uma revolução paradigmática, ou seja, o abandono do paradigma linear cartesiano, que tem suas bases afixadas na mecânica newtoniana, para emergência do novo paradigma, que enfatiza o ser como um todo indiviso, integrado ao universo, cujas bases se alicerçam na mecânica relativística e quântica.

Moraes (2004) acredita que a aplicação dos critérios decorrentes do pensamento pós-moderno, paradigma relativístico, pode implicar em uma contribuição aos aspectos educacionais, comportamentais e de valores do ser humano, baseado na visão sistêmica de homem integrado a seu meio, como um ser ecológico. Além disso, esta concepção indica de qual forma aprendemos, ou seja, como compreendemos o mundo. Sugere também de forma mais precisa como ocorre o processo de ensino-aprendizagem.

Com a descoberta de Einstein, que coloca matéria e energia em um mesmo nível ontológico, extinguiu-se a crença de que massa e energia convivem independentemente uma da outra, e o mundo passou a ser visto como movimento, fluxo de energia e processo contínuo de mudança, caracterizando a matéria como dinâmica criativa.

Einstein estabeleceu ainda o relacionamento entre o orgânico e o inorgânico. O universo composto de espaço e energia adquiriu uma totalidade indivisível. Esta concepção de mundo dinâmico interconectado tem uma série de implicações nos sistemas econômicos, políticos, educacionais, tecnológicos e sociais. Esclarece a

forma como o indivíduo constrói o conhecimento, enfatizando as interações energéticas que ocorrem entre o pensamento e o ambiente, resgatando a visão de contexto por meio da qual o educando estabelece conexões em sua relação com o cotidiano. Sugere um ser humano multidimensional, que tenha participação efetiva dos sentimentos e das emoções, juntamente com os sentidos, da construção do conhecimento. Para Moraes (1998), o conhecimento é representado por um conjunto de elementos conectados entre si, um conhecimento de natureza inter e transdisciplinar.

Capra (1995), talvez inspirado em Pierre Teilhard de Chardin, nos sugere que de um pensamento fragmentado, passamos a ver o mundo como uma teia de relações, na qual todos os componentes têm raio de ação infinito, embora sua materialidade seja apenas provável. O que concorda com Einstein e Infeld (1980), ao afirmarem que ao invés de leis que regem a natureza, surgem probabilidades. Assim, um conhecimento que outrora era estático passa a ser encarado como conhecimento-processo, com o observador, o objeto e o processo de observação inter-relacionados pela teia. Dessa maneira o aprendiz organiza suas experiências, nas quais o conhecimento é produto da relação entre as três variantes indissociáveis, e cada indivíduo aprende de sua maneira específica.

Isso nos permite refletir sobre o método padronizado de abordagem dos conteúdos em sala de aula. Alguns profissionais da educação utilizam o mesmo material didático, bem como a mesma abordagem metodológica durante vários anos, desconsiderando o aluno como ser ativo no processo educacional.

Quando nos é sugerida a idéia de mundo em movimento, recaímos na constante transformação-evolução dos seres como uma totalidade, inclusive em relação às estruturas mentais. Para Vygotsky (1998), os estados de equilíbrio e acomodação se modificam durante o tempo, e cada indivíduo desenvolve uma autonomia perante suas interações ambientais. Essa autonomia o capacita para auto-organizar-se perante a natureza, trocando energia para construir e reconstruir sua autonomia, e conseqüentemente ampliando o conhecimento. Para isso, é necessário um estímulo, no sentido de provocar a relação do organismo com o meio ambiente, ou então do aluno com seu contexto, e o estímulo escolar, quem o provoca, é o professor.

Assim, o papel da educação não é apenas de preparar os indivíduos para o mercado de trabalho. Não podemos admitir que nas escolas sejam abordadas

apenas matérias isoladas, que não despertem o interesse no educando. Tampouco a escola tem sua função primordial desempenhada quando o indivíduo inicia a leitura e a escrita, ou então passa a calcular números que em si não têm significado. Mas sim, no momento em que prepara um ser humano capaz de desenvolver suas potencialidades, um ser crítico, criativo e cooperativo, capaz de resgatar valores, conhecer-se a si mesmo, para se situar na humanidade. Um ser transcendente, focado nas relações e sentimentos, um indivíduo autoconsciente e capaz de transformar o mundo.

Para dar conta dessa nova modalidade de educação, concordamos que o caminho mais provável seja o da transdisciplinaridade que, segundo D'Ambrósio (2001), conscientiza o indivíduo acerca da essencialidade do outro, de sua inserção na realidade sócio-cultural, natural, planetária e cósmica.

A transdisciplinaridade na educação científica se caracteriza pelo reconhecimento da profundidade da natureza, ou do "*si mesmo*, em cada pessoa" (ROCHA FILHO; BASSO; BORGES, 2007, p. 47). Nesse sentido, entendemos que não existem instituições transdisciplinares, mas sim, pessoas com atitudes transdisciplinares. Quanto ao processo ensino/aprendizagem, segundo Santos (2005), a visão transdisciplinar torna o aprender uma atividade prazerosa, e enquanto é resgatado o conhecimento produz sentido no educando. Isso se caracteriza como um desafio na reconstrução da prática pedagógica. Alterar o conceito dicotômico, fragmentado, para um conceito articulado, que considere o ser como agente de seu conhecimento. E esse, com uma razão de ser.

2.6. Análise Textual Discursiva

Nossa investigação requereu uma abordagem qualitativa de análise dos dados colhidos. Para tanto, aplicamos algumas ferramentas, que nos forneceram uma série de textos, os quais estão impregnados de informações que validaram as conclusões da pesquisa. Esses textos foram analisados aplicando a Análise Textual Discursiva (ATD), por compreendermos ser esta metodologia o caminho mais indicado para tal análise.

A ATD nos apresenta uma metodologia de análise textual que objetiva, por exemplo, a partir de textos ou discursos escritos, discutir quantitativamente dados e

informações oriundas do material estudado, objetivando construir novas interpretações acerca dos fenômenos analisados.

A utilização em pesquisas qualitativas das análises textuais tem se intensificado, pois elas objetivam aprofundar a compreensão, partindo da análise criteriosa das informações contidas num texto ou discurso, para, a partir de então, podermos interpretar e reconstruir o conhecimento existente. De forma alguma intenciona “testar hipóteses para comprová-las ao final da pesquisa” (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 11).

A ATD é

um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem a partir de uma seqüência recursiva de três componentes: a desconstrução dos textos do “corpus”, a unitarização; o estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar do emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (ibidem, p. 12).

Por meio desse processo, entendemos que o pesquisador é convidado a perceber pontos obscuros e não ditos de forma direta no decorrer do texto ou discurso, lhe possibilitando ler as entrelinhas, trazendo à tona o conhecimento oculto, podendo dessa forma, apresentar novas interpretações, produzindo novos conhecimentos, comunicando-os de forma mais clara e consistente.

Para analisarmos discursivamente um texto devemos, primeiramente, efetuar uma leitura identificando os diversos sentidos que o mesmo oferece. Enfatizamos a relevância desse momento de prévia interpretação, seguindo para a desmontagem, ou desconstrução e unitarização das idéias apresentadas nos textos investigados. Essa investigação nos possibilita suscitar novos significados enriquecendo o *corpus* original, isso nos sugere ainda a participação ativa do pesquisador, que pode dar sentidos, tanto conotativos quanto denotativos, aos ícones unitarizados. Assim, essa interpretação, com posterior unitarização, requer que o pesquisador expresse em sua leitura, seus conhecimentos, o que se reflete em uma nova visão sobre os conceitos originalmente inclusos.

Porém, é importante que efetuemos uma leitura a partir da perspectiva do autor, ler com os olhos do autor e em seqüência, com os olhos do leitor, com posterior comparação. Pois quando nos referimos a uma pesquisa fenomenológica e etnográfica, segundo Moraes e Galiazzi (2007), se torna relevante a valorização da ótica dos sujeitos da pesquisa.

Concordamos que toda a leitura deve ser efetuada partindo dos preconceitos, independentemente do objetivo da leitura. Essas teorias prévias também se fazem presentes nas diferentes etapas da análise, e podem ser explícitas ou implícitas. Esse conhecimento prévio pode *agilizar* o processo analítico, de modo que possamos produzir teorias a partir do material analisado, bem como definir o provável caminho a ser percorrido durante o processo. Quando a teoria *a priori* não existe, concordamos com a crescente exigência de esforço, pois o caminho geralmente é incerto e exige que o mesmo seja construído durante o processo analítico.

Como já citamos, o *corpus* se trata de um conjunto de textos resultantes da pesquisa realizada, objetivando a coleta de informações confiáveis, capazes de esclarecer fenômenos e produzir novos conhecimentos. Assim, o *corpus*, para Moraes e Galiuzzi (2007), se trata da matéria-prima utilizada na ATD. Esses textos são produções linguísticas oriundas de determinados contextos e intervalos de tempo, e representam fenômenos que podem ser lidos e interpretados de diferentes maneiras, fazendo surgir novos sentidos. Os textos não possuem um único significado, esperando para ser identificado, eles exigem que o pesquisador, por meio de suas teorias próprias, o analise sob uma perspectiva íntima, construindo novos significados, exigindo que o pesquisador assuma o papel de autor das interpretações que partem do *corpus* analisado.

Partindo do pressuposto de que o *corpus* se trata do grupo de textos a serem analisados, precisamos lembrar da seleção dos textos. Esta precisa levar em consideração o quanto determinada escrita é relevante ao fenômeno. Outro princípio importante é o da saturação, que ocorre no momento em que novas informações encontradas não mais modificam os resultados da pesquisa.

Após efetuarmos a leitura prévia e interpretativa, partimos para a desconstrução e unitarização, que trata da desmontagem dos textos, evidenciando seus elementos, os quais podemos transformar em unidades de análise, que devem ser identificadas de modo que conheçamos sua procedência, de qual texto se originou, ou seja, a unidade de significado.

O processo de unitarização é um esforço de interpretação de significado. É um exercício de elaboração de mais sentidos a partir dos textos sob análise. Constitui um esforço de interpretação e construção pessoal do pesquisador em relação ao significado do corpus (ibidem, p. 53).

Assim, se torna fundamental o nosso julgamento, para que possamos determinar a qual unidade de significado cada informação extraída deve pertencer, sempre visando o processo de pesquisa.

Porem, reiteramos o cuidado do pesquisador no sentido da importância de reescrever as unidades, de modo que essas conservem sua contextualização, bem como sua sequência original. E cada unidade de significado deve receber um título que represente a sua ideia central. É importante ainda, o possível surgimento de unidades implícitas no texto, suas entrelinhas, o que advém da interpretação do pesquisador.

A fragmentação textual acima descrita nos sugere a imposição de um caos, a completa destruição do *corpus* dos textos, com a posterior reconstrução, apoiada na interpretação crítica e criativa do pesquisador, por meio do qual construímos novos conhecimentos.

Concluída a fase de fragmentação, iniciamos o processo de categorização, que consiste na comparação entre as unidades de significado, essas levam à reunião dos elementos semelhantes, num processo contínuo e cíclico de retorno aos elementos, com gradativa construção. Aperfeiçoando as categorias com rigor e precisão. Categorizar “corresponde a simplificações, reduções e sínteses de informações a pesquisa, concretizada por comparações e diferenciação de elementos unitários, resultando em informação de conjuntos de elementos que possuem algo em comum” (ibidem, p. 75). Nesse processo surgem diferentes níveis de categorias, cada vez mais abrangentes e em menor número, emergindo da criatividade do pesquisador, permitindo assim diferentes compreensões dos fenômenos, enfocando a qualidade na construção do saber.

As categorias determinadas pelo processo durante a ATD precisam ser validadas, e elas somente o são, se forem pertinentes aos objetivos de análise. Em outras palavras, uma categoria somente é válida se ela oferecer uma nova compreensão dos fenômenos estudados. Essas categorias não podem ser heterogêneas, necessitam ser construídas num único princípio, numa única perspectiva conceitual, pois a análise de uma mesma unidade de significado pode ser realizada de diversas formas, com múltiplas perspectivas, gerando diferentes sentidos. Uma visão mais ampla, mais holística, mas sempre com o cuidado para não confundir seus leitores. Objetivamos então, por intermédio da categorização, focar o todo pelas partes, respeitando os limites da linguagem presente na escrita.

As categorias assumem o papel de conceitos gerais que oferecem a possibilidade de compreender os fenômenos, e precisam da construção do pesquisador. Essa construção requer um esforço particular do mesmo, no sentido de estabelecer relações entre os elementos constitutivos, para analisá-los por meio da apresentação clara e convincente. Isso faz o pesquisador assumir o papel de autor de seus argumentos. “Uma das condições primordiais para construir um texto de qualidade é ter algo novo a dizer. A produção textual necessita ser encaminhada de tal forma que o pesquisador expresse suas próprias compreensões e argumentos em relação aos fenômenos que investiga” (ibidem, p. 101).

Esses argumentos podem partir de *insights* durante a construção das categorias, bem como do agrupamento de subcategorias, que são formadas pela aglutinação das unidades de análise. No momento em que as categorias se encontram definidas e descritas partimos para a estruturação do metatexto, que se constitui ao apresentar as relações, partindo dos argumentos de cada categoria, de modo a *costurar* as categorias entre si. “Bons textos revelam um encadeamento das idéias que os compõe. Textos de qualidade são bem sequenciados, exigindo-se isso tanto no todo quanto em cada uma das partes” (ibidem, p. 129). A produção de hipóteses numa abordagem qualitativa realiza-se por meio de argumentos discursivos baseados na criatividade e criticidade do pesquisador.

A construção do metatexto consiste no agrupamento das informações captadas no *corpus*, e reunidas em categorias, as quais se relacionam com as partes estabelecidas pelo pesquisador, e objetiva expressar novos sentidos, com maior clareza, bem como novas compreensões. O pesquisador pode, durante o processo, elaborar textos parciais relacionados a cada categoria independente, com posterior junção. Este método requer que o investigador exercite um argumento central, em torno do qual estruturará o texto como um todo. A elaboração dessa tese requer a observação abrangente do fenômeno, num movimento de abstração e inspiração para sintetizar as compreensões atingidas pelos argumentos.

Entendemos que os nossos modos de comunicação estão impregnados com nossas visões de mundo. Interpretamos os fenômenos a partir de nossos referenciais teóricos, quase sempre presentes em nossa linguagem. Mas, descrever em uma produção textual significa expor ideias próximas da leitura prévia. A descrição ocorre quando fazemos uma escrita impregnada de citações originais e entrelaçadas, o que oferece ao leitor uma imagem fiel do fenômeno relacionado. Já

a interpretação consiste em expressar as ideias que surgem durante a ATD, uma compreensão aprofundada que relaciona seus conhecimentos prévios com o objeto de análise, então, o pesquisador veste a *túnica* de autor.

Como já citamos, a teorização implica em um afastamento do posicionamento empírico, pois por meio da descontextualização abstraímos as informações baseadas em novas compreensões. Tais dados, aliados à criatividade do pesquisador, fazem surgir novas teorias acerca do fenômeno pesquisado. Esse procedimento qualitativo de análise possibilita o surgimento de novo conhecimento, e não apenas a descoberta de algo já existente.

Então, por meio de um processo rigoroso, construímos um novo texto, impregnado de nossas características e perspectivas, que no momento de sua publicação é submetido às críticas para complementar a compreensão na forma de um discurso social. A validade e confiabilidade são construídas durante o processo, e são adquiridas pelo rigor implantado em cada etapa. Assim, a citação extraída de parte do *corpus* auxilia na validação do trabalho.

Também durante o processo ficamos impregnados com o fenômeno. Isso, associado à nossa perspectiva individual e a um esforço intenso, permite que estabeleçamos argumentos aglutinadores que *costuram* as categorias, o que ocorre no centro de criação do pesquisador. Toda obra sempre tem algo importante em seu discurso, e essa mensagem deve ser expressa de forma clara e rigorosa, sugerindo uma pronta compreensão.

A ATD, então, parte de uma investigação prévia, na qual são interpretados os sentidos dados ao *corpus* investigado. Partimos, então, para a desconstrução ou fragmentação, destacando as idéias que se mostram relacionadas aos fenômenos que, por semelhança, são agrupados em categorias, as quais são *costuradas* pelo pesquisador, intuindo a escrita do novo texto, impregnado de interpretações e novas compreensões. Durante o processo, organizamos intuitivamente as informações que nos surgem na forma de *insights*, os quais requerem um profundo empenho para captar e registrar o emergente, pois essas formas de inspiração tendem a ser esquecidas.

Tais registros são posteriormente utilizados para a comunicação social da compreensão atingida, essa comunicação é feita por meio de texto escrito de forma clara, para que fique compreensível o que antes não era. Fazemos isso por meio de uma perfeita conexão entre as categorias, de maneira integrada em torno de um

centro norteador. Dessa forma, precisamos ficar atentos para o surgimento do inesperado, de novos entendimentos, organizando-os e investindo neles tempo para explorar seus significados por completo, com posterior relato relacional, para ser validado perante as críticas.

Nesta perspectiva, a ATD nos possibilita a utilização de um sistema caótico, a partir do qual emergem novas compreensões sobre os fenômenos investigados, bem como a construção de novos conhecimentos e teorias. “Nessas metamorfoses vai emergindo um sujeito não apenas capaz de expressar novos conhecimentos, mas também transformado em muitas outras dimensões e, assim, apto a participar da transformação do contexto em que vive” (ibidem, p. 200). Então, surge o sujeito autor, participativo, com possibilidades de construir sua própria história.

3. ABORDAGEM METODOLÓGICA

A constante evolução tecnológica e informacional que ocorre no planeta, baseada em premissas do paradigma científico vigente, concebe um mundo em movimento e em constante transformação, cujos pilares se firmam na Relatividade e na Mecânica Quântica, os quais concebem a matéria e a energia como aspectos diferentes da mesma raiz ontológica, onde o espaço e tempo não são estáticos. Comparativamente, a escola pouco evoluiu, especialmente em relação aos aspectos metodológicos do Ensino de Física. Isso sugere uma reflexão crítica sobre o papel da escola e do educador acerca da forma como ocorre a aprendizagem, principalmente sobre a metodologia de abordagem dos assuntos-conteúdos em sala de aula.

Este novo contexto mundial, onde tudo está globalizado devido à teia de comunicações que possibilita a conexão quase instantânea, com troca de informações entre indivíduos em localidades remotas, ou muito afastadas geograficamente, lança um desafio à profissão docente, exigindo sua constante atualização, adaptando-se às novas linguagens e novos conhecimentos. Neste sentido, concordamos com Demo (2004, p. 30) quando afirma que o "Professor dotado de qualidade formal traduz para o aluno o que há de melhor em sua área de conhecimento e, principalmente, faz o aluno participar dessa dianteira".

Com estas considerações, selecionamos procedimentos para coleta de dados que esclarecem a dúvida: como ocorre a reconstrução do conhecimento dos alunos acerca do consumo de energia elétrica nos aparelhos em suas residências, a partir da participação em atividades investigativas propostas no contexto da disciplina de Física.

Para tanto, desenvolvemos alguns passos fundamentados na revisão teórica que fizemos, lançando questões que avaliaram os conhecimentos prévios dos alunos. Posteriormente, desenvolvemos, a partir da sala de aula, a investigação acerca do consumo de energia elétrica de cada aparelho eletroeletrônico, expandindo esta pesquisa para fora dos muros da escola, convidando os educandos a fazer, em suas residências, medições e leituras.

Durante o processo de investigação, o professor pesquisador realizou anotações em seu diário, que forneceram informações sobre como estava ocorrendo o processo de reconstrução do conhecimento pela investigação em sala de aula. O

professor também efetuou a mediação durante a investigação, de forma que em nenhum momento os alunos foram informados acerca das respostas finais possíveis ou esperadas. Apenas indicamos caminhos, por meio de novos questionamentos motivadores que desafiavam e ao mesmo tempo incentivavam os educandos, a persistirem na procura às respostas dos questionamentos que eles mesmos elaboraram.

Desenvolvido o trabalho investigativo, realizamos consulta escrita por meio de um questionário comparativo, objetivando verificar a evolução do conhecimento dos educandos, tentando identificar reconstrução nestes conhecimentos a partir da investigação. Utilizamos, ainda, a produção textual, indagando sobre a validade do processo de investigação, objetivando verificar em que medida os próprios alunos seriam capazes de avaliar os efeitos das atividades investigativas em sua aprendizagem, bem como avaliar esta modalidade de ensino. Para Demo (2005, p. 96), o processo de construção do conhecimento passa pela produção textual. “Elaborações próprias são infinitamente mais sensíveis à aprendizagem do que provas, em particular provas de respostas padronizadas”. Isso confirma o cunho qualitativo da análise que pretendemos realizar.

Como questionário prévio, propusemos as seguintes indagações:

- 1) em sua residência, qual é o aparelho responsável pelo maior consumo de energia elétrica? Justifique sua resposta.
- 2) em que você se baseia para determinar qual o aparelho é responsável pelo maior consumo de energia elétrica em sua casa?
- 3) você acredita ser possível reduzir o consumo de energia elétrica em sua residência?
() sim! De que forma?
() não! Justifique.

Finalizado o processo de investigação, os alunos foram submetidos ao seguinte questionário escrito:

- 1) analisando o resultado de sua investigação, o uso de qual aparelho é responsável pelo maior consumo de energia elétrica em sua residência? Justifique:
- 2) o que você leva em consideração para determinar qual o aparelho eletroeletrônico origina o maior consumo de energia elétrica em sua residência?

3) descreva uma forma que possibilite economizar energia elétrica em sua residência.

Por último, foi realizada a produção textual, a qual se utilizou de questões norteadoras enfocando o processo de investigação, que intui a reconstrução do conhecimento:

1) como você avalia o processo de desenvolvimento da investigação sobre o consumo de energia elétrica nos aparelhos domésticos?

2) faça uma comparação entre este método de abordagem conceitual, onde há participação ativa do aluno, com o tradicional, no qual o professor faz a explanação dos conteúdos.

A pesquisa objetivou analisar a reconstrução do conhecimento dos alunos sobre o consumo de energia elétrica nos aparelhos residenciais por meio de investigação, com ênfase no processo, e concordamos que essa investigação significaria “trabalhar com questões que nos interpelam e que se apresentam no início de modo confuso, mas que procuramos clarificar e estudar de modo organizado” (PONTE, 2006, p. 9).

Compreendemos a pesquisa como uma abordagem qualitativa do tipo naturalística construtiva, e consideramos que,

Pode-se compreender este tipo de pesquisa como visando à explicitação de teorias implícitas que os sujeitos construíram anteriormente, de modo inconsciente, aplicando-se isto tanto aos envolvidos na pesquisa como ao pesquisador. As teorias de algum modo são reconstruídas a partir de manifestações lingüísticas dos participantes. (MORAES, 2006, p.14).

A investigação construtivista, também denominada naturalista ou hermenêutica, baseia-se no conhecimento que nos auxilia na manutenção cultural, nossos significados e comunicação. Apoiado na metodologia qualitativa, que enfoca o todo em um movimento circular que a partir de uma experiência procura interpretar em seu contexto, e sob diversos pontos de vista, o fenômeno pesquisado. Partindo dessa premissa a abordagem construtivista se preocupa em colher uma descrição o mais completa possível sobre as ações de um grupo particular de pessoas, alcançando o interesse em descobrir detalhadamente as variações construtivas que ocorrem neste grupo.

O referencial teórico permitiu aprofundar estudos acerca de temas relevantes ao entendimento da questão proposta. Para tal, enfatizamos a reconstrução do

conhecimento, que coloca o aluno como agente ativo do processo de aprendizagem. Lançamos ainda um olhar sobre o processo investigativo que objetiva a produção de significados dos conceitos científicos abordados durante o trabalho de pesquisa. Estes conhecimentos giraram em torno dos temas validados e utilizados na determinação do consumo de energia elétrica nos aparelhos eletroeletrônicos domésticos, destacando a potência, a resistência, a diferença de potencial e o tempo de utilização. Abordamos ainda informações emergentes da análise dos dados colhidos durante a pesquisa.

Essas informações são frutos da Análise Textual Discursiva, que aponta categorias que contribuem para a prova da ocorrência da reconstrução do conhecimento, bem como a significação dos conceitos abordados. “Categorias constituem conceitos abrangentes que possibilitam compreender os fenômenos, que precisam ser construídos pelo pesquisador [...] as categorias não são dadas, mas requerem um esforço construtivo intenso e rigoroso de parte do pesquisador” (ibidem, 2007, p. 29).

3.1. O material sob análise

Foram entrevistados 84 alunos, entre os meses de agosto e setembro de 2009, das três turmas de terceira série nas quais o pesquisador atua como professor da disciplina de Física no Ensino Médio normal, matutino e vespertino, dos Municípios de Formosa do Sul e Quilombo, em Santa Catarina.

Os alunos participantes da investigação pertencem ao corpo discente de duas escolas públicas, e em sua maioria são filhos de pequenos agricultores, que no contra turno, auxiliam os pais nas atividades diárias da propriedade agrícola.

Para codificação, foi utilizada a seguinte convenção: letras iniciais referentes ao município de origem do aluno, bem como uma letra relativa ao turno no qual o aluno estuda, seguido pelo número de ordem do caderno de presenças dos alunos, associados ao número da questão da entrevista.

a) Município de origem:

- F – Formosa do Sul;

- Q – Quilombo.

b) Turno de estudo:

- M – Matutino;

- V – Vespertino.

c) Número do aluno:

01 38.

c) Número da questão da entrevista:

01 a 03.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Foram utilizadas as aulas, conforme quadro:

Atividade	Nº de aulas
Distribuição do questionário inicial	1
Explicação e aplicação do conceito $E_c = P \times \Delta t$	1
Cálculo da Energia Consumida	2
Apresentação e discussão dos resultados	2
Aplicação do questionário final	1
Produção Textual	1

Quadro 1: Atividades e respectivo nº de aulas.

Os dados colhidos com as turmas de terceira série, totalizando 84 alunos, nos forneceram informações relevantes quanto à produção de significados dos conceitos físicos envolvidos durante a investigação do consumo de energia elétrica dos aparelhos eletroeletrônicos residenciais. Para Oliveira, “são os significados que vão propiciar a mediação simbólica entre o indivíduo e o mundo real” (1995, p. 48), e esses significados, ainda segundo o autor, se constituem em um *filtro* por meio do qual o indivíduo é capaz de compreender o seu mundo e agir sobre ele. Então, a produção de significados coloca o ser como agente ativo na sociedade, ou seja, o aluno capacita-se a aprender a aprender.

Para tal, lançamos mão de um questionário prévio que nos forneceu informações acerca das concepções dos estudantes, anteriores à discussão do assunto, o qual faz parte do plano educacional elaborado para o Ensino Médio.

Foram questionados, os alunos, sobre a sua opinião acerca de qual é o aparelho eletroeletrônico, em sua residência, responsável pelo maior consumo de energia elétrica. Da mesma forma, foram *incitados* a justificarem suas respostas, e os resultados estão plotados na fig. 1, o qual mostra que os estudantes têm opiniões variadas, com predominância do chuveiro elétrico, o que fica evidente em depoimentos como: [FM03] “O aparelho que mais consome energia elétrica é o chuveiro, devido aos longos banhos, e muitas vezes tomamos até dois banhos por dia. E principalmente no inverno precisamos tomar banhos mais quentes” – [QM23] “O chuveiro, pois é o aparelho que mais se ocupa numa casa, principalmente no inverno”. A tendência para tal resposta, provavelmente seja motivada pelo fato de a

pesquisa ter sido realizada no período cujas temperaturas médias diárias se encontravam baixas, e a maioria dos alunos e seus familiares usam o chuveiro, durante esse período, na potência máxima.

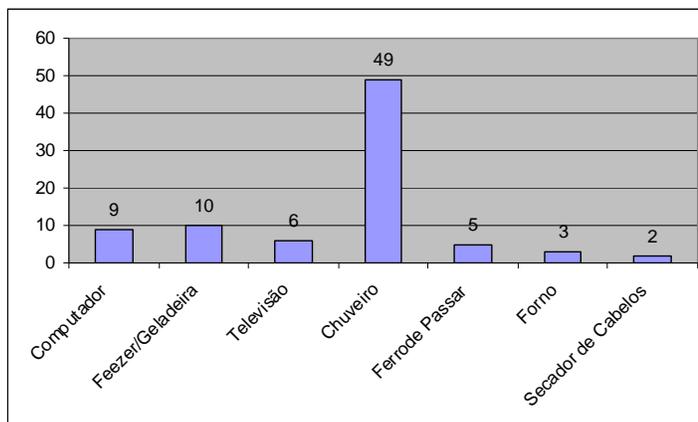


Figura 1: Gráfico que mostra o aparelho eletroeletrônico responsável pelo maior consumo de energia elétrica.

Dez alunos optaram pelo freezer ou a geladeira, e alguns se opuseram ao chuveiro como o maior consumidor de energia elétrica em sua residência. Isso fica claro na afirmação transcrita – [QV09] “Quem consome mais energia elétrica é o freezer, pois ele fica vinte quatro horas por dia ligado, por mais que o chuveiro tenha também um alto consumo de energia, mas ele não fica ligado toda hora, é no máximo trinta minutos por dia”. – [FM15] “A geladeira, pois é um eletrodoméstico que por sua vez está sempre trabalhando para manter o alimento em boa temperatura”.

Por meio desses depoimentos é perceptível que, para esse grupo de alunos, os aparelhos freezer e geladeira permanecem o tempo todo ligados, consumindo energia elétrica pelo simples fato de estarem conectados à rede de alimentação, esquecendo-se de que para Máximo e Alvarenga (2004), o pico do consumo coincide com o momento em que o motor do equipamento aciona o compressor do gás, efetuando a retirada de calor do interior desses eletrodomésticos.

Nove alunos alegaram ser o computador o maior consumidor de energia elétrica em suas casas, devido ao tempo em que o equipamento permanece ligado. – [FM22] “O computador fica vinte e quatro horas ligado, todos os dias e é responsável pelo maior consumo, um quarto do total do pagamento de luz”. – [QV37] “O computador, lá em casa, ele está mais ou menos dez horas por dia ligado, está presente nas atividades diárias da nossa família”.

Um aluno questionou o professor acerca da possibilidade de o computador ser o responsável pelo maior consumo de energia elétrica, especificamente em sua residência. Segundo esse aluno, sua mãe afirma terminantemente que o computador permanece muito tempo ligado, provocando grande consumo de energia elétrica.

Obtivemos ainda seis alunos que alegaram ser a televisão o aparelho responsável pelo maior consumo de energia elétrica em sua residência. – [QV02] “Em minha casa, a televisão passa boa parte do tempo ligada” – [QF32] “Em minha casa é a televisão, pois durante a maior parte do tempo ela permanece ligada, mesmo em momentos em que ninguém esteja assistindo”. Em todos os depoimentos, transparece a opinião de que o consumo é relativo ao tempo de uso dos equipamentos.

A crença de que o tempo é a única variável que define o consumo de energia elétrica nos aparelhos eletroeletrônicos residenciais está diretamente ligada ao senso comum, pois é algo visível, palpável.

O ferro elétrico foi a opção de cinco alunos. Eles argumentaram no sentido de que esse equipamento apresenta um alto consumo de energia elétrica em função do aquecimento. – [FM12] “Em minha casa o aparelho que mais consome energia elétrica é o ferro elétrico. Porque usamos com temperaturas elevadas”. Todos os depoimentos favoráveis apontam no sentido de relacionar o consumo de energia elétrica com a variação de temperatura do aparelho.

O forno elétrico apareceu com menor número de alunos, que indicaram-no como responsável por consumir a maior parte da energia elétrica em suas residências. A formação de tal opinião advém da observação direta, comparando o uso do aparelho com a conta a ser paga. [QF32] “Lá em casa, quem mais consome energia elétrica é o forno elétrico, porque quando é usado com maior frequência, se percebe um aumento no valor a ser pago”.

Duas alunas apontaram o secador de cabelos como o maior consumidor de energia elétrica. [QV34] “Em minha residência, o vilão é o secador de cabelos, pois eu assisti que ele gasta muita energia”. Percebemos aqui a influência da televisão na formação dessas opiniões.

Na segunda questão o aluno é indagado acerca do que ele considera para determinar qual é o aparelho responsável pelo maior consumo de energia elétrica em sua casa. Cujo resumo dos resultados são apresentados na fig. 2.

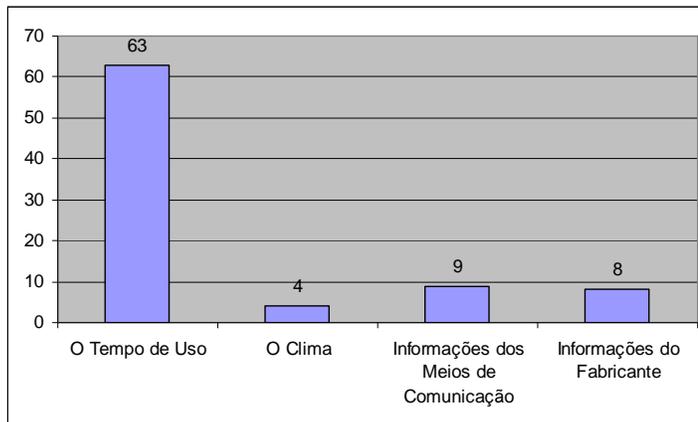


Figura 2: Gráfico sobre em que os alunos se baseiam para determinar qual o aparelho é responsável pelo maior consumo de energia elétrica em sua residência.

Ao analisarmos as respostas obtidas verificamos que a maioria dos alunos, ao todo sessenta e três, leva em consideração o tempo de uso dos equipamentos, desconsiderando completamente a associação à potência do aparelho. – [FM34] “Eu considero o tempo de uso, pois, são várias pessoas que tomam banho e demoram mais que 10 minutos cada”. – [QV35] “Me baseio no tempo em que ele fica ligado”. – [QF13] “Observo aquele que fica o maior tempo ligado”. A desconsideração do conceito de potência, além de fazer com que alguns alunos cometam um equívoco quanto ao aparelho responsável pelo maior consumo de energia elétrica em sua residência, faz com que eles demonstrem falha no conhecimento científico envolvido nesse assunto. Por outro lado, percebemos nas respostas, certa consciência acerca do hábito de deixar aparelhos eletroeletrônicos ligados, em desuso. Isso indica que há uma predisposição para que esses alunos passem a usar conscientemente a energia elétrica em suas residências.

Nove alunos se baseiam em informações que circulam nos meios de comunicação. – [QM24] “Me baseio em reportagens”. – [FM11] “Eu ouvi falar que é o tempo de uso”. É conhecido que diversos meios de comunicação divulgam campanhas de incentivo à economia de energia elétrica, e paralelamente a essas campanhas são difundidas informações acerca dos aparelhos responsáveis pelo maior consumo de energia elétrica, bem como formas para efetivar a economia.

Essas informações são facilmente assimiladas pelos educandos em função da grande influência educativa que a programação televisiva mantém sobre a população em geral. Isso concorda com Demo (2005), quando diz que a televisão é “marcada pela receptividade, tão bem trabalhada na propaganda e nos programas”.

Essa receptividade relativa às informações que circulam durante a programação, ainda segundo o autor, faz com que a população não questione, ou sequer verifique a veracidade de tais informações, tomando-as como verdadeiras. Então, os telespectadores não se sentem obrigados ao trabalho de apurar os motivos pelos quais a geladeira, quando seguidamente aberta ou sem manutenção, aumenta consideravelmente seu consumo.

Nesse sentido, a investigação do consumo de energia elétrica dos aparelhos eletroeletrônicos residenciais, em sala de aula, a qual tem como base um questionamento, segundo Freire (2007), oferece aos alunos a autonomia necessária para interpretar as informações publicadas durante a propaganda de incentivo ao não desperdício de energia elétrica em determinadas épocas do ano.

As informações do fabricante foram apontadas por oito alunos. – [FM18] “No selo do INMETRO que está em cada aparelho”. – [QM12] “Pela taxa de gastos que vem com o aparelho”. Nesses casos é perceptível que esses alunos crêem que o consumo de energia elétrica é preestabelecido pelo fabricante, provavelmente desconsiderando o tempo em que permanecem ligados, tampouco a potência na qual esses aparelhos operam.

A última categoria levantada é relativa ao clima, de cujas indagações destacamos. – [FM07] “Pelo fator de que o clima frio nos faz usar o chuveiro com água quente”. Esse relato nos faz perceber que esses alunos consideram que o consumo de energia elétrica do chuveiro é diretamente proporcional à variação de temperatura da água. Na Região Oeste de Santa Catarina, habitada por esses estudantes, segundo informações geográficas obtidas no sitio oficial do governo do Estado de Santa Catarina (2009), o clima é temperado, e no inverno a temperatura, em determinados dias, pode ser inferior 0°C. E se considerarmos que a água, em seu reservatório, esteja próxima à temperatura ambiente, é perceptível que o chuveiro precisa consumir muita energia elétrica, transformando-a em energia térmica, para que o banho seja agradável.

Essa informação provavelmente advém da observação direta desse fenômeno, ou seja, é relativa ao cotidiano do educando, o qual constrói esse conceito durante sua vida, pois as redes de abastecimento de energia elétrica em nossa região são realidade em praticamente 100% das casas. Daí também advém a importância desse trabalho investigativo, pois como sua base está elencada no cotidiano do aluno, concordamos com Freire (1980), quando afirma que para que o

aprendizado do homem se efetive, esse homem precisa tomar consciência do meio em que está inserido.

Outra citação que consideramos relevante é a de que no verão o consumo do freezer e da geladeira são maiores. – [QV19] “No verão, o freezer e a geladeira gastam mais, porque precisam trabalhar mais para conservar os alimentos”. Na Região habitada por esses estudantes a temperatura máxima do verão pode alcançar 38°C (SANTA CATARINA, 2009), temperatura propícia à proliferação de bactérias. Então, novamente pela provável observação direta, o convívio com as tais circunstâncias fazem com que o educando tenha as suas conclusões baseadas em seu cotidiano.

Isso caracteriza o nosso trabalho investigativo como algo viável para realização em sala de aula, pois se trata de assunto que desperta o interesse da comunidade estudantil em função da proximidade com suas vidas diárias. Freire (2007, p. 30) contribui afirmando que a escola tem

o dever de não só respeitar os saberes com que os educandos, sobretudo os das classes populares, chegam a ela saberes socialmente construídos na prática comunitária – mas também [...] discutir com os alunos a razão de ser de alguns desses saberes em relação ao ensino desses conteúdos.

As crianças crescem em meio ao conforto oferecido pelo uso ilimitado da energia elétrica, sem que reflitam apropriadamente sobre isso, por isso consideramos relevante trabalhar a reconstrução do conhecimento relativo aos conceitos envolvidos no cálculo do consumo de energia elétrica nos aparelhos eletroeletrônicos residenciais, assim como o desenvolvimento da consciência ambiental gerada na possível economia de energia elétrica em atitudes simples do dia a dia do educando.

A conexão entre os conteúdos científicos e os conhecimentos prévios dos alunos interfere positivamente no desenvolvimento das ciências como um todo. Nesse sentido,

É preciso despertar nos alunos maior interesse pelas ciências, conectando seus conteúdos próprios à realidade do ambiente em que vivem e, ao mesmo tempo, propiciar as condições para a formação de uma mentalidade conservacionista que não omita a busca de soluções concretas para o progresso e desenvolvimento da sociedade que, nos dias atuais, atravessa um processo de acelerado desenvolvimento científico tecnológico (SAITO et al, 2001. p. 78).

O despertar dessa consciência ambiental relativa à economia de energia elétrica ultrapassa os objetivos dessa pesquisa, porém é algo inerente a esse assunto, oferecendo a oportunidade de que esse despertar seja *produzido* naturalmente nos alunos e em suas famílias.

A terceira questão girou em torno da crença dos alunos na possibilidade de reduzir o consumo de energia elétrica em suas residências. Com a pergunta: *Você acredita ser possível reduzir o consumo de energia elétrica em sua residência?* Quando as respostas foram afirmativas, os educandos indicaram as formas que acreditavam possibilitar essa economia. No caso de respostas negativas, os alunos justificaram seu posicionamento.

A fig. 3 mostra que a maioria dos alunos, setenta e cinco no total, acreditam ser possível diminuir o consumo de energia elétrica em suas residências, e apontaram as mais diversas formas. – [FM01] “Tomando banhos mais curtos, deixando as luzes desligadas nos cômodos da casa onde ninguém se encontra, desligando o computador ou colocando em estado de espera cada vez que sair dele”. – [QM22] “Tomando banhos rápidos, desligando luzes quando não necessário, não abrir a geladeira seguidamente e nem colocar as coisas para secar atrás dela, não usar ferro elétrico seguidamente”. – [QV16] “Ficando menos tempo no chuveiro, deixar poucas luzes ligadas, como diz o ditado, *luz que se apaga, não se paga*”.

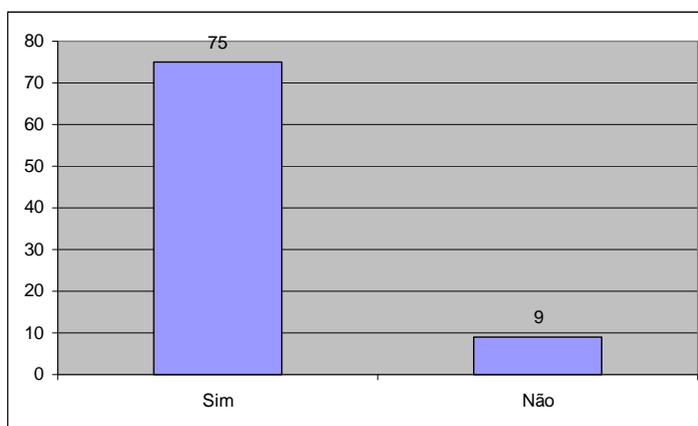


Figura 3: Gráfico da crença dos alunos na possibilidade de reduzir o consumo de energia elétrica em suas residências.

Analisando essas citações, percebemos que a maioria dos alunos relaciona a economia de energia elétrica com o tempo de uso dos aparelhos, o que em parte está correto, pois o consumo de um aparelho eletroeletrônico é diretamente

proporcional ao seu tempo de uso (BONJORNO; CLINTON, 1993). Mas isso se relaciona com o conforto, e aí surge a dúvida, será que estamos dispostos a abrir mão desse conforto em favor da economia de energia elétrica? Logo percebemos que esses educandos conhecem essa possibilidade, porém não afirmaram estarem dispostos ou não a esse *sacrifício*.

Percebemos, ainda, que os alunos pesquisados não apontaram formas de energia alternativas, como, por exemplo, o aquecedor solar de água, que substituam a energia elétrica, indicando que os mesmos não conseguem relacionar o conteúdo da futura análise com os demais conteúdos já abordados na disciplina de Física, durante os Ensinos Fundamental e Médio.

Essa desconexão entre os conceitos anteriormente abordados com os atuais parece ser reflexo da complexidade do sistema educacional. Isso também é perceptível entre as disciplinas de Ciências, que no Ensino Médio se divide nas disciplinas de Química, Física e Biologia. Cada uma dessas disciplinas, baseados em nossa experiência como professores de Física, abordam um conjunto de conteúdos específicos, os quais entre si não apresentam relações perceptíveis aos alunos, provocando a formação de lacunas, as quais, para a maioria dos educandos são intransponíveis. Isso ficou perfeitamente caracterizado por meio desse terceiro questionamento, quando os alunos não oportunizaram a relação com os conteúdos anteriormente estudados.

Essa conclusão também se fortalece pela constatação de que um pequeno grupo de alunos, nove no total, respondeu não considerar a possibilidade de economizar energia elétrica. – [FM14] “Não, são necessidades básicas exercidas por esses aparelhos” – [QV19] “Não, pois são hábitos e consumos que não são supérfluos, e também são necessários para a conservação de alimentos, bem como para suprir as necessidades diárias”. – [QM15] “Não, apesar das mudanças nos eletrodomésticos, para diminuir o consumo, as pessoas estão acostumadas a procurar o maior conforto e luxo. Por isso, penso que não tem como fazer mudança considerável, quanto maior o conforto, maior o consumo”.

Nos depoimentos acima relacionados fica perceptível que os alunos admitem que, para eles, não é justificável abrir mão do conforto gerado pelo uso de aparelhos eletroeletrônicos. Para os mesmos, provavelmente, a praticidade de uso desses aparelhos unida à dificuldade associada à mudança de hábitos dificulta ou apenas

impossibilita ações que visem economia de energia elétrica à custa da simples redução do tempo de uso.

Esses alunos, como frisado anteriormente, sob certo aspecto, parecem ter passado os anos anteriores estudando Ciências sem um significado concreto, pois este estudo não produziu neles modificações culturais perceptíveis, pelo menos no tocante à questão da economia de energia. Para Freire (2007, p.50), “quanto mais cultural é o ser maior a sua infância, sua dependência de cuidados especiais”. Nesse sentido, apoiados nas respostas de alguns alunos, concluímos que os mesmos necessitam de cuidados especiais, ou de formas inovadoras de abordagem dos conteúdos científicos para posterior compreensão.

Ao analisarmos as ementas relativas às Primeira e Segunda Séries do Ensino Médio, das disciplinas de Química, Física e Biologia, é perceptível que o assunto foi abordado em diversas ocasiões, mesmo que indiretamente, mas não houve efeito prático relativo à conservação de energia elétrica doméstica.

Talvez, nessas oportunidades, os professores, quando abordaram assunto referente às energias alternativas, não as tenham relacionado com a substituição das fontes geradoras de energia elétrica. Porém, essas relações entre os conteúdos deveriam ser naturalmente realizadas no ambiente acadêmico, para que tenham significado para os educandos.

Ao final da análise do questionário reconstrutivo, ressaltamos que alguns alunos basearam suas respostas em informações que circulam nos meios de comunicação social. O que se faz presente em depoimentos que transcrevemos. – [FM35] “A geladeira é aberta inúmeras vezes ao dia e segundo o que falam, ela gasta muito mais energia a cada vez que é aberta. Outro fator é quando colocamos comida quente”. – [QV08] “Eu assisti que o secador de cabelos gasta muita energia”. O que comprova a influência educativa do rádio e da televisão na formação de opiniões da população.

Percebemos ainda, uma série de problemas conceituais que merecem destaque. Para tanto, transcrevemos alguns relatos. – [QM19] “A televisão consome bastante eletricidade”. – [QV11] “O chuveiro consome um nível alto de eletricidade”. Nesses casos, o aluno confunde a eletricidade que para Máximo e Alvarenga (2004), é uma característica da matéria, com a energia elétrica que é consumida pelos aparelhos eletroeletrônicos.

Outro problema conceitual se refere à citação: - [FM24] “Se ligarmos um só chuveiro, se percebe uma alta força consumida”. É conhecido que os livros didáticos, a exemplo de Bonjorno e Clinton (1993), conceituam a força como sendo uma interação entre corpos, causando variação em seu estado de movimento ou deformação. Portanto, o chuveiro não consome força e sim energia elétrica.

Noutra ocasião, alguns alunos confundiram o *volt* como sendo unidade de medida de potência. – [QV05] “O chuveiro elétrico é um aparelho que precisa de bastante volts”. – [QM29] “O chuveiro precisa de um número maior de volts”. Sabemos que o volt, baseados em Sampaio e Calçada (2005), é unidade de medida da diferença de potencial, e em nossas residências a maioria dos aparelhos eletroeletrônicos é submetida à mesma tensão elétrica.

A última interpretação equivocada ocorreu na afirmação de um aluno. – [FM12] “Durante o inverno, o chuveiro fica na velocidade máxima para esquentar a água”. Isso caracteriza um completo descompasso entre os conceitos físicos abordados durante o Ensino Médio, pois a velocidade é para Máximo e Alvarenga (2004), um estado de movimento de um corpo, e não é o que produz o aquecimento d'água no chuveiro elétrico. Por outro ângulo, tanto força quanto velocidade estão de certa forma envolvidos em uma concepção mecânica do aquecimento, e constituem os núcleos da demonstração de Joule do equivalente térmico, e podem ser ótimas concepções prévias em um trabalho que parta desse conhecimento na direção de uma concepção mais científica.

Partindo dessa análise, percebemos uma confusão conceitual por parte desses educandos. Pois, os conceitos de força, velocidade, diferença de potencial (volt), entre outros, foram abordados desde o princípio do Ensino Médio, caracterizando que até o momento esses conceitos continuam obscuros para esse grupo de estudantes.

Após o trabalho de investigação em sala de aula acerca de qual é o aparelho eletroeletrônico responsável pelo maior consumo de energia elétrica nas residências dos estudantes, lançamos mão de uma questionário final, objetivando verificar se houve ou não mudanças nas opiniões dos alunos participantes do processo investigativo, e como esta mudança ocorreu.

Para tal, a primeira questão apresentada foi: analisando o resultado de sua investigação, o uso de qual aparelho é responsável pelo maior consumo de energia elétrica em sua residência? Justifique. E os resultados se encontram na fig. 4.

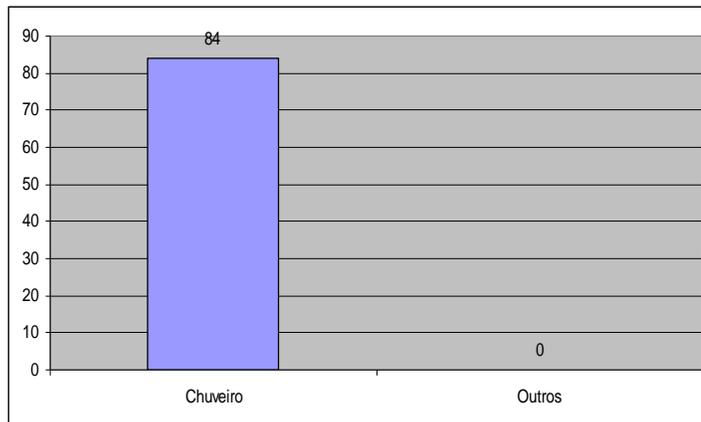


Figura 4: Gráfico das respostas quanto ao aparelho responsável pelo maior consumo de energia elétrica.

Confirmando o esperado, todos os alunos apontaram o chuveiro como sendo o maior consumidor de energia elétrica em suas residências. [FM17] “O chuveiro, pois ele tem grande potência elétrica e fica muito tempo ligado”. – [QV28] “O chuveiro, pela demora nos banhos, com o chuveiro ligado na potência máxima”. – [QM16] “O chuveiro, porque ele é usado todos os dias, por várias pessoas que ficam bastante tempo com ele ligado na potência máxima”.

A indicação do chuveiro como aparelho responsável pelo maior consumo de energia elétrica nas residências dos educandos provoca conflito com as respostas previamente apresentadas. Isso demonstra que, para o grupo de alunos que não acreditavam ser o chuveiro o responsável pelo maior consumo de energia, houve uma mudança de opinião durante o processo de investigação, caracterizando assim, que para esse grupo se concretizou a reconstrução desse conhecimento. Para Freire e Faundez (1985) a reconstrução do conhecimento, é a forma verdadeira para o crescimento intelectual do educando.

O segundo questionamento se deu no sentido de avaliar a opinião dos estudantes sobre o que levam em consideração para determinar qual o aparelho eletroeletrônico origina o maior consumo de energia elétrica em suas residências. Plotamos os resultados na fig. 5. Todas as respostas foram no sentido de que levam em consideração a potência do aparelho associada ao tempo de uso do equipamento. [FM19] “O tempo de uso e sua potência” – [QM13] “O tempo que cada pessoa gasta, a sua potência (watts)” – [QV18] “Levo em consideração o tempo de uso e a potência”. Essas informações coincidem com o conceito abordado por

diferentes livros didáticos, como Bonjorno e Clinton (1993), Máximo e Alvarenga (2004) e Sampaio e Calçada (2005).

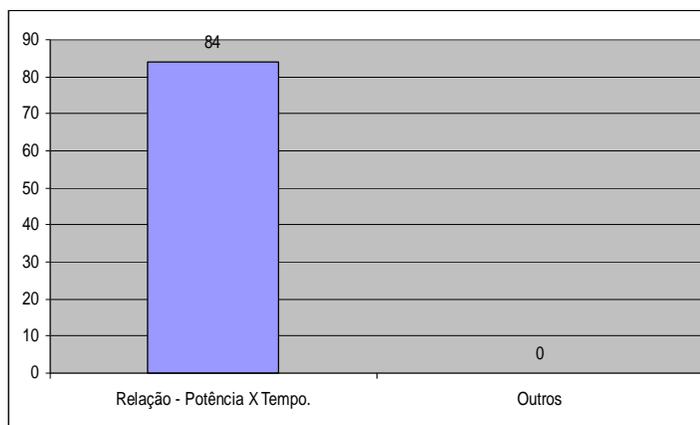


Figura 5: Gráfico das respostas sobre como determinar o consumo de energia elétrica.

A partir dessas respostas constatamos que, agora, esses alunos associam o tempo de uso à potência dos aparelhos ao avaliarem seu consumo de energia, algo que anteriormente não acontecia. Eles demonstraram perceber que nem sempre o aparelho que permanece mais tempo ligado é responsável pelo maior consumo de energia elétrica.

Isso sugere que, para esses alunos, o conceito de consumo de energia elétrica está relativamente claro, e que eles usarão este modelo de cálculo que multiplica a potência do aparelho pelo tempo de uso, permitindo determinar com facilidade o consumo de qualquer aparelho eletroeletrônico futuramente adquirido.

A terceira questão proposta foi a solicitação de uma descrição de uma forma que tornasse possível economizar energia elétrica nas residências dos estudantes. As respostas são apresentadas na fig. 6, na qual podemos observar que mais da metade dos alunos considera que a redução do consumo de energia elétrica em suas residências é uma questão organizacional. [FM27] “Para reduzir os gastos, é só uma questão de organização do uso dos aparelhos”. – [QV13] “Não deixar aparelhos ligados sem necessidade” – [QM08] “Não ficar abrindo e fechando a geladeira”.

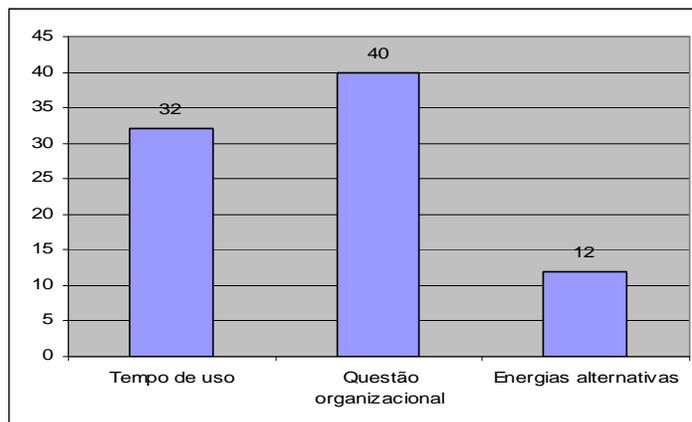


Figura 6: Gráfico das respostas sobre como economizar energia elétrica em sua residência.

Julgamos a manutenção periódica dos eletrodomésticos como sendo uma questão organizacional. [FM18] “Manter os eletrodomésticos em bom estado, pois reduz muito o consumo de energia elétrica”. – [QV25] “Preferir lâmpadas fluorescentes”. É conhecido que os aparelhos desgastados, com falta de manutenção, bem como aparelhos antigos, consomem mais energia elétrica, então, esse grupo de alunos demonstrou possuir uma boa disposição para otimizar o consumo de energia elétrica em suas residências, pois as ações destacadas, como por exemplo a manutenção regular, associada à substituição das lâmpadas de incandescência por lâmpadas fluorescentes, pode significar uma redução considerável no consumo mensal de energia elétrica dessas residências.

Por último, um pequeno grupo de alunos, doze no total, se referiu a energias alternativas como forma de economia de energia elétrica. – [FM22] “O ideal seria usar outros recursos, como energia solar”. – [QM17] “Instalando aquecedor de água solar”. – [QV04] “O aquecedor de água solar é uma boa opção para economizar energia elétrica”. Esses alunos se referiram ao aquecedor solar de água provavelmente por terem, no ano anterior, na disciplina de Física, durante a abordagem de conteúdo relacionado à Termologia, construído em grupos protótipos de aquecedores solares de água.

Partindo dessa análise, e sabendo que o aquecedor solar de água possibilita economizar a energia elétrica utilizada no chuveiro elétrico, esse grupo de alunos relacionou os conceitos abordados durante a investigação do consumo de energia elétrica nos aparelhos eletroeletrônicos residenciais com os conteúdos abordados no ano anterior, durante o estudo da Termologia. Ficou claro que esses alunos constituíram elos entre os conceitos abordados em épocas diferentes de suas vidas

estudiantis. Isso, portanto, sugere que o trabalho de investigação na sala de aula de Física é um método viável para a promoção da reconstrução do conhecimento, pois esse grupo de alunos resgatou conhecimentos prévios acerca de energia e os conectaram com os conhecimentos cientificamente abordados durante nosso processo de investigação. Acerca disso, Freire e Faundez (1985) frisam que “não se deve partir do conceito para entender a realidade, mas sim, partir da realidade para, através do conceito, compreender a realidade” (p. 63). E, como a investigação elencou um questionamento da realidade, compreendemos que houve a reconstrução do conhecimento.

Chama a atenção o fato de que tivemos o cuidado para que nenhum questionamento tivesse direcionado os estudantes para as respostas reconstruídas. Essas opiniões foram espontâneas e extraídas do íntimo de cada um dos educandos, indicando assim que, se mais estudantes fossem envolvidos, certamente teríamos mais manifestações coincidentes.

Baseados nesta análise percebemos que os alunos tomaram consciência dos aparelhos eletroeletrônicos que mais consomem energia elétrica em suas residências, e a partir dessa ruptura passaram a planejar formas de economizar energia.

Além das respostas aos questionários propostos, encontramos alguns comentários acerca do tema que envolve a economia de energia elétrica, sobre os quais julgamos pertinente a referência, devido aos seus significados frente aos objetivos da pesquisa.

[FM11] Na minha opinião é muito importante economizarmos energia elétrica, pois além de economizar financeiramente, pode-se ter um resultado gratificante em relação a você mesmo e também no cuidado com o meio ambiente. Fica na consciência de cada um, cabe a cada um fazer o que pensa ser melhor.

[QM24] Todos sabemos que a maior parte da energia elétrica utilizada no Brasil é através de usinas hidrelétricas. Mas com toda a poluição e problemas com a água e o meio ambiente, é necessário que se economize ao máximo antes que uma crise grave aconteça. Eu acredito que se nenhuma atitude for tomada por nossos governantes em achar uma solução, e se ninguém se conscientizar, pode detonar um grave problema.

[QV35] O planeta Terra tem recursos energéticos, mas esses recursos não são infinitos. Se uma pessoa economizar energia não parece muito significativa. Mas se devemos pensar que realmente faz diferença se cada um fazer sua parte economizando energia e assim, muitos economizando vai realmente fazer diferença, prolongando o tempo em que os recursos energéticos em nosso planeta existirão.

Embora essas citações tenham sido explicitadas por apenas alguns estudantes, salientamos o fato de serem expressões espontâneas, não diretamente produzidas pelas questões colocadas. A partir delas, percebemos o quanto a contextualização dos conceitos científicos pode gerar significação aos alunos. O que concorda com Marques e Oliveira (2005) “que toda e qualquer situação de aprendizagem com a qual o indivíduo se defronta na escola decorre sempre de fatos anteriormente vividos” (p. 7).

Essa relação entre a investigação do consumo de energia elétrica pelos aparelhos eletroeletrônicos residenciais com o dia a dia dos educandos parece ter despertado, em alguns deles, uma correlação com assuntos atualmente discutidos pela mídia, a qual veicula constantemente a necessidade do desenvolvimento de uma consciência humana não consumista.

Presumimos assim, que essa nova relação entre os conteúdos abordados durante a investigação dos conceitos físicos em sala de aula se deu de forma natural e independente, sem a indução provocada por questionamentos previamente estabelecidos. Então, compreendemos que esse grupo de alunos elaborou seu próprio conhecimento, ou então o reconstruiu a partir do que já conheciam, e por meio dos conhecimentos científicos tiveram elaborações próprias, o que para Demo (2005), se confunde com o próprio conhecimento.

Por fim, os alunos foram convidados a produzirem um texto baseados em suas opiniões acerca do processo de investigação, cujas questões norteadoras foram as seguintes: Como você avalia o processo de desenvolvimento da investigação sobre o consumo de energia elétrica nos aparelhos domésticos? Faça uma comparação entre este método de abordagem conceitual no qual há participação ativa do aluno, com o tradicional, no qual o professor faz a explanação dos conteúdos.

Os resultados encontrados nesses textos confirmam as proposições de Ponte e Brocardo (2006) sobre a viabilidade da investigação em sala de aula de Física como forma de abordagem conceitual capaz de promover a reconstrução de conhecimentos no nível médio de ensino. Dentre os diversos depoimentos, destacamos alguns que em nossa análise são mais representativos do pensamento geral.

[FM03] “Foi ótimo e muito interessante, as aulas de Física, porque aprendemos como calcular o consumo de energia elétrica nos aparelhos de casa.

Conseguimos entender o conteúdo de uma maneira diferente, nós participamos da aula”. Nessa citação, o aluno deixa clara sua satisfação, e aborda um tema relevante, que é a participação dos alunos no processo de aprendizagem. Para esse educando, a sua efetiva participação no processo educativo gera uma satisfação que nem sempre é possível identificar em outras disciplinas ou situações mais tradicionais de aprendizagem.

[QM12] “Um exemplo de aula prática é a investigação do consumo de energia elétrica que foi muito bom para saber quanta energia gastamos com cada aparelho e também para tentar diminuir o consumo de energia”. Essa citação indica que esse grupo de alunos se refere à investigação do consumo de energia elétrica nos aparelhos eletroeletrônicos residenciais como sendo aulas práticas.

[QV33] As aulas de Física estão sendo muito produtivas e interessantes, pois dessa forma podemos aprender mais, e é na prática que tudo se torna mais fácil e interessante.

[QM06] Os trabalhos feitos foram bem legais e com certeza aprendi como calcular o consumo de energia elétrica dos aparelhos elétricos, bem como, a quantidade de energia que podemos economizar, é significante, tendo menos gastos econômicos e sociais, diminuindo a poluição.

Esse educando citou a atividade investigativa como sendo uma atividade prática que desperta o interesse da comunidade estudantil, bem como produz significado ao grupo envolvido no processo. Observamos ainda uma referência à função social da economia de energia elétrica, indicando que a investigação despertou uma consciência ambiental relacionada ao tema.

[FM18] “As aulas de Física estão boas, interessantes, **aulas práticas** são melhores **para gravar o conteúdo** que é utilizado em nosso dia a dia” (grifo do aluno). Novamente, observamos a referência à investigação em sala de aula como sendo aula prática. Porém, vale ressaltar que esse aluno se refere à aprendizagem com a expressão *gravar o conteúdo* que se relaciona com o seu cotidiano. Isso sugere que para este estudante ainda é forte a identificação da aprendizagem com a memorização de informações trazidas pelo professor, embora a investigação realizada tenha pouca relação com esta metodologia mais tradicional. Percebemos, também, a relevância da relação dos conteúdos científicos com os conhecimentos prévios dos alunos, principalmente sendo a energia elétrica, como vimos, parte de toda a vida dos jovens estudantes de nossa região.

[QV13] As aulas práticas em si, desenvolvem o aprendizado do aluno muito superior as de teoria. Faz com que o aluno, interaja na aula

participando, dando idéias, pondo em prática o conhecimento que adquiriu sobre o conteúdo.

A teoria não deixa de ser um método de ensino fundamental para o aprendizado do aluno, mas muitas vezes faz com que o aluno não preste atenção no conteúdo, pois se torna cansativo. **Já na prática, o aluno interage, participa de forma espontânea, despertando a curiosidade.** (grifo do autor).

Essa citação realiza a comparação entre a abordagem teórica dos conteúdos científicos com o conhecimento prático, mostrando a vantagem da prática ser incluída como um elemento coadjuvante em relação à teoria, novamente, pelo fato da aproximação com o cotidiano. O que mais nos chama a atenção é o despertar da curiosidade que esse aluno relata, pois o ser humano curioso, segundo Freire e Faundez (1985), é capaz de questionar seu meio e inferir fatos sobre ele.

[QM16] As aulas práticas são melhores, pois o aluno entende melhor, presta mais atenção, se dedica mais, pois muitas vezes **a aula teórica é meia confusa, deixando o aluno sem entender. E a aula prática mostra que o assunto tratado na aula está muito ligado com o cotidiano.**

A diferença entre os dois métodos é que na aula prática o aluno **mesmo responde suas dúvidas**, o entendimento é muito melhor.

Na aula teórica pode haver muita distorção entre o que o professor explica e o que o aluno entende. (grifo meu).

Esse aluno continua a comparação entre a teoria e a prática e ressalta a possível confusão que ocorre durante as aulas teóricas, quando nem sempre o educando entende o que o professor quer dizer, durante uma explicação. Em certas ocasiões o professor usa apenas o livro didático para referenciar conceitos científicos e, certamente, diversos exemplos ou exercícios de fixação do livro estão relacionadas ao cotidiano do autor e não se aproximam da realidade dos alunos. Essas abordagens conceituais, segundo o nosso aluno, são desprovidas de significado, enquanto que para Freire e Faundez (1985), as aulas relacionadas ao seu cotidiano esclarecem muitas dúvidas. Em outras palavras, na aproximação ao cotidiano ocorre um crescimento intelectual que é a própria aprendizagem.

[FM17] As aulas práticas despertam um papel importante na formação dos alunos, pois despertam o interesse em conhecimentos gerais, não só na matéria específica. Desperta também alunos que nunca tiveram vontade de aprender coisas novas.

Com o método tradicional não há bom desempenho do aluno em sala de aula, as aulas se tornam cansativas e desinteressantes. Já as aulas práticas proporcionam interesse, conhecimento e participação geral dos alunos.

Este aluno enfatiza o despertar de interesse como peça fundamental à aprendizagem, e esse interesse só seria possível por meio das aulas práticas, pois as aulas teóricas, além de cansativas, não instam este aluno a participar. Dessa forma, compreendemos que para que tenhamos aulas de Física participativas precisamos incrementar nossas aulas, tornando-as práticas e interessantes.

[QV33] As aulas práticas são mais interessantes, pois nós entendemos melhor a matéria, resolvendo problemas do dia a dia, e também porque os alunos se influenciam mais no conteúdo, deixando-as mais interessantes.

Sendo assim, as aulas práticas tornam-se mais interessantes para os alunos, eles têm uma melhor aprendizagem do que nas aulas teóricas, pois assim eles prestam mais atenção e praticam aquilo que aprendem, não ficando só no papel.

Novamente, o aluno citado enfatiza seu interesse pelas aulas práticas, mas muito além disso, diz que aprende mais resolvendo problemas relacionados com seu dia a dia. Segundo esse estudante, a turma presta mais atenção nas aulas práticas do que nas aulas teóricas, em função de aplicarem no cotidiano os conteúdos abordados em sala de aula.

[QM34] Prefiro aulas práticas, pois ali desenvolvemos atividades em que nós alunos participamos e aprendemos cada vez mais, diferente das aulas teóricas, que lemos e respondemos questionários, mas já esquecemos.

Como exemplo foram as aulas de Física sobre o consumo de energia elétrica, em que fizemos cálculos, descobrindo os watts dos aparelhos elétricos e chegamos ao resultado da conta de luz.

Então, as aulas práticas são melhores, pois matam nossas curiosidades onde buscamos novos conhecimentos.

[FM09] Eu prefiro aulas práticas porque nas aulas teóricas você só fica lendo e não aprende muito, pois o que você lê hoje, amanhã já esqueceu, e nas aulas práticas, você pratica, busca o conhecimento, enquanto nas teóricas, se detém só no que tem no livro.

Por isso, quando é praticado não é esquecido, sendo mais interessante, onde o aluno se esforça e aprende mais.

Esses alunos se referem às aulas teóricas como uma perda de tempo, ao insistir que durante essas aulas os conteúdos são estudados, mas não compreendidos, pois a abordagem é verbal, com posterior resolução mecânica de exercícios sem significado, que de certa forma são esquecidos com alegria ou, ao menos, sem remorso algum, por não vislumbrarem aplicabilidade prática futura, enquanto que as aulas práticas geram e satisfazem as curiosidades dos alunos.

[QV06] O desenvolvimento das aulas práticas foi bem propício ao meu aprendizado quanto ao consumo de energia elétrica. Na minha opinião aulas práticas ajudam muito mais que as teóricas.

No tempo gasto com leituras e explicações, a prática se torna bem mais conveniente, além de aprender e descobrir as coisas, não esquecemos do que aprendemos.

A discussão entre as aulas práticas e as aulas teóricas continua na citação desse estudante. Para ele, o aprendizado aconteceu em relação ao consumo de energia elétrica em sua residência, e o conhecimento construído durante o processo de investigação jamais será esquecido, provavelmente, segundo Freire (2007), por produzir significado para sua vida, em função de ter descoberto de forma independente como desenvolver o cálculo envolvido nesse estudo.

[FM08] Eu prefiro aula prática, pois conseguimos nos lembrar mais dos conteúdos praticando eles. Além de ser algo diferente, a aula prática é mais construtiva e estimula mais os alunos a permanecerem na escola.

Com a aula teórica a concentração é pouca, mesmo sendo produtivas, fazendo render mais os conteúdos, as aulas teóricas se tornam monótonas, não estimulando muito os alunos.

É conhecido que para que ocorra a aprendizagem, a concentração dos alunos é fundamental, e segundo o depoimento acima as aulas práticas são mais propícias ao envolvimento pessoal do estudante. Além disso, o aluno se refere à aula prática como uma ação construtiva, o que provavelmente significa que a investigação na sala de aula lhe proporcionou a construção ou a reconstrução do seu próprio conhecimento.

Temos ainda, as anotações do diário de classe do pesquisador. No primeiro momento, o pesquisador apresentou o trabalho de investigação, com distribuição do questionário reconstrutivo, o qual inicialmente gerou alguma apreensão por parte dos alunos, em função de imaginarem que por se tratarem de questões, a tarefa valeria nota. Esclarecidas as dúvidas acerca do questionário prévio, um aluno de uma das turmas se manifestou em voz alta, afirmando que é o chuveiro quem consumiria mais energia elétrica. Nesse momento o pesquisador reafirmou que cada um deveria relatar sua opinião pessoal.

Essa manifestação individual provavelmente influenciou outros alunos a responderem uma das questões iniciais no mesmo sentido. Porém, o que ficou perceptível foi o fato de as questões provocarem certa curiosidade acerca do tema pesquisado. Segundo Freire (2007, p. 31), a curiosidade ingênua está associada ao senso comum, e é a mesma curiosidade que, se criticizada, se aproxima “de forma cada vez mais metodicamente rigorosa do objeto cognoscível, e se torna curiosidade

epistemológica”. Então, a curiosidade é algo como uma inquietação questionadora, com certa inclinação para o desenvolvimento de algo, como a procura de esclarecimentos. Ainda para o autor, a criatividade é fruto da curiosidade que nos move e nos coloca impacientes frente ao mundo acabado, ao qual temos a possibilidade de acrescentar algo que fizemos.

Durante o processo de investigação abordamos o tema curto-circuito, com explicação do procedimento acerca da instalação elétrica residencial e os riscos que ela oferece. Abordamos ainda o conceito de energia consumida, por meio da equação “ $E_c = P \times \Delta t$ ” extraída de Máximo e Alvarenga (2004), com simulação do consumo de um chuveiro ligado 15 minutos diários, durante 30 dias. Este cálculo, contabilizado ao longo de um mês, causou espanto frente ao montante do consumo resultante desse cálculo. O pesquisador solicitou, então, que os alunos consultassem os aparelhos eletroeletrônicos em suas residências, para posterior utilização em sala de aula.

O professor foi questionado acerca de como proceder para efetuar a leitura da potência nos aparelhos eletroeletrônicos em suas residências. Apesar de o pesquisador esclarecer como a leitura da potência deveria ser efetuada, percebemos grande dificuldade por parte de alguns alunos em efetuar a leitura da potência nos aparelhos eletroeletrônicos de suas residências. É conhecido que os aparelhos eletroeletrônicos trazem inscrições com diversas informações, uma das quais é a sua potência nominal. Nesse caso, fica claro que esses alunos desconhecem aspectos importantes dos aparelhos eletroeletrônicos de suas residências, embora saibam como usá-los. Seus conhecimentos parecem limitados ao uso dos equipamentos, pois há mais de uma década todos os aparelhos eletrodomésticos trazem compulsoriamente, por lei específica relacionada aos direitos do consumidor, uma inscrição da tensão, da corrente e da potência de operação, tanto no corpo do próprio aparelho quanto na documentação que o acompanha. Então, como esses alunos demonstraram dificuldade para essa leitura, percebemos que, por decorrência, ignoram o sistema de funcionamento e os manuais de operação dos referidos aparelhos.

Outro ponto perceptível foi a dificuldade na compreensão do motivo pelo qual o resultado da multiplicação da potência pelo tempo deve ser dividido por 1000. Ou seja, $k = 1000$. Pois a energia elétrica é medida em kWh. Pareceu-nos daí que esse grupo de alunos parece ter esquecido os prefixos do SI (Sistema Internacional de

Unidades), que formam os múltiplos e submúltiplos decimais das grandezas. Essa linguagem física é apresentada nos livros didáticos de Física como, por exemplo, o livro dos autores Sampaio e Calçada, que o abordam logo no início do texto, como matéria da primeira série do Ensino Médio.

Mas, no decorrer do processo de investigação, um aluno relatou verbalmente ao pesquisador que a matéria de Física desse ano é *show de bola*, que para ele o *tempo passa muito rápido* e ele se sente motivado a fazer os exercícios em casa, algo que normalmente não acontece. Isso indica que aprender Física pode ser uma atividade prazerosa e, conseqüentemente, o resgate do conhecimento, a significação e a reconstrução podem fazer parte integrante do ensino escolar desta ciência.

Outro ponto que chamou a atenção do pesquisador, quando alguns alunos iniciaram a apresentação dos cálculos já prontos, foi que seu resultado final se mostrou bastante próximo ao da tarifa mensal de sua residência. Isso demonstra a precisão que esse cálculo oferece, bem como retrata a seriedade com que os alunos *encararam* o desenvolvimento da atividade investigativa. Foi ainda visível o espanto de alguns alunos frente à diferença de consumo de energia elétrica do chuveiro em relação a outros aparelhos, como a televisão.

Alguns alunos se mostraram preocupados com o questionário final, pois no questionário inicial haviam afirmado que em sua casa quem o responsável pelo maior consumo de energia elétrica eram aparelhos como a TV, o computador, freezer e outros, e com a conclusão do trabalho verificaram ser o chuveiro o grande consumidor de energia elétrica em suas residências. Porém, isso já era esperado, e esses alunos reconstruíram conhecimentos que outrora eram baseados no senso comum, e agora se aproximaram do conhecimento cientificamente aceito.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo, realizado em turmas do Ensino Médio de Escolas Públicas de Santa Catarina, teve como objetivo compreender como ocorre a reconstrução do conhecimento dos alunos por meio de atividade de investigação sobre o consumo de energia elétrica dos aparelhos eletroeletrônicos residenciais. Para tanto, lançamos mão de um questionamento, incitando os alunos a investigar qual o aparelho eletroeletrônico era responsável pelo maior consumo de energia elétrica em suas residências.

Conforme discutimos no corpo desse trabalho, a investigação em sala de aula parte sempre de uma dúvida, um questionamento, o que para Freire e Faundez (1985) caracteriza o educar pela pergunta, pois, segundo estes teóricos, a educação é sempre a resposta a algum questionamento. Não é possível alcançarmos respostas sem antes passar pelas perguntas.

Outra consideração é que o questionamento inicial desperta a curiosidade dos alunos em torno do tema, principalmente se o assunto diz respeito ao seu cotidiano. E, no caso de nossa investigação, o consumo de energia elétrica é algo relevante, pois faz parte do dia a dia dos alunos, envolvendo até questões financeiras e culturais. Considerando que nossos alunos crescem num meio onde os aparelhos eletroeletrônicos pertencem à realidade cotidiana para todas as famílias, seu uso passa a ser uma questão cultural.

Alonso e Manassero Mas (2007) enfatizam a importância de considerar o que os alunos já conhecem. Para os autores, os estudantes adquirem fora da escola uma cultura informal, baseada em experiências relevantes para o indivíduo, enquanto a escola promove uma cultura pública, sistemática e relevante para a sociedade. E a função da escola é integrar ambas as culturas, a formal e a informal, para todos os estudantes, de modo que essa integração seja significativa para os alunos e relevante para a sociedade. Isso promoverá o desenvolvimento de aprendizagens socialmente relevantes. Então, uma educação de valor deverá basear-se nas experiências informais dos alunos, que ocorrem prévia e paralelamente às aprendizagens escolares.

Ao analisarmos as respostas do questionamento inicial, verificamos grande discrepância entre as respostas indicativas acerca de qual aparelho seria responsável pelo maior consumo de energia elétrica. O aparelho que apareceu com

maior frequência foi o chuveiro elétrico, seguido com menor incidência pelo freezer ou geladeira, o computador, entre outros. Porém, quando perguntados acerca de quais os parâmetros utilizados para as tais conclusões, os alunos demonstraram associá-las às observações do cotidiano, predominando o tempo de uso como principal fator que influencia o consumo.

Assim sendo, reforçamos a idéia de que a maioria desses alunos desconheciam os conceitos físicos envolvidos no cálculo do consumo de energia elétrica ou a sua aplicabilidade, pois o tempo de uso é apenas uma das variáveis desse cálculo. Verificamos ainda alguns problemas conceituais, quando alguns alunos alegaram basear-se em conceitos científicos outrora abordados durante as aulas de Ciências no Ensino Fundamental, bem como na Física do Ensino Médio. Conceitos esses aplicados aos cálculos de movimento e não ao consumo de energia elétrica. Outro engano conceitual ocorreu entre as unidades de medida, como aconteceu, por exemplo, com o aluno alegando que chuveiro consumiria volts ao invés de energia elétrica. Esse engano conceitual se deveu provavelmente aos conteúdos anteriormente abordados não terem produzido o significado necessário ao aprendizado.

Durante o processo de investigação, percebemos um grande empenho por parte dos alunos em desenvolver os trabalhos, isso provavelmente esteve associado ao fato de o assunto ser relevante e tratar do cotidiano de cada um deles.

Então ficou claro que é função do professor proporcionar aulas dinâmicas, relacionadas ao contexto dos educandos, para que os mesmos sintam motivação frente aos conceitos científicos, muitas vezes abstratos, apresentados nos livros didáticos de nossas escolas públicas.

Após o término da investigação, um questionário final nos proporcionou a compreensão de que houve a reconstrução do conhecimento dos alunos por meio da mudança de opinião acerca de qual o aparelho é responsável pelo maior consumo de energia elétrica em suas residências. A reconstrução do conhecimento também ficou caracterizada no momento em que os alunos responderam que a forma de calcular o consumo de energia elétrica é a multiplicação da potência do aparelho pelo tempo de uso. Aí confirmamos que esses alunos reconstruíram o conhecimento que outrora era empírico para o cientificamente aceito.

Verificamos ainda que esse grupo de alunos apresentou boa predisposição para a economia de energia elétrica. Embora essa questão fuja dos objetivos desse

trabalho, se torna relevante ressaltar que os educandos envolvidos na investigação agora conhecem formas para a otimização do próprio consumo de energia elétrica, o que é um conhecimento socialmente relevante e útil fora dos muros escolares.

Outro aspecto que chamou nossa atenção é que alguns alunos resgataram conhecimentos abordados em outras épocas, e os associaram ao assunto investigado. Um exemplo disso foi a indicação de energias alternativas que substituem a energia elétrica, como a energia solar, por meio do aquecedor solar de água, que substitui com vantagens o chuveiro elétrico, o qual foi apontado como grande consumidor de energia elétrica.

Isso nos remete à importância da contextualização na produção de significados dos conteúdos abordados, Marques e Oliveira (2005, p. 7) colocam “que toda e qualquer situação de aprendizagem com a qual o indivíduo se defronta na escola decorre sempre de fatos anteriormente vividos”. No caso, o consumo de energia elétrica faz parte da vida diária de cada um dos estudantes.

A viabilidade do processo de investigação do consumo de energia elétrica ficou evidenciada nos textos que os alunos foram convidados a escrever. Esses alunos enfatizaram que essa forma de abordagem conceitual é propícia à aprendizagem em função de despertar o interesse pelo assunto abordado. Segundo alguns alunos, o fato de eles participarem ativamente do processo de aprendizagem gerou satisfação. Outra descoberta que consideramos relevante é a de os alunos preferirem as aulas práticas nas quais são desenvolvidas atividades participativas, o que contribui para a aprendizagem, diferentemente das aulas teóricas, que segundo os educandos apenas promovem a leitura e resolução de questionários, que logo em seguida são esquecidos.

Concluímos assim que a reconstrução do conhecimento dos alunos por meio do processo de investigação ocorreu em um processo de aproximação dos conceitos científicos ao cotidiano. Essa relação com o cotidiano gerou uma *rede* de conexões entre o conhecimento empírico e o científico, produzindo significado aos conteúdos abordados em sala de aula. A relevância do trabalho de investigação também foi caracterizada pela participação efetiva do professor pesquisador durante o processo.

Enfatizamos inicialmente a observação atenta do pesquisador aos fatos interessantes que ocorreram durante a investigação, os quais foram anotados no diário de classe, são pequenos detalhes que em uma aula tradicional passariam

despercebidos aos olhos do professor, mas pela sua relevância podem ser proveitosos, favorecendo o enriquecimento da aula. A valorização das opiniões e das atitudes dos educandos se mostrou de fundamental importância para os alunos considerarem mais seriamente o trabalho proposto.

Percebemos que a investigação do consumo de energia elétrica dos aparelhos residenciais provocou nos alunos e no professor o despertar da consciência ambiental em favor do uso racional da energia elétrica. Salientamos que esse trabalho nos envolveu de forma construtiva, provocando sentimentos e atitudes que outrora não existiam. Enfatizamos o fato de atualmente, toda a vez que desocupamos um cômodo da casa, bem como uma sala de aula, desligamos as lâmpadas e todos os aparelhos que se encontram ligados. Isso ocorre pelo fato de nos recordarmos das sugestões dos alunos frente à possibilidade de economia de energia elétrica, quando citam o desligamento dos aparelhos em desuso.

Outro aspecto que consideramos relevante é a visualização da matéria de Física poder ser trabalhada de forma agradável e, principalmente, proveitosa para o grupo escolar, de maneira que professor e alunos se sintam atraídos pelas aulas, e que essas provoquem a satisfação da companhia, e todos cresçam intelectualmente.

REFERÊNCIAS

ALONSO, Angel Vazquez; MANASSERO MAS, Maria Antonia. **Lãs actividades extraescolares relacionadas com La ciencia y la tecnología**. In: Redie. Revista Electrónica de Investigación Educativa. v..9. n.. 1. 2007. Disponível em: <http://redie.uabc.mx/contenido/vol9no1/contenido-vazquez3.pdf>. Acesso em 14 jan. 2010.

BAQUERO, Ricardo. **Vygotsky: aprendizagem escolar**. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 1998. 167p.

BONJORNO, Regina Azenha; BONJORNO, José Roberto; CLINTON, Marcico Ramos. **Física Fundamental**. São Paulo, SP: FTD. 1993. 496 p.

BORIN, Maisa Augusta. **As representações da escrita do professor de português do ensino fundamental**. 2004. 179p. Dissertação de mestrado, UFSM-PPGL, Santa Maria, RS. 2004.

CAPRA, Fritjof. **Sabedoria incomum**. São Paulo, SP: Cultrix, 1995.

COSTA, Sayonara Salvador Cabral; MOREIRA, Marco Antonio. A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem. In: **Caderno Catarinense do Ensino de Física**. Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 278-297, dez. 2001.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Transdisciplinaridade**. São Paulo: Palas Athena, 2001.174p.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. In: **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 99-120, jan./abr. 2005.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. Campinas, SP: Autores Associados. 2005. 130p.

_____. **Professor do futuro e reconstrução do conhecimento**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004. 111p.

ECCO, Idanir, **A prática educativa escolar problematizadora e contextualizada: uma vivência na disciplina de história**. Erechim, RS: FAPES, 2005.

EINSTEIN, Albert; INFELD, Leopold. **A evolução da Física**. Rio de Janeiro: Zahar, 1980.

FREIRE, Paulo; FAUNDEZ, Antonio. **Por uma pedagogia da pergunta**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985. 158p.

FREIRE, Paulo; SHOR, Ira. **Medo e ousadia**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2006. 224p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 2007. 148p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 8.ed. Rio de Janeiro, RJ: Paz e Terra. 1980. 18 p.

GOES, Maria Cecília Rafael; SMOLKA, Ana Maria Bustamante. **A significação nos espaços educacionais: interação social e subjetiva**. Campinas, SP: Papirus, 1987. 179p.

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. Sinopses estatísticas da educação básica. Brasil, 2008. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/basica/levantamentos/default2.asp>>. Acesso em: 18 nov. 2008.

JODELET, Denise. Representações sociais: um domínio em expansão. In: (org.). **As representações sociais**. Rio de Janeiro: UERJ, 2001. p. 17-44. Tradução: Lílian Ulup.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1975. 262p.

LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Porto Alegre, RS: UFMG, 1999.

MÁXIMO, Antonio; ALVARENGA, Beatriz. **Física: de olho no mundo do trabalho**. São Paulo, SP: Scipione. 2004. 416 p.

MARQUES, Luciana Pacheco; OLIVEIRA, Sâmya Petrina Pessoa de. **Paulo Freire e Vygotsky: reflexões sobre a educação**. In: V colóquio Internacional Paulo Freire.

Recife, Set. 2005. Disponível em: http://www.paulofreire.org.br/pdf/comunicacoes_orais/PAULO%20FREIRE%20E%20VYGOTSKY-%20REFLEXÕES%20SOBRE%20A%20EDUCAÇÃO.pdf. Acesso em : 27 dez. 2009.

MATURANA, Humberto. **A ontologia da realidade**. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2002. 355p.

MORAES, Maria Cândida. **Educar na biologia do amor e da solidariedade**. Petrópolis, SP: Vozes, 2003. 293p.

MORAES, Maria Cândida. **Novas tendências para o uso das tecnologias da informação na educação**. Brasília, DF. fev/1998. Disponível em: <http://edutec.net/textos/Alia/MISC/edmcad2.htm>. Acesso em : 12 maio 2008.

MORAES, Maria Cândida. **O paradigma educacional emergente**. Campinas, SP: Papyrus, 2004.

MORAES, Roque. **Da noite ao dia**: tomada de consciência de pressupostos assumidos dentro das pesquisas sociais. 2006. Texto digitado.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2007. 224p.

MOREIRA, Antonio Flávio; SILVA, Tomaz Tadeu. **Currículo, cultura e sociedade**. São Paulo: CORTEZ, 1995. 154p.

OLIVEIRA, Marta Kohl. **Vygotsky**: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 1995. 111p.

PAIS, Luiz Carlos. **Didática da matemática; uma análise da influência francesa**. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2002. 128p.

Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) – PCNs. Brasil, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2008.

PELLIZZARI, Adriana ;Et al. **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel**. In: Revista PEC. Curitiba, PR v. 2, n.1, p. 37-42. jul. 2001 – Jul. 2002. Disponível em:

http://www.bomjesus.com.br/publicacoes/pdf/revista_PEC/teoria_da_aprendizagem.pdf. Acesso em: 20 dez. 2009.

PONTE, João Pedro. **A investigação em didática da matemática pode ser (mais) relevante?** In: J. P. Ponte & L. Serrazina. Lisboa: SPCE – Secção de educação matemática. Actas da escola de verão em educação matemática. 1999. p. 327-336

PONTE, João Pedro; BROCARD, Joana; OLIVEIRA, Helio. **Investigações matemáticas em sala de aula**. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2006. 152p.

REGO, Tereza Cristina. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis, RJ: Vozes. 1997. 138p.

ROCHA FILHO, J. B.; BASSO, N. R. S.; BORGES, R. M. R. **Transdisciplinaridade: a natureza íntima da educação científica**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

ROCHA FILHO, João Bernardes da. **Física e Psicologia**. Porto Alegre, RS: EDIPUCRS, 2004.

SAITO, Carlos Hiroo; Et al. Educação ambiental e investigação-ação educacional em defesa da Cachoeira do Morumbi, Planaltina-DF. In: MION, R. A.; SAITO, C. H. (Org.). **Investigação-ação: Mudando o trabalho de formar professores**. Ponta Grossa, PR: Gráfica Planeta Ltda, 2001. p. 74-84.

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. **Física: volume único**. São Paulo: Atual, 2005. 472 p.

SANTA CATARINA. **Geografia**. Disponível em: <http://www.sc.gov.br/conteudo/santacatarina/geografia/paginas/mapas.htm>. Acesso em: 26 dez. 2009.

SANTOS, Akiko. **Princípios Orientadores para Reencantar a Educação**. In: I EBEC. Curitiba, PR, 11 a 13 de julho de 2005.

SPIRBER, Dan. O estudo antropológico das representações: problemas e perspectivas. In: JODELET, D. (org.). **As representações sociais**. Rio de Janeiro: UERJ, 2001. p. 90-103. Tradução: Lílian Ulup.

VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R. **A história do comportamento: o macaco, o primitivo e a criança**. Porto Alegre, RS: Artes Médicas. 1996. 252p.

VYGOTSKY, L. S. **O desenvolvimento psicológico na criança**. São Paulo: Martins Fontes. 1998. 326p.

ZANON, Dulcimeire Ap Volante; FREITAS, Denise. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem sua aprendizagem. **Ciência & Cognição**, v. 10, p. 93-103, 2007. Disponível em: <http://www.cienciaecognicao.org/>. Acesso em: 27 set. 2008.

APÊNDICES

APENDICE A - ROTEIRO DE ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Atividade	Nº de aulas
Distribuição do questionário inicial	01
Explicação e aplicação do conceito $E_c = P \times \Delta t$	01
Cálculo da Energia Consumida	02
Apresentação e discussão dos resultados	02
Aplicação do questionário final	01
Produção Textual	01

- Questionário inicial – foi distribuído o questionário intuindo analisar os conhecimentos prévios dos alunos, efetuamos também a exposição dos objetivos da pesquisa.
- Explicação e aplicação do conceito $E_c = P \times \Delta t$ – efetuamos a explicação da fórmula com posterior simulação de cálculo de consumo de energia elétrica de alguns aparelhos eletroeletrônicos. Explicamos também a forma de leitura da potência dos aparelhos.
- Estabelecemos o prazo de quinze dias para que os alunos estimem o tempo de uso de cada aparelho eletroeletrônico em sua residência, bem como a potência nominal relativa de cada aparelho.
- Cálculo da energia consumida – sob a supervisão do professor, os alunos realizaram individualmente os cálculos relativos ao consumo de energia elétrica de cada aparelho eletroeletrônico de sua residência.
- Apresentação e discussão dos resultados – por ordem de chamada efetuamos a apresentação e discussão dos resultados encontrados no final dos cálculos.
- Aplicação do questionário final – objetivamos, por meio do questionário final, verificar se houve a reconstrução do conhecimento dos alunos.
- Produção textual – convidamos os alunos a produzirem um texto individual no qual foram expressadas as opiniões acerca da investigação do consumo de energia elétrica, bem como acerca da significação dos conceitos científicos envolvidos no processo.