



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E CIENTÍFICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICAS -**

**RICARDO HAROLDO DE CARVALHO**

**ABORDAGEM CTS POR MEIO DE TEMA: CONSUMO DOMÉSTICO DE ENERGIA  
ELÉTRICA**

**BELÉM - PARÁ  
2014**

**RICARDO HAROLDO DE CARVALHO**

**ABORDAGEM CTS POR MEIO DE TEMA: CONSUMO DOMÉSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ensino de Ciências e Matemáticas – PPGECEM, do Instituto de Educação em Matemática e Científica – IEMCI, da Universidade Federal do Pará - UFPA, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida.

**Área de concentração:** Educação em Ciências.

BELÉM - PARÁ  
2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFPA

---

Carvalho, Ricardo Haroldo de, 1972-  
Abordagem CTS por meio de tema: consumo doméstico de  
energia elétrica / Ricardo Haroldo de Carvalho. - 2014.  
Orientadora: Profa. Dra. Ana Cristina  
Pimentel Carneiro de Almeida.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade  
Federal do Pará, Instituto de Educação  
Matemática e Científica, Programa de  
Pós-Graduação em Educação em Ciências e  
Matemáticas, Belém, 2014.  
1. Ciência - estudo e ensino. 2. Ciência e  
tecnologia. 3. Sociedade. 4. Energia elétrica -  
consumo. 5. Educação em ciências. I. Título.

CDD 22. ed. 507.

---

**RICARDO HAROLDO DE CARVALHO**

**A ABORDAGEM CTS POR MEIO DE TEMA O CONSUMO DE ENERGIA  
ELÉTRICA DOMÉSTICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, UFPA, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemáticas.

Área de Concentração: Educação em Ciências.

Data de aprovação: 23 de outubro de 2014

**Banca Examinadora:**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida**  
PPGECM/IEMC/UFPA  
Presidente

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sinaida Maria Vasconcelos de Castro**  
Universidade Estadual do Pará/Centro de Ciências e Planetário do Pará  
Membro externo

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Nádia Magalhães da Silva Freitas**  
PPGECM/IEMC/UFPA  
Membro interno

---

**Prof. Dr. Licurgo Peixoto de Brito**  
PPGECM/IEMC/UFPA  
Membro interno

À minha esposa, filhos e meus pais de criação,  
em especial a Raimunda Matos de Carvalho, *in memoriam*.

## AGRADECIMENTO

A Deus, por essa sublime realização, por ter me proporcionado persistência e serenidade nos momentos de dificuldades.

A minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida, por ter depositado confiança em mim, para esse desafio.

Ao mestre José Alexandre da Silva Valente, além de ter me ajudado na construção da dissertação com seus conhecimentos em Pesquisa na área de Educação e Ciências tornou-se um amigo, um conselheiro nos momentos de dificuldade.

Ao mestre Rogério Gonçalves de Souza, por sua determinante ajuda em detalhes tão pequenos que produziram grandes resultados neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Licurgo Peixoto de Brito, que mesmo distante foi imprescindível para minha trajetória e a Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Nádia Magalhães da Silva Freitas por suas valiosas contribuições.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Ariadne da Costa Peres Contente e Karina Elaine Pantoja de Carvalho, que me ajudaram no início desse trabalho.

À Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Sinaida Maria Vasconcelos de Castro, por se dispor e aceitar a ajudar com seus conhecimentos em Educação em Ciências.

Ao Professor Erick Guilherme Monteiro Cunha de Souza e a Diretora Márcia Cristina Miranda Lopes, por favorecerem, e estarem dispostos sempre a me ajudar nessa pesquisa.

Aos meus professores doutores durante o mestrado, em especial a Silvia Nogueira Chaves, Jesus Brabo, José Jerônimo de Alencar Alves e Maria dos Remédios.

A meus colegas de mestrado André Cunha, Daniele Siqueira, Ruy Guilherme, Renato Araújo, Adriane Gonçalves, Emily Nicole, Albaneide Oliveira e Ivete Brito que contribuíram com seus conhecimentos.

À Mestres Gerlany de Fátima dos Santos Pereira, Darlene Teixeira Ferreira e a Edilene da Silva e Silva, pelo incentivo e aprendizagem proporcionados, quando no grupo CTSA e, mesmo após a saída.

Ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (GECTSA) onde engrandeci meus conhecimentos sobre educação CTS.

À Bibliotecária Heloisa Gomes, pelos seus conselhos para que eu relaxasse nos momentos de visível exaustão, e pela acolhida no espaço da biblioteca do IEMCI.

À Secretaria de Educação do Estado do Pará, por ter me concedido a licença e a bolsa para ajudar na realização deste trabalho.

À Secretaria de Municipal de Educação de Concórdia do Pará, por ter me concedido a Licença aprimoramento.

“Se fosse ensinar a uma criança a beleza da música  
não começaria com partituras, notas e pautas.  
Ouviríamos juntos as melodias mais gostosas e lhe contaria  
sobre os instrumentos que fazem a música.  
Aí, encantada com a beleza da música, ela mesma me pediria  
que lhe ensinasse o mistério daquelas bolinhas pretas escritas sobre cinco linhas.  
Porque as bolinhas pretas e as cinco linhas são apenas ferramentas  
para a produção da beleza musical. A experiência da beleza tem de vir antes”.

Rubem Alves.

## RESUMO

Ao longo de minha experiência, como professor depreenhi a necessidade de um ensino de Ciências voltado para o contexto real do educando. As reflexões sobre minha prática docente me motivaram a um desafio de buscar um ensino que relacionasse o domínio conceitual do aluno com situações reais de sua comunidade. Assim, esta pesquisa teve como objetivo investigar indícios de uma postura crítica a partir da concepção de ensino CTS, por meio de problematizações sobre o consumo de energia elétrica. Procurei respostas à questão da pesquisa de como possibilitar a análise crítica por parte dos alunos quanto ao consumo de energia elétrica residencial. A investigação ocorreu por meio de uma abordagem qualitativa, do tipo pesquisa-ação desencadeado por meio de um minicurso que foi ministrado em uma temática sobre energia, de forma a integrar os tópicos da unidade de ensino. Como estratégia de análise dos dados coletados, realizei uma análise interpretativa, dando significado às situações problematizadas pelos alunos durante as aulas. As informações foram obtidas por meio de questionários e registros no diário de campo. Os resultados evidenciaram que a abordagem de ensino CTS possibilitou, aos alunos, a reflexão crítica principalmente sobre valores e questões éticas, relacionando-os a sua realidade social com o hábito de consumo exagerado de energia elétrica, sendo para alguns alunos a ligação clandestina uma justificativa para o desperdício de energia. A pesquisa mostrou o potencial dialógico e transformador dessa abordagem de ensino como o relato de mudança de atitudes de alguns dos alunos frente a essa situação. Acredito que, nesse sentido, esse trabalho demonstrou que a abordagem CTS na escola é viável e que a cidadania precisa ser exercida, sendo o letramento científico e tecnológico e a compreensão de seus direitos e deveres, importante para o exercício da cidadania.

**Palavras - chave:** Ensino de Ciências. Abordagem de Ensino CTS. Consumo de Energia Elétrica.

## **ABSTRACT**

As a teacher I could clearly understand, through my experience, the necessity of a Science teaching involving the real context of the learner. The reflections on my teaching practice motivated me to a teaching challenge that made a relation between the student conceptual domain and the real situations in his community . Thus, the purpose of this research is to investigate evidences of a critical attitude from the CTS teaching conception through problems presented related to electrical energy consumption. I tried to answer the researching question about how to enable critical analysis from students regarding to their own use of residential electricity. This research was conducted through a qualitative approach, the action research type. A workshop was developed using conceptual energy content, in order to integrate the topics of the teaching unit. As an analysis strategy of the collected data, I developed an interpretative analysis, the intention was to give meaning to the situations raised by the students during the classes. The information was obtained through questionnaires and records in field notes. The results presented that CTS teaching approach enabled students the critical thinking mainly about values and ethical issues, relating their social reality to the habit of excessive electrical energy consumption, considering that for some students the illegal connection is a justification for wasting energy. The research has shown the dialogic and changing potential of this educational approach as the record of some students changing attitudes in that situation. I believe that, in this sense, this project demonstrated that CTS approach in schools is possible and that citizenship needs to be developed, being the technological scientific literacy of their rights and duties important for the students good achievement in society.

Keywords: Science Education. Teaching Approach (CTS). Electrical energy consumption.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1	O ensino de conteúdos atitudinais .....	31
Quadro 2	Os três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti .....	37
Quadro 3	Divisão da matriz energética .....	48
Quadro 4	Fontes de energia .....	49
Gráfico 1	Variação do PIB e o consumo de energia .....	51
Figura 1	Consumo de energia elétrica per capita, 2007 .....	52
Quadro 5	Distribuição dos encontros: tópicos e objetivos gerais.....	63
Quadro 6	Sondagem e análise das ideias de energia proferida pelos alunos .....	70
Quadro 7	O consumo de energia pelo homem .....	72
Figura 2	Conversão de energia em hidrelétricas .....	73
Quadro 8	Equipe formada pelos alunos .....	74
Quadro 9	Divisão dos assuntos para as equipes.....	75
Quadro 10	Consumo de energia elétrica no mundo .....	87
Gráfico 2	O desperdício de energia elétrica .....	88
Figura 3	Informações do selo do INMETRO .....	91
Quadro 11	Relações das equipes e seus temas .....	94
Gráfico 3	Geração de energia elétrica por tipo de energia primária .....	95
Gráfico 4	Fontes de energia elétrica no Brasil .....	96
Tabela 1	Balanco de energia elétrica do estado do Pará de 1980 a 2005, em % .....	98

## SUMÁRIO

<b>1 MOTIVAÇÕES, TRAJETÓRIA COMO PRELÚDIO PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA PESQUISA .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 Questão de pesquisa .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2 Objetivos .....</b>	<b>17</b>
1.2.1 Geral .....	17
1.2.2 Específicos .....	17
<b>1.3 Hipóteses .....</b>	<b>18</b>
<b>1.4 Estrutura da dissertação .....</b>	<b>18</b>
<b>2 A ABORDAGEM DE ENSINO CTS .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Ganhando profundidade na abordagem CTS .....</b>	<b>24</b>
<b>3 A ENERGIA ELÉTRICA EM PROPOSIÇÕES NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1 O entendimento de energia .....</b>	<b>40</b>
<b>3.2 Matriz da energia elétrica mundial e local .....</b>	<b>47</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS .....</b>	<b>56</b>
<b>5 RESULTADO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS ENCONTROS .....</b>	<b>62</b>
<b>5.1 Primeiro encontro: Diálogo inicial sobre energia elétrica em CTS .....</b>	<b>64</b>
<b>5.2 Segundo encontro: Histórico sobre energia .....</b>	<b>69</b>
<b>5.3 Terceiro encontro: Momentos históricos da energia elétrica .....</b>	<b>78</b>
<b>5.4 Quarto encontro: O desperdício de energia elétrica - parte I .....</b>	<b>84</b>
<b>5.5 Quinto encontro: O desperdício de energia elétrica - parte II .....</b>	<b>86</b>
<b>5.6 Sexto encontro: A conta de energia elétrica .....</b>	<b>89</b>
<b>5.7 Sétimo encontro: As fontes de energia elétrica .....</b>	<b>93</b>
<b>5.8 Oitavo encontro: Demonstrações sobre magnetismo .....</b>	<b>99</b>
<b>5.9 Nono encontro: A avaliação final .....</b>	<b>100</b>
<b>6 ANÁLISE INTERPRETATIVA DO MINICURSO .....</b>	<b>102</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>121</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>125</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>133</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>141</b>

## **1 MOTIVAÇÕES, TRAJETÓRIA COMO PRELÚDIO PARA A CONSTRUÇÃO DESTA PESQUISA**

Prefiro pensar que o aprendizado vem dos primeiros contatos e vivências dos mestres que por longos anos tivemos, desde o maternal. As lembranças dos mestres que tivemos podem ter sido nosso primeiro aprendizado como professor (ARRROYO, 2010, p. 124).

A minha experiência em relação ao ofício de ensinar iniciou quando tinha aproximadamente 15 anos. Estava no segundo grau, que corresponde atualmente ao ensino médio; momento em que ministrava aulas particulares de Física e Química (sobre os assuntos que apresentavam principalmente cálculos) e ensinava amigos, vizinhos e parentes. Procurava sempre formas que facilitassem a compreensão dos alunos com relação a essas disciplinas relativamente complexas para eles. Naquela época, percebia que a quantidade de cálculo era privilegiada em relação aos fenômenos naturais, e estes eram pouco explorados, com reduzida aplicação ao cotidiano, e me questionava: por que o ensino dessas disciplinas é dessa forma? No período, tinha a concepção de que era muito complicado entender a natureza cientificamente, pois necessitava de cálculos extremamente complexos.

Na segunda série do segundo grau, comecei a buscar informações sobre minha futura profissão e o curso de nível superior, pois desejava ser professor, porém minha família não concordava com esta ideia argumentando sobre as dificuldades desta profissão, que professor não é bem remunerado, trabalha muito e não é reconhecido socialmente. Com minha ausência de determinação naquele momento, decidi então cursar Terapia Ocupacional, na Universidade do Estado do Pará (UEPA).

Durante o curso de Terapia Ocupacional, a vontade de ensinar ainda era grande e fiz prova para seleção de monitoria para Histologia e Embriologia, sendo monitor durante quatro anos na UEPA. Percebi que durante essa experiência de ensino se privilegiava o conhecimento propedêutico, pois a quantidade de terminologias para memorizar era muito grande, assim como o rigor na preparação das lâminas. Essa forma de ensino me incomodava, pois tanto o professor como os alunos apresentavam poucos questionamentos. Mesmo assim, a experiência em Terapia Ocupacional foi importante para minha formação como professor, pois me tornou mais “humano” e compreensivo ao me relacionar com os alunos.

Logo após minha formatura, fiz especialização em Educação Psicomotora e o contato com os teóricos da Educação, como Jean Piaget, e, principalmente, com os socioconstrutivistas Lev Vygotsky, Alexander Luria e Alexei Leontiev, me encorajou cada vez mais a trabalhar em Educação. O maior aprendizado que tive ao longo do curso de Terapia Ocupacional é que todo ser humano deve seguir e desenvolver a profissão que deseja, pois essa é a melhor forma de terapia para a vida.

Quando iniciei minha vida profissional, trabalhava como Terapeuta Ocupacional pela Secretaria de Educação do Estado do Pará (SEDUC) em uma escola especial, onde desenvolvia um trabalho específico de Terapia para facilitar a aprendizagem de alunos com déficit cognitivo e também lecionava no período noturno, como professor, não habilitado, de Biologia, para o ensino médio, e de Ciências Físicas e Biológicas (CFB), para o ensino fundamental e para a Educação de Jovens e Adultos (EJA), pela SEDUC. Depois de quatro anos, não trabalhei mais como Terapeuta Ocupacional, pois passei a exercer apenas a atividade docente.

Ao iniciar as aulas, como docente, em escola pública, enfrentei grande dificuldade, pois a realidade da escola pública era muito diferente da escola particular, onde estudei toda a minha vida. Na escola particular, os conteúdos conceituais eram privilegiados para a preparação a exames públicos como vestibulares e escolas militares. Observava, também, que muitos alunos da escola pública apresentavam um desinteresse em assistir às aulas; alguns relatavam a falta de perspectiva de vida, e o interesse pelos estudos era manifestado por poucos. Percebia que as aulas eram tidas como desinteressantes, confirmando o que diz Fourez (2003) sobre a crise no ensino de ciências, segundo o qual o aluno, um dos principais atores do ato educacional, tem, nos últimos anos, pouco interesse sobre as aulas de Ciências. E me questionava quanto à função da escola para a maioria da população de adolescentes, como também sobre o papel da Educação Científica na contribuição para a formação humana e cidadã desses alunos.

A reflexão da prática docente se tornou uma constante no ofício que desejei seguir. Mesmo sendo professor não habilitado, até a assunção de minha formação em licenciatura, praticava o que Freire (2013, p. 40) dizia: “[...] a reflexão crítica da prática de hoje ou de ontem pode melhorar a próxima prática”. Motivado inicialmente por uma curiosidade ingênua, com o passar do tempo pude encontrar motivação em uma curiosidade epistemológica na prática de ensino de Ciências.

Uma experiência importante na minha vida docente foi trabalhar como professor em Concórdia, interior do estado do Pará. Nessa época, já fazia o curso de Licenciatura em Biologia por meio de um programa de qualificação docente da SEDUC. Comecei a relacionar o conhecimento científico com a realidade dos alunos, em atividades extraclasse. Por exemplo, utilizamos a reportagem de um jornal do estado que informava sobre o alto índice de mortalidade por leishmaniose, em Concórdia do Pará. Assim, juntamente com os alunos do 3º ano do ensino médio, confirmamos essa realidade na Secretaria de Saúde do Município de Concórdia, onde realizamos um trabalho de prevenção dessa doença e os alunos explicavam aos moradores da colônia como evitar o contato com o mosquito transmissor da doença.

Outra experiência, dentre muitas, foi a identificação, pelos alunos, dos problemas de saúde provocados pela poluição ambiental do ar oriunda da fumaça das carvoarias na periferia da cidade de Concórdia. Esses problemas foram levantados e observados pelos alunos, evidenciando as doenças respiratórias nos trabalhadores e principalmente nos moradores próximos das carvoarias, inclusive em crianças que realizavam trabalho infantil, junto com os familiares, na produção de carvão.

A minha dificuldade era realizar esse tipo de trabalho em relação à Ciência e à Tecnologia envolvendo conhecimentos científicos de Química e Física, para alunos do ensino fundamental. Nesse sentido, fui à busca de conhecimento nessa área cursando Licenciatura em Ciências Naturais. Durante o curso, na disciplina Prática Docente: Tendências Educacionais no Ensino de Ciências, identifiquei-me com a abordagem CTS (Ciências, Tecnologia e Sociedade), pois essa vertente levava em consideração a interação da Ciência e da Tecnologia com a Sociedade. Percebi, dessa forma, o suporte teórico necessário para o tipo de aula que realizava e para as futuras aulas que desejava desenvolver aprimorando essa tendência de ensino CTS em minha prática docente. A professora da disciplina informou que estava iniciando um grupo de estudo sobre CTS, e comecei a participar do Grupo de Estudo em Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (GECTSA), do Instituto de Educação Matemática e Científica (IEMCI) da UFPA, onde a fundamentação teórica, epistemológica e o conhecimento para o desenvolvimento da prática docente de ensino em CTS possibilitaram-me o ingresso no mestrado. O projeto de pesquisa era sobre o ensino de Ciências com enfoque CTS, no ensino Básico, e, para o

aprimoramento do projeto, aceitei a sugestão de minha orientadora sobre o desenvolvimento da temática Energia.

O foco deste trabalho é o ensino de Ciências com abordagem CTS e a temática é o consumo doméstico de energia elétrica. Tem-se como prerrogativa o ensino de Ciências no contexto real do educando. Nesse sentido, a sala de aula é o lugar de debate, reflexão, construção e desconstrução de ideias em relação à energia elétrica e de tomada de decisão sobre as problemáticas que envolvem o consumo de energia elétrica. As reflexões quanto ao desperdício e ao aproveitamento eficiente de energia foram realizadas pelos educandos, contribuindo assim para a discussão da economia financeira familiar e para a sensibilização em relação aos aspectos socioambientais envolvidos na produção e na conservação de energia elétrica.

A proposta de ensino CTS por meio de temas sociocientíficos é uma abordagem que possibilita reflexões sobre ações e estratégias para a redução do consumo de energia elétrica em caso de desperdício ou má utilização de aparelhos. Segundo Santos e Schnetzler (2010), a educação científica com enfoque CTS significa um ensino do conteúdo de Ciências no contexto autêntico de seu meio tecnológico e social e tem como preocupação central a participação do indivíduo em sociedade para o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Neste trabalho, a abordagem CTS, no ensino de Ciências Naturais, dá ênfase aos conteúdos axiológicos e atitudinais não desmembrados dos conteúdos conceituais e procedimentais de ensino sobre eletricidade.

A proposta curricular nacional do Ministério da Educação sugere para o ensino básico currículos que contemplem a educação em valores a partir de conteúdos atitudinais. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de Ciências Naturais Brasil (1998, p. 108), discorre-se sobre os conteúdos atitudinais: “[...] como valores e normas que devem ser desenvolvidos junto ao adolescente [...]”. O quarto ciclo do ensino fundamental tem como eixo temático a tecnologia em sociedade, possibilitando a exploração de temas transversais, como energia, meio ambiente, consumo e desperdício, intimamente relacionados aos recursos naturais, evidenciando sua escassez e o desenvolvimento sustentável, privilegiando, com isso, a ética na educação para a formação cidadã.

O conhecimento científico proposto para esse ensino com abordagem CTS foi a energia, tema transversal amplo, que favorece no ensino de Ciências Naturais o

estudo de muitos outros temas ou problemáticas (BRASIL, 1998), como: a) o conhecimento do significado de energia ao longo da história e na atualidade; b) as problemáticas que os alunos enfrentam com a energia no cotidiano; c) a classificação dos recursos renováveis e não renováveis; d) a reflexão sobre a matriz energética mundial, do Brasil e do estado do Pará, possibilitando uma compreensão da conveniência econômica e dos custos ambientais de diferentes fontes de energia. A ponderação sobre matriz elétrica mundial indica o carvão mineral como principal fonte de energia elétrica. Por ser um combustível fóssil, não renovável, ele contribui para emissões de gases do efeito estufa, pois a sua extração provoca a degradação de grandes áreas de mineração.

No Brasil e no Pará, a principal forma de geração de energia elétrica é a hidrelétrica por razões geográficas e climáticas. É considerada uma energia “limpa” por não emitir gases do efeito estufa (BRASIL, 2012 a), porém as construções de barragens provocam impacto na vida da população, na fauna e na flora locais. Nesse sentido, o desenvolvimento científico, os avanços tecnológicos e as decisões políticas entram em controvérsias com aspectos sociais e humanos das populações atingidas por barragens para a produção de energia elétrica.

Dentre as problemáticas na Educação Científica identifiquei, por minha experiência pedagógica, a relação dos conhecimentos científicos com o cotidiano do aluno. O currículo real da educação básica contribui para esta situação por meio do excesso de conteúdos conceituais que deve ser executado em pequena carga horária destinada às aulas de Ciências nas instituições públicas de ensino. Nesse tipo de currículo disciplinar predominam as avaliações quantitativas em detrimento das qualitativas e os professores de Ciências não acreditam que possam trabalhar de forma interdisciplinar. Tudo isso dificulta o trabalho no âmbito dos conteúdos atitudinais no ensino de Ciências.

Esse sistema de ensino tradicional não contribui para articulações entre o domínio conceitual/procedimental e o domínio atitudinal em ciências. Contudo, entre esses dois primeiros domínios e o último existe a possibilidade de uma reflexão crítica do aluno, estimulando a sua participação dentro de um ambiente democrático proporcionado pelo professor, que é a sala de aula, em que todos os alunos possam emitir sua opinião e tomar decisões em relação às problemáticas sociocientíficas que envolvem sua comunidade. Diante de toda essa situação, comecei a nortear a minha questão de pesquisa, que será descrita a seguir.

## 1.1 Questão de pesquisa

Na perspectiva apresentada, um problema a ser salientado é como possibilitar a análise crítica por parte dos alunos quanto ao consumo de energia elétrica, à utilização das tecnologias e seus impactos socioambientais e às mudanças de comportamento relativas ao desperdício, além de reforçar condutas favoráveis à utilização da energia elétrica. Por isso, especificamente, a **questão de pesquisa** deste trabalho é:

- Como a identificação de hábitos pessoais diários e as suas problematizações podem gerar no aluno uma postura crítica em relação ao consumo de energia elétrica no ambiente doméstico?

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Geral

- Investigar indícios de uma postura crítica a partir da concepção de ensino CTS por meio de problematizações sobre o consumo de energia elétrica.

### 1.2.2 Específicos

- Verificar e analisar, por meio dos registros dos alunos, os indícios de mudanças de ação (hábitos ou atitudes) <sup>1</sup> em relação ao tema proposto, durante as aulas com enfoque CTS.
- Analisar o processo de ensino-aprendizagem ocorrido, proposto pela abordagem CTS a esses educandos.

Nesse sentido, espera-se que as estratégias de ensino em termos de CTS possibilitem aos educandos uma reflexão acerca do consumo consciente e de costumes diários na utilização de energia em sua residência.

---

<sup>1</sup> Segundo Sarabia (1998), o significado de hábito é diferente do de atitude. O primeiro é a expressão de uma prática cotidiana, enquanto atitude reflete um estado de consciência do indivíduo.

### 1.3 Hipóteses

As proposições estabelecidas por mim neste projeto apresentam caráter preditivo e fazem uma relação das variáveis com as teorias da metodologia com enfoque educacional CTS, sendo de consistência lógica e passível de verificação empírica dos fatos. Logo, as hipóteses deste trabalho são:

- Por meio de encontros com enfoque CTS, os alunos terão possibilidade de refletir sobre sua ação no que se refere ao desperdício de energia elétrica tanto para as questões financeiras no orçamento econômico familiar, quanto para as questões ambientais relacionadas, apropriando-se de informações que possam gerar atitudes favoráveis em relação ao consumo de energia elétrica.

Como hipótese secundária:

- Durante os encontros, os alunos teriam, por meio de metodologia e estratégias apropriadas, a possibilidade de refletir sobre sua ação, tornando-se críticos diante da temática desperdício de energia, apreendendo o que está em seu cotidiano e não apenas especificidades conceituais sobre eletricidade.

### 1.4 Estrutura da Dissertação

Este trabalho apresenta sete capítulos. O primeiro é composto por esta introdução, na qual ponderei sobre os meus caminhos, motivações e inquietações, que me levaram ao problema investigado e aos objetivos de pesquisa. O segundo capítulo, cujo título é “A Abordagem de ensino CTS”, discorre sobre as teorias da educação CTS, como concepções justas à formação da cidadania e ao ensino de Ciências, o que possibilita ao aluno relacionar a sua realidade com os conhecimentos da Ciência. Realizo uma breve discussão quanto ao desafio da implementação da perspectiva CTS em instituições escolares com base curricular tradicional e delinuo aspectos epistemológicos para compreensão da construção da episteme na Educação CTS. Na seção intitulada “Ganhando profundidade na abordagem CTS, apresento um detalhamento dos objetivos do enfoque CTS no

ensino de Ciências, como as concepções de tomada de decisão e cidadania podem ajudar no ensino e na aprendizagem dos alunos e, por último, a metodologia dos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti, como uma organização didática.

No terceiro capítulo, é abordada a concepção do termo Energia, para a compreensão do conhecimento científico de forma ampla, a fim de subsidiar outros campos do conhecimento e evitar o reducionismo conceitual. Para tanto, foi realizado um levantamento histórico do termo energia na Ciência e do consumo ao longo da história, desde o homem primitivo até o homem da atualidade. Na subseção: Matriz da energia elétrica mundial e local, é apontada a relevância da deste assunto, para o estabelecimento de políticas públicas no setor energético e econômico de uma nação e sua análise para o ensino de Ciências, para determinar a rota de conhecimento na educação científica.

No quarto capítulo, realizei considerações sobre os aspectos metodológicos da pesquisa. A investigação descrita é qualitativa do tipo pesquisa-ação (THIOLLENT, 2011), na qual, como pesquisador, realizei intervenções no processo junto aos atores. Como abordagem didática ministrei um minicurso em que utilizei os três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti, contemplando o enfoque CTS. Os resultados dos instrumentos de coleta de dados foram analisados à luz da análise interpretativa (ESTEBAN, 2010; CRESWELL, 2010). No capítulo 5, foi realizada uma discussão sobre os resultados obtidos durante cada encontro no minicurso.

No capítulo 6, faço uma análise interpretativa do minicurso e inferências sobre as teorias elencadas que fundamentam a análise da dissertação. No sétimo capítulo, são estabelecidas as considerações finais da dissertação, as minhas limitações e a relevância deste trabalho para o ensino de ciência, concluindo que esta pesquisa confirma a viabilidade dos objetivos da educação CTS, por meio de uma educação dialógica e transformadora de uma realidade social.

## 2 A ABORDAGEM DE ENSINO CTS

A educação CTS, apontando para uma diversidade de perspectivas e para uma “constelação” de conhecimentos interactivos, insere-se numa “aventura” epistemológica radicada num diálogo de saberes, que está a traçar os contornos de um “novo” ethos da ciência e de uma “nova” cidadania (SANTOS, 2005, p. 150).

As concepções didático-pedagógicas provenientes da proposta de educação CTS contribuem significativamente para a aprendizagem de alunos nas aulas de ciências. Estas concepções trazem a compreensão da relação da ciência e da tecnologia com a sociedade, buscando a reflexão, a tomada de consciência e a intervenção do aluno sobre os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade. Assim, devido à amplitude de ideias e de concepções sobre a abordagem CTS, este capítulo apresenta as considerações conceituais iniciais e epistemológicas quanto a essa abordagem e os objetivos de ensino com enfoque CTS para a formação cidadã.

O ensino com abordagem CTS é um desafio ao educador de ciências. O professor que desenvolve essa proposta de ensino pode realizar modificações curriculares em instituições cristalizadas na execução de tarefas escolares, instituições essas com modelos curriculares tradicionais de ensino que dão ênfase ao ensino propedêutico de Ciências, cuja concepção é a de formar “futuros cientistas”, como se o “tempo da escola” fosse diferente do “tempo da vida” dos alunos (AULER, 2007). Essas instituições tradicionais propagam a neutralidade da Ciência e da Tecnologia sem articulação com as questões sociais, contribuindo para promover um indevido entendimento da Ciência (AULER; DELIZOICOV, 2001).

Nessas comunidades escolares, a lógica é influenciada pelo equivocado *desenvolvimento linear da ciência*<sup>2</sup>, ao afirmar que a evolução da ciência promove melhorias tecnológicas à população e conseqüentemente bem-estar social. Porém, na realidade nem sempre o bem-estar social é promovido, podendo ocorrer o contrário: o aumento da miséria no mundo, a degradação ambiental, a segregação de raças, entre outros fatores. O currículo educacional influenciado pela concepção

---

<sup>2</sup> Segundo Garcia, Cerezo e López (2000), o desenvolvimento linear da ciência é entendido como a busca da verdade universal e o motor do desenvolvimento tecnológico para a melhoria da vida em sociedade. De uma forma racional, o processo científico-tecnológico promoveria o progresso econômico-social. Essa é a concepção por vezes transmitida no ensino de ciências. Desde os anos 60, a hegemonia dessa ideia positiva tradicional é contestada pelas universidades e pela sociedade, principalmente pelas ideias de Karl Popper, Thomas Khun e Paul Feyerabend.

do desenvolvimento linear da ciência é um dos motivos pelo qual a abordagem de ensino CTS pode se tornar um obstáculo ao educador em ciências (GARCIA; CEREZO; LÓPEZ, 2000).

A abordagem de ensino CTS possibilita aulas diferenciadas por apresentar dinâmicas que favorecem reflexões críticas aos alunos. O educador, por sua vez, estabelece plano e critérios para as aulas com enfoque CTS com estratégias de ensino diferenciadas do cotidiano escolar tradicional. Na realidade, esse desafio ao educador tem origem nas suas inquietações, como reflexo de sua práxis educacional. A inquietude do professor, no sentido de motivação ou curiosidade, é a primeira etapa para possibilitar as transformações nas concepções educacionais do próprio professor.

Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), esse desafio está relacionado às transformações pelas quais a educação escolar necessita passar, como a superação do senso comum pedagógico do professor de Ciências de que o domínio das teorias científicas, vinculado às suas tecnologias, é o suficiente para o desempenho docente em Ciências. Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011, p. 32) explicam ainda que o senso comum pedagógico em ciências é apenas o conhecimento de:

[...] regrinhas e receituários [...] valorização excessiva pela repetição sistemática de definições [...] questões pobres para respostas igualmente empobrecidas [...] o uso indiscriminado e acrítico de fórmulas e contas em exercícios reiterados; tabelas e gráficos desarticulados ou pouco contextualizados relativamente aos fenômenos contemplados; experiências cujo único objetivo é a “verificação” da teoria...

No entanto, a abordagem CTS não é o salvacionismo da prática de ensino em Ciências, nem um “modismo” em tendências educacionais. Segundo Santos e Schnetzler (2010) e Aikenhead (2009), a abordagem CTS traz concepções de educar em Ciências para a cidadania, de proporcionar o entendimento público da Ciência, de possibilitar tomadas de decisões a partir de reflexões críticas sobre a produção científica e tecnológica e suas consequências na sociedade. Essas concepções possibilitam outra forma de abordar o ensino de Ciências conforme o atual contexto sócio-histórico.

A Educação Científica é influenciada pela realidade econômica, política, social e cultural. Assim, o movimento CTS na Educação Científica é oriundo da

contestação do desenvolvimento linear da Ciência em detrimento do bem-estar social da maioria e da degradação ambiental e, ainda, contra o discurso de poder político que reforça essa economia desenvolvimentista sem sustentabilidade. É contrário, portanto, à epistemologia cartesiana, ao positivismo e aos cânones educacionais tradicionais. Diante disso, a educação com abordagem CTS tem como objetivo possibilitar o exercício da cidadania, facilitando a participação do aluno na realidade política e econômica, relacionando o conhecimento científico tecnológico com a sociedade, em aulas de Ciências (SANTOS, 2011; GARCIA; CERESO; LÓPEZ, 2000).

A minha curiosidade epistemológica me fez refletir sobre a história e a filosofia em relação ao movimento CTS, possibilitando, assim, uma compreensão do ensino de Ciência com enfoque CTS. O início do movimento CTS, na década de 60 e 70 na Europa, traz principalmente concepções epistemológicas, caracterizando-se como uma tradição de investigação acadêmica tendo como formadoras de base as Ciências Sociais com a linha de pensamento da Sociologia do Conhecimento Científico (SCC). Uma das grandes contribuições para inaugurar essa linha de pensamento foi a publicação da obra *A Estrutura das Revoluções Científicas*, de Thomas Samuel Kuhn, físico estadunidense, professor de História das Ciências, que estabelece a teoria dos *Paradigmas*. Apesar de sua formação nas Ciências consideradas tradicionais, ele deu relevância aos aspectos externalista da ciência, levando em consideração os seus aspectos sociológicos (FELTZ; DEFACCI; NASCIMENTO, 2011; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2009; KUHN, 2011).

Segundo Feltz, Defacci e Nascimento (2011), a Sociologia do Conhecimento Científico desdobrou-se na corrente de pensamento chamada de Programa Forte (Strong Program), disseminado pelo mundo. O Programa Forte foi criado na Universidade de Edimburgo, na Escócia, em um grupo de estudo e pesquisa sobre história, filosofia, sociologia, tecnologia, medicina e educação em ciências. Esse grupo é chamado de Unidade de Estudo de Ciências (Science Studies Unit) e um de seus principais expoentes é o sociólogo David Bloor, que estabelece o princípio de simetria, cujos polos são, de um lado, a Sociedade e, do outro, a Natureza (BLOOR, 2009).

Latour (2011) diz que Bloor é contrário à ideia epistemológica de assimetria, na qual as verdades científicas eram ditadas somente pela certeza da natureza. Assim, a vantagem do princípio de simetria de Bloor é livrar-nos dos cortes

epistemológicos, ou seja, das separações das ciências e das crenças, uma vez que ele considera tanto o “verdadeiro” como o “falso”. Um bom exemplo deste pensamento é que tanto a astronomia (verdadeiro, pela comprovação de seus cálculos sobre a natureza) quanto a astrologia (falso, validados somente por suas crenças) são verdades epistemológicas, conforme o princípio de simetria de David Bloor (LATOURE; WOOLGAR, 1997; FREIRE, 2006). Neste caso, a episteme é proferida somente pela sociedade, representada tanto pela ciência quanto pelas crenças. A natureza não explica absolutamente nada.

Outro expoente da Science Studies é Michel Callon, que, assim como Bruno Latour, discorda do princípio de simetria de David Bloor acusando-o de assimétrico, pois Bloor afirma que as verdades epistemológicas provêm somente da sociedade, nunca da natureza. Desse modo, Callon e Latour desenvolvem o princípio de simetria generalizada, no qual propõem que a episteme, ou verdade epistemológica, parte do ponto médio: “[...] entre sociedade e natureza de onde se pode acompanhar, ao mesmo tempo, atribuições de propriedades não humanas e de propriedades humanas” (LATOURE, 2011, p. 95).

As propriedades não humanas podem ser entendidas como a natureza, os objetos e as tecnologias, e as propriedades humanas estão relacionadas ao homem e à sociedade. Dessa forma, pode-se compreender o significado de híbrido como a mistura de sociedade e natureza. Segundo Latour (2011), os seres humanos proliferam híbridos, como a guerra nuclear, a chuva ácida, os transgênicos, as crises de energia, evidenciando-se, portanto, as problemáticas sociocientíficas produzida pelo homem. Assim, humanos e não humanos, natureza (ciências) e cultura (sociedade), são misturadas, híbridos, e os humanos, em universidades, tentam arduamente separar em ciências e sociedade. Latour (2011, p. 9) afirma que: “Nós mesmos somos híbridos, instalados precariamente no interior das instituições científicas [...] optamos por descrever as tramas onde quer que estas nos levem”.

Descrever essas tramas implica “puxar o fio da rede sociotécnica”, no sentido de observar a mistura sociedade e natureza. Dessa forma, produz-se conhecimento científico e se observam também os indivíduos como formadores de cultura dessa rede sociotécnica. Para Latour, a Ciência é uma instituição culturalmente constituída em um contexto social, político, econômico e gerador de cultura própria. Para chegar a essas conclusões, Latour realizou trabalhos etnográficos no interior de laboratórios

de Ciências, recorrendo a métodos empíricos para descrever a prática da ciência e demonstrar o processo social na construção científica (SANTOS, 1999).

Santos (1999), a partir das concepções teórico-epistemológicas de Latour, classifica-o como um líder da Educação CTS, pois Latour entende a ciência e a tecnologia como problemáticas, tenta desmistificá-las e mostra sua face humana e vulnerável. Dessa maneira, Latour demonstra que não existe neutralidade científica. Ela é construída em uma rede social, denominada por Latour de rede sociotécnica, com interesses econômicos, que necessita de esforço para divulgar o artefato científico produzido. Este processo é chamado de tradução ou transposição do conhecimento para o entendimento público desse artefato, neste caso a ciência. Um dos alvos desta transposição é o ensino de ciências nas instituições, envolvendo dessa maneira, a educação científica.

## 2.1 Ganhando profundidade na abordagem CTS

A abordagem CTS tem por finalidade ajudar os estudantes a dar sentido às suas experiências quotidianas, fazendo-o de um modo que o apoie a tendência natural dos estudantes para integrarem as perspectivas pessoais provenientes dos seus ambientes sociais, tecnológicos e naturais [...]. **A abordagem CTS centra-se nos estudantes e não na ciência**, ou seja, por outras palavras, a ciência é trazida ao mundo do estudante numa base de necessidade de saber, em vez de seguir a expectativa convencional de que o estudante deve entrar no mundo da ciência para adaptar uma visão de cientista (AIKENHED, 2009, p. 22, grifo meu).

Nesta seção, realizo referências principalmente sobre as ideias de Wildson Luiz Pereira dos Santos, no sentido de contemplar a proposta de um ensino de Ciências com enfoque CTS. Trato dos principais objetivos da abordagem CTS, das estratégias de ensino CTS e do letramento científico e tecnológico como um pressuposto da abordagem CTS, discuto a tomada de decisão como uma das principais finalidades do ensino CTS e os conteúdos axiológicos como requisitos à formação da cidadania para uma ação responsável em sociedade.

Souza (2007) comenta que Wildson Santos procura avaliar e reavaliar dois pontos fundamentais no ensino de ciências: a orientação tradicional das Ciências em sala de aula e suas finalidades curriculares, pois ele descreve proposta de conteúdo, objetivos, estratégias e avaliação de ensino CTS.

Em grande parte de seus trabalhos científicos, Wildson Santos aponta como pressupostos essenciais para o ensino de ciências com enfoque CTS o letramento científico e tecnológico (LCT), a tomada de decisão para uma ação social responsável e a formação para a cidadania (SANTOS, 1992; 2002; 2007; SANTOS; MORTIMER, 2001; SANTOS, SCHNETZLER, 2010)

Santos (2002, p. 35) comenta quanto ao “[...] letramento científico e tecnológico do cidadão. A sua abordagem tem sido sistematicamente recomendada pelos currículos Ciência – Tecnologia – Sociedade, CTS”. Apesar de ter como referências científicas a realidade europeia e a americana, como do espanhol Acevedo Diaz e do canadense Glen Aikenhead, respectivamente, Santos (2002) dá relevância à proposta de ensino CTS no contexto sócio-histórico da realidade brasileira, com características progressistas libertadoras de Paulo Freire. Nesse sentido, Dagnino (2008) indica que se consolida no Brasil uma forma particular de pensar as abordagens CTS, em um sentido crítico, o que vem a ser chamado de pensamento latino-americano em CTS, principalmente pelas ideias freirianas (ABREU; FERNANDEZ; MARTINS, 2013; SANTOS, 2011).

Uma das principais críticas ao ensino com enfoque CTS é quanto ao estabelecimento de como ensinar com essa abordagem. Zeidler, Sandler e Howers (2005) afirmam que falta uma estrutura teórica para sustentar as atividades pedagógicas do professor, porém esses autores propõem como sugestão para abordagem CTS a *análise qualitativa dos discursos proferidos* pelos alunos e professores, tentando desvelar os aspectos epistemológicos a respeito da Ciência, sendo criteriosos quanto às fases de desenvolvimento moral do aluno, do seu raciocínio informal, de modo que possa vir a contribuir para a reflexão crítica desse aluno, para avaliar risco e benefícios das necessidades pessoais em detrimento da sociedade.

Nesse sentido, Santos (1992) e Santos e Schnetzler (2000) realizaram uma proposta de uma educação científica para formar cidadãos, descrevendo instrumentos teóricos de uma abordagem CTS para o trabalho docente. Dentre estes instrumentos encontra-se o desenvolvimento da capacidade da tomada de decisão, apontado como o principal objetivo da Educação Científica com enfoque CTS.

A tomada de decisão no processo de ensino e aprendizagem é fundamental para formar a cidadania. Segundo Santos e Mortimer (2001), a tomada de decisão

envolvendo situações concretas do cidadão é feita de questões não completamente definidas, cujo resultado pode trazer alternativas múltiplas. E oferece como sugestão:

Se desejarmos preparar os alunos para participar ativamente das decisões da sociedade, precisamos ir além do ensino conceitual, em direção a uma educação voltada para a ação social responsável, em que haja preocupação com a formação de atitudes e valores (SANTOS; MORTIMER, 2001, p. 107).

Em sala de aula, a solução de determinados problemas é tomada sob o foco multidisciplinar por meio de discussões, superando alternativas dicotômicas por meio da dialética (SANTOS; MORTIMER, 2001). Acredito, dessa maneira, que para a tomada de decisão deve haver uma compreensão das necessidades humanas, com base na análise dos princípios de solidariedade, valores e atitudes perante os problemas reais.

Comparando o ensino tradicional com o ensino que busca dialogar com o cotidiano dos alunos, tem-se que o primeiro se preocupa essencialmente com a transmissão do conhecimento científico, sem a compreensão da realidade dos alunos, ao contrário do segundo, que tenta possibilitar reflexões acerca da realidade e, conseqüentemente, formar para a cidadania. Desse modo, no ensino tradicional, a tomada de decisão dos problemas escolares tem um caráter objetivo, enquanto no ensino que envolve o cotidiano dos educandos nas tomadas de decisões a característica predominante será a subjetividade, levando em consideração aspectos culturais, afetivos, econômicos, ideológicos e éticos (SANTOS; MORTIMER, 2001).

Analisando dentro do campo epistemológico, concordo com a ideia de Foucault (1989) quanto ao poder da tomada de decisão ao afirmar que o poder é exercido mais do que é possuído. Acredito que a concepção de Foucault vai ao encontro da ideia de Santos e Mortimer (2001) de que o poder das tomadas de decisões em relação à Ciência e à Tecnologia está sob a responsabilidade dos tecnocratas, compostos principalmente por políticos, empresários e cientistas, cujas decisões são tomadas pelo foco de poder dessa rede sociotécnica, que Foucault denomina de dispositivo, a qual detém o conhecimento científico específico e os dados técnicos que não são acessíveis à maioria dos cidadãos.

As conseqüências desse exercício de poder muitas vezes são desfavoráveis à maioria dos cidadãos. Porém, no âmbito escolar, o poder pedagógico da tomada

de decisão implica o esforço de possibilitar o diálogo dos saberes entre professores e alunos ao analisar atitudes e valores, tendo o conhecimento científico como auxiliar nesse processo. Aikenhead (2009), reforçando essa ideia, comenta que a autonomia e a capacidade de decisão dos estudantes estão prioritariamente em atribuir valores.

Segundo Santos e Mortimer (2001), a análise de custo e benefício para a tomada de decisão pelos alunos corresponde a preparar o indivíduo para o exercício pleno da cidadania, envolvendo problemas sociocientíficos, no ensino de Ciências, de forma que este aluno realize uma ação social responsável.

A cidadania é uma das finalidades do ensino de Ciências com enfoque CTS. Na dimensão da legislação educacional vigente, o ensino CTS para a formação cidadã se coaduna com os preceitos do art. 2 da LDB, o qual decreta:

A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da **cidadania** [...]. (BRASIL, 2013, grifo meu).

A solidariedade humana descrita no excerto está vinculada ao domínio dos conteúdos atitudinais do ensino, que é um dos pré-requisitos desta pesquisa. Ainda no âmbito da Política Pública de Educação, os PCNs de Ciências Naturais Brasil (1998), para os anos finais do ensino fundamental, indicam um ensino de Ciências que proponha a investigação, o desenvolvimento mental, a reflexão, que amplie a possibilidade de participação social, para assim viabilizar a capacidade plena de exercício da cidadania do aluno. Os PCNs de Ciências Naturais propõem os temas Tecnologia e Consumo e estabelecem uma relação com a formação da cidadania:

[...] Conviver com produtos científicos e tecnologia é algo hoje universal, o que não significa conhecer seus processos de produção e distribuição. Mais do que em qualquer época do passado, seja para o consumo, seja para o trabalho, cresce a necessidade de conhecimento a fim de interpretar e avaliar informações, até mesmo de **participar e julgar decisões políticas ou divulgações científicas** [...] A falta de informação científico-tecnológica pode comprometer a própria cidadania. [...] É necessário favorecer o desenvolvimento de uma **postura reflexiva e investigativa**, de não-aceitação, a priori, de idéias e informações, assim como a percepção dos limites das explicações, inclusive dos modelos científicos, colaborando para a construção da autonomia de pensamento e de ação (BRASIL, p. 22, grifo meu).

Contudo, que cidadania se quer formar? Concepções de cidadania emergiram na Grécia, na Idade Média (inspiradas pelos ideais canônicos da Igreja), e na época do racionalismo de Descartes e do iluminismo de Rousseau.

Conceitos de cidadania foram e são influenciados pelos modelos de produção, e estas concepções influíram a educação para formar cidadãos, durante toda a história da humanidade. Na atualidade, a escola tradicional é um lugar onde o professor, isolado e pouco investido em um trabalho pedagógico coletivo, ensina a alunos que estudam sozinhos e são avaliados individualmente, sendo formados para uma cidadania sem questionamentos, sem momentos para reflexão da realidade. (CHARLOT, 2009).

Alencar (2006) afirma que o objetivo do movimento CTS no ensino de ciências é formar para a cidadania, com estratégias de ensino que fomentem a participação em debates e um possível posicionamento de situações problematizadas em sala de aula da realidade vivenciada pelos alunos:

[...] formar cidadão tendo como característica a capacidade de tomada de decisão, de forma que este pretendo cidadão possa decidir com sensibilidade e com base na razão face a um mundo conflitante [...] (ALENCAR, 2006, p. 140)

Segundo Demo (2011), Santos (1992) e Santos e Schnetzler (2010), o significado de cidadania envolve a compreensão da participação em sociedade; de uma sociedade democrática e de valores éticos. Para Demo (2011), a participação em sociedade é um processo de autopromoção e não pode ser transmitida e nem concebida. Ela é uma conquista do sujeito em comunidade. Assim, a construção básica de uma comunidade está na identidade cultural, nos seus valores e símbolos cultivados. A participação comunitária está em seus membros se sentirem pertencentes ao grupo. Outro aspecto da participação em sociedade é a consciência dos direitos e deveres que cada indivíduo deve ter.

A cidadania envolve a compreensão de uma sociedade democrática, no sentido de que essa democracia está relacionada à participação dos membros nas tomadas de decisões para a construção dessa sociedade, apesar de não existir uma democracia real, dada a impossibilidade de todos os membros da sociedade participarem efetivamente das tomadas de decisão. Santos e Schnetzler (2010, p. 31) comentam que: “[...] a educação é própria das democracias, pode-se derivar

implicações para a educação. Tais implicações levam em conta os aspectos relativos ao conceito de cidadania”.

A educação científica para a cidadania requer uma educação de valores éticos. Nesse sentido, esse conteúdo educacional não se refere à transmissão de um quadro de valores e nem se restringe a fazer com que os alunos percebam os valores que são significativos para a vida. Para formar cidadãos com valores éticos, faz-se necessário desenvolver nos alunos valores e atitudes de fraternidade, de solidariedade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade (SANTOS, 1992; SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

O ensino CTS possibilita a aprendizagem do aluno pela interação ciências, tecnologia e sociedade, levando em consideração a historicidade, a filosofia e a cultura dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. O significado desta tendência educacional no ensino de ciências pode ser confirmado por Santos (2011, p. 73) quando afirma que “[...] percebe-se assim que um autêntico ensino CTS seria aquele que apresenta uma visão crítica sobre as implicações sociais das ciências no sentido das relações de poder e das implicações mais amplas da tecnologia”.

Os conteúdos específicos são outros critérios de Santos e Schnetzler (2010), apoiados no conhecimento de Aikenhead apud Santos e Schnetzler (2010). Os autores estabelecem os seguintes conteúdos: **I)** interação entre ciências, tecnologia e sociedade; **II)** processos tecnológicos; **III)** temas sociais relativos a ciências e tecnologia; **IV)** aspectos filosóficos e históricos da ciência; **V)** aspectos sociais de interesse da comunidade científica; **VI)** inter-relação entre os aspectos enumerados.

As estratégias didáticas para o ensino CTS possibilitam aos alunos uma proximidade das intervenções sociais e suas reflexões, assim como crítica a assuntos sociocientíficos para a avaliação de custos e benefícios e possíveis tomadas de decisão. Essa estratégia, segundo Santos e Schnetzler (2010) e Acevedo Diaz (1996), assevera que o ensino CTS inclui a participação do aluno na sociedade, em fóruns e debates, em projetos individuais e de grupo, possibilitando a redação de cartas a autoridades, pesquisa no campo e ação comunitária, além de resolução de problemas abertos, incluindo a tomada racional e democrática das decisões.

Um tópico importante do plano de aula com perspectiva em CTS é a avaliação. Para Santos e Schnetzler (2010), são poucas as atividades científicas, como teses, dissertações e artigos, voltadas para esse assunto. A avaliação

pedagógica no ensino CTS deve ser ampliada e considera o sujeito dentro de seu contexto social.

Segundo Thomas apud Santos e Schnetzler (2010), a avaliação dos alunos na abordagem CTS deve levar em consideração, ante a perspectiva CTS, a adoção pelos alunos de um sistema de valores e destacar o caráter subjetivo das opiniões emitidas pelos alunos a respeito dos temas explorados. O professor deve elaborar questões sobre situações concretas do cotidiano para que o aluno faça a devida interpretação. Essas características de ensino e aprendizagem tornam complexa a avaliação desse processo dentro de um currículo escolar tradicional, no qual existem as exigências de mensuração, da burocracia da escola e do sistema.

Os conteúdos conceituais são sobremaneira utilizados nas aulas de ciências, e essa forma de ensino Cachapuz et. al. (2011) denomina de tradicional transmissão dos conhecimentos científicos. Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), esse excesso de conteúdos conceituais é o senso comum pedagógico do domínio das teorias científicas e tecnológicas. Para Freire (2013), a educação nesta perspectiva seria denominada de bancária. Já a educação CTS contribui para o processo de ressignificação do ensino de Ciências, pois a proposta dessa abordagem é superar e avançar no domínio dos conteúdos conceituais contemplando o ensino de atitudes e valores dentro de suas estruturas didáticas e atividades pedagógicas. O Quadro 1 apresenta, conforme Zabala (2011), características do ensino de conteúdos atitudinais.

**Quadro 1 : O ensino de conteúdos atitudinais.**

Reflexão Crítica	Introduzir processos de reflexão crítica para que as normas sociais de convivência integrem as próprias normas. É preciso ajudar os alunos a realizar estas normas com determinadas atitudes que se queiram desenvolver em situações concretas e promover reflexões críticas acerca do contexto histórico e institucional nos quais se manifestam esses valores.
Modelos de Atitude	Favorecer modelos de atitudes que se queira desenvolver, não apenas por parte dos professores, incentivando e promovendo comportamentos coerentes com estes modelos. Desenvolver atividades que façam com que os alunos em processos de mudanças ponham em crise suas próprias proposições.
Situações Reais dos Alunos	Adaptar o caráter dos conteúdos às necessidades e situações reais dos alunos, levando em conta, ao defini-las, as características, os interesses, as necessidades pessoais de cada um deles e do grupo-classe em geral. A interpretação que é preciso fazer dos diferentes valores deve levar muito mais em conta os traços socioculturais dos alunos, sua situação familiar e os valores que prevalecem em seu ambiente para que a interpretação dos diferentes valores se adapte às diferentes características de cada um dos contextos sociais que se encontram na escola.
Aproveitar os Conflitos	Partir da realidade e aproveitar os conflitos que nela se apresentam tem que ser o fio condutor deste trabalho. Aproveitar as experiências vividas pelos alunos e os conflitos ou pontos de vista contrários que apareçam nestas vivências ou na dinâmica das aulas, a fim de promover o debate e a reflexão sobre os valores que decorrem das diferentes atuações ou pontos de vista.

Fonte: Elaborado por mim conforme Zabala (2010)

Outro requisito que considero importante para a abordagem de ensino CTS é o Letramento Científico Tecnológico (LCT). Ele contribui para a compreensão do processo de ensino-aprendizagem buscando a contextualização do conhecimento científico mobilizando o aluno a uma prática social responsável. Alguns teóricos o denominam de alfabetização científica (DEMO, 2010; CHASSOT, 2003; KRASILCHICK; MARANDINO, 2007) ou alfabetização científica tecnológica (AULER, 2003), apesar da diferenciação teórica entre letramento e alfabetização<sup>3</sup>, no campo da linguagem. Acredito que o termo alfabetização utilizado por renomados pesquisadores como os citados acima tenha sentido de letramento, que é a

<sup>3</sup> Mamede e Zimmermann (2005 p. 1) diferenciam alfabetização de letramento. A primeira refere-se às habilidades e conhecimentos que constituem a leitura e a escrita, no plano individual, ao passo que o segundo refere-se às práticas efetivas de leitura e escrita no plano social. Assim, uma pessoa letrada não é somente aquela que é capaz de decodificar a linguagem escrita, mas aquela que faz uso desta tecnologia na sua vida social de uma maneira ampla.

perspectiva de o educando ter condições de ler e interpretar textos de jornais, revistas e da internet, ter a capacidade de redigir uma carta, interpretar um programa de televisão dentro da possibilidade de criticar, construir argumentos, tomar decisões, emitir opiniões e participar da sociedade (SANTOS, 2007).

Para Santos (2007, p. 487), reivindicar processos de letramento científico tecnológico é:

[ ]...defender abordagens metodológicas contextualizadas com aspectos sociocientíficos, por meio da prática de leitura científica que possibilite a compreensão das relações ciências-tecnologia-sociedade e tomar decisões pessoais e coletivas. Nesse sentido, o conceito de letramento científico amplia a função dessa educação, incorporando discussões de valores que venham questionar o modelo de desenvolvimento científico e tecnológico.

Demo (2010) argumenta que alfabetização científica não é diferente do desafio de o aluno pesquisar. Nesse sentido, o aluno deve ter produção textual em ciências; no ensino escolar, ele deve ser familiarizado com o mundo científico. E o professor deve possibilitar aos educandos habilidades de argumentação, com o objetivo de fomentar a autoria dos alunos em sua produção textual.

Entretanto, Demo (2010) critica o ensino tradicional instrucionista, com reprodução de apostilas e receitas prontas. Dessa forma, o pedagogo e o licenciado não incluem a meta de autoria dos alunos com linguagem própria da ciência. Contudo, o importante é que o aluno deva fazer pesquisa que caiba em sua idade e evolução mental, para que, aos poucos, melhore sua produção textual científica.

Para Demo (2010, p. 68), a alfabetização científica requer as seguintes condições:

- I)** ultrapassar o instrucionismo, de tal sorte que o ambiente escolar favoreça aprendizagem fundada em autorias; alfabetização científica só faz sentido em ambiente de produção textual, não de passividade reprodutiva;
- II)** habilidade científica no professor, capaz de produzir textos com devida cientificidade; assim, o grande desafio nem sequer é o professor, em geral alijado dessa oportunidade por conta de sua formação original deficiente precisa de conhecimento suficiente de metodologia científica, experiência de pesquisa quantitativa e qualitativa, participação em grupo de pesquisa, e assim por diante;
- III)** ambiente escolar focado na educação científica, o que indica seleção de materiais didáticos com esse espírito, também quando se trata de momentos lúdicos, isso começa na educação infantil e se a escola souber armar ambientes adequados de manejos da linguagem e experimentação científica.

**IV)** materiais dotados de inequívoca qualidade científica e não manuais simplificados, apostilas rasas, receitas prontas; embora sempre usando linguagem do nível do aluno, essa linguagem precisa se encaixar no formato científico.

Ainda quanto a letramento científico, concordo com a ideia de Chassot (2003) sobre alfabetização científica, pois ele defende a exigência de uma transformação no indivíduo. Desse modo, uma das funções do ensino de Ciências é promover o senso crítico dos indivíduos alfabetizados. Esses indivíduos não só teriam a facilidade de lerem cientificamente o mundo em que vivem, mas entenderiam a possibilidade de transformá-lo. Acredito que desta forma haveria uma intervenção do indivíduo na sociedade no sentido de transformar o mundo para melhor. A ciência, assim, pode melhorar a vida no planeta.

Para Krasilchik e Marandino (2007, p. 27), a ideia de letramento científico corresponde a uma prática de leitura e escrita para uma cultura científica. E dizem que: “[...] ser letrado cientificamente significa não saber só ler e escrever sobre ciências, mas também cultivar e exercer as práticas sociais envolvidas com as ciências; em outras palavras, fazer parte de uma cultura científica” A cultura científica aqui proclamada por esses autores implica estimular políticas públicas para o entendimento público da ciência, fomentar políticas de educação para permitir parcerias entre diferentes instituições e atores, oportunizar acesso de produção de significados sobre o conhecimento científico pela população. Dessa forma, pode-se efetivamente participar da tomada de decisão sobre o porquê e como divulgar a produção científica.

A abordagem educacional CTS tem como um de seus pressupostos, o ensino através de temas sociocientíficos, trazendo a realidade vivenciada pelos alunos para a sala de aula, possibilitando discussões em relação ao tema abordado. Dessa forma, acredito que ensinar por meio de temas sociocientíficos não é contextualizar uma situação-problema, mas sim vivenciar, compreender como o aluno percebe sua vida ser afetada dentro de seu contexto social e ter, assim, possibilidades de interferir em sua realidade ali cogitada, motivada e estimulada na aula de Ciências. Santos e Mortimer (2001, p. 107) comentam que:

A adoção de temas envolvendo questões sociais relativas à C&T, que estejam diretamente vinculadas aos alunos, nos parece ser de primordial importância para auxiliar na formação de atitudes e

valores. Para isso, parece ser essencial o desenvolvimento de atividades de ensino em que os alunos possam discutir diferentes pontos de vista sobre problemas reais, na busca da construção coletiva de possíveis alternativas de solução.

Corroborando a proposta de temas no ensino de Ciências, Brito e Gomes (2006) explicam sobre as Tendências Atuais (TA) do ensino por meio de temas, como os temas geradores de Paulo Freire, que têm como principais características a liberdade, a autonomia e a interação social, contrárias ao ensino tradicional, denominado por Brito e Gomes (2006) de Prática Dominante Atual (PDA), na qual predominam o direcionamento, a heteronomia e o isolamento social.

Para Gomes (2008, p. 56), a principal função do ensino por meio de temas é “dar condições ao aluno para desenvolver autonomia e senso crítico perante várias questões que surjam relacionadas às Ciências, Tecnologia e Sociedade.” Tem-se, assim, o envolvimento do aluno estudando Ciências com sua realidade e interagindo com seu ambiente fora da escola, com liberdade para emitir opiniões, valorizando o saber não científico para a construção do conhecimento científico, constituindo um aprendizado significativo.

Outra forma didático-pedagógica de utilizar temas foi proposta por Delizoicov e Angotti (1992) nos livros: “Metodologia do Ensino de Ciências”, tido como sugestão ao ensino fundamental do 1º ao 9º ano para a disciplina de Ciências Naturais (CN), e “Física” para o ensino médio, competente à disciplina Física. Neste último livro, o tema central proposto é a produção, a distribuição e o consumo de energia elétrica, possibilitando fornecer uma visão de extensão, de amplitude da Física.

No texto introdutório “Produção, distribuição e consumo de energia”, Delizoicov e Angotti (2012, p. 27, grifo meu) tiveram o intuito de mostrar:

De um lado, a historicidade do conhecimento construído procurando estabelecer relações entre **ciências, tecnologia e sociedade**; de outro lado, procura-se mostrar que esse conhecimento, embora não acabado, tem uma estrutura própria e que, uma vez aprendido, foi e continua sendo usado tanto em aplicações tecnológicas como nas interpretações dos fenômenos naturais e das próprias aplicações tecnológicas.

Segundo Muenchen (2010, p. 46), para elaborarem os livros “Metodologia do Ensino de Ciências” e “Física”, Delizoicov e Angotti realizaram: “[...] uma transposição didática da concepção freiriana para um contexto de educação formal

[...]”. A elaboração desses dois livros é oriunda do desenvolvimento de projetos e trabalhos com a metodologia de Temas Geradores, do Educador Paulo Freire, após longos anos ensinando as disciplinas Ciências Naturais e Física, em Guiné Bissau, na África, de 1979 a 1981, em uma comunidade rural, no Rio Grande do Sul, de 1984 a 1986 e em São Paulo, de 1986 a 1992, este último sobe a liderança do educador Paulo Freire, além da ajuda de investigadores e pesquisadores em ensino de Ciências, como Martha Pernambuco, Cristina Dal Pian, Nadir Castilho e Isaura Simões.

Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), o aspecto mais significativo da proposta de transposição da perspectiva freiriana para a educação escolar foi a introdução dessa ideia no currículo escolar tradicional.

Outra ideia importante nesta proposta metodológica são os conceitos unificadores, elementos que surgiram paralelamente aos três momentos pedagógicos e constituem-se como âncora para apropriação dos saberes. Sua função é minimizar o excesso de fragmentação de pensamentos tanto dos estudantes como dos professores (ANGOTTI, 1991; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Angotti (1991, p. 108) explica que:

Os conceitos unificadores são complementares aos Temas e carregam para o processo de ensino-aprendizagem a veia epistêmica, na medida em que identificam os aspectos mais partilhados (em cada época) pelas comunidades de Ciência & Tecnologia, sem negligenciar os aspectos conflitivos. No campo cognitivo, tais conceitos constituem ganchos teóricos que podem articular/organizar conhecimentos aparentemente distintos em níveis intra e interdisciplinar. Por consequência, minimizam o risco de fragmentação; riscos que os Temas, por si só, não conseguem minimizar ou superar.

Para Muenchen (2010, p. 127), “os conceitos unificadores são o fio condutor de um programa que, embora temático e marcado por características locais e regionais, manterá a unidade enquanto parte das ciências naturais.” Em minha concepção, os conceitos unificadores conseguem atravessar as unidades de um programa de ensino, podendo ir além e atravessar disciplinas de um amplo currículo, apresentando dessa maneira características interdisciplinares. Assim, o significado do conceito unificador se alia a outros conceitos científicos e não perde seu domínio conceitual de origem. Para Angotti (1991), os conceitos unificadores não são

fragmentadores do conhecimento científico, ao contrário, como estratégia pedagógica, eles permitem uma visão de totalidade e um alcance para atividade de cidadania:

Os conceitos unificadores podem aproximar as várias ciências, mantidos os níveis de cognição preservados. Principalmente, queremos estabelecer vínculos e estreitamentos entre cientistas, professores e currículos, para que se estabeleçam diálogos com estudantes e crianças. Mais ainda que os conteúdos sejam definidos por **TEMAS** significativos de amplo alcance e que os conceitos unificadores sejam sistematicamente utilizados para que a transferência ocorra, as desejadas apreensões ocorram, e daí o conhecimento em CN possa vir a ser um instrumento real de exercício para qualquer profissão, atividade de cidadania. Sobretudo, para que o nível de cultura elaborado seja partilhado (ANGOTTI, 1991, p. 115).

No livro “Física”, Delizoicov e Angotti (2011, p. 22) explicam que os conceitos unificadores têm a função de reduzir a fragmentação dos conteúdos permitindo uma melhor ligação da parte com o todo. Por exemplo:

Essa ligação pode ser visualizada de dois aspectos; o primeiro a natureza didática unidade, ou seja, unidades de ensino (partes) e programa (todo) O segundo de natureza epistemológica, ou seja, partes (mecânica, óptica, eletricidade...) de um conhecimento estruturado, que é a Física (todo).

Para Angotti (1991), os conceitos unificadores ou supradisciplinares indicam as totalidades parciais organizadas, conceitos que estão presentes em diversas disciplinas e que justificam o seu caráter unificador. Angotti identificou e classificou quatro conceitos supradisciplinares em atividades interdisciplinares que são: transformações, regularidades, energia e escalas. A energia, entendida dentro de sua perspectiva científica, por excelência abstrata, pode ser considerada também como um agente de transformação possível para compreensão das diversas manifestações de energia na natureza. Angotti (1991, p. 114) explica que energia é uma grandeza que baliza “as tendências de ensino que priorizam hoje a relação entre Ciências, Tecnologia e Sociedade”.

Muito embora as ideias anteriormente citadas sejam relevantes para entender o trabalho de ensinar por meio de temas, a principal contribuição de Delizoicov e Angotti diz respeito ao três momentos pedagógicos (3MP): problematização, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento (Quadro 2). Essa

proposição didática é encontrada tanto no livro “metodologia do ensino de Ciências” quanto no livro “Física”. Por conseguinte, o resultado dessa proposta de ensino rompe com o tradicional paradigma curricular, que é baseado na abordagem conceitual (MUENCHEN, 2010).

### Quadro 2 – Os três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti.

TEMA CENTRAL		
Primeiro momento	Problematização Inicial	São apresentadas questões e situação para discussão com os alunos; a problematização visa à ligação do conteúdo programático com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completamente por provavelmente não disporem de conhecimento científico.
Segundo momento	Organização do Conhecimento	Os conhecimentos científicos necessários para o tema central e da problematização inicial serão sistematicamente estudados neste momento, sob orientação do professor. São definições, conceitos, relações, leis apresentados no texto introdutório.
Terceiro momento	Aplicação do Conhecimento	Aborda sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinam o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento.

Fonte: Delizoicov e Angotti (1992), adaptado por mim

No plano pedagógico, tendo em vista a relação professor-aluno, os principais pressupostos apresentados no programa descrito no Livro “Física”, de Delizoicov e Angotti (1992), foram estabelecidos em forma de contraposições, como: **I)** Extensão e profundidade; **II)** Processo e produto; **III)** Cotidiano e distante; **IV)** Senso comum e conhecimento sistematizado; **V)** Diálogo e monólogo; **VI)** desafio e verdade. Contudo, acredito que outras situações possam advir e que nem todas essas citadas possam ocorrer no processo de ensino e aprendizagem em sala de aula, durante a execução dos três momentos pedagógicos. A seguir, delinheiro as principais características dos pressupostos pedagógicos apresentados na obra citada acima.

**I)** A extensão e a profundidade. Esse é um dos grandes problemas da ação do processo educativo, pois como se pode garantir a extensão que facilita a compreensão do conhecimento sem que não seja superficializado? Essas

dificuldades encontram-se principalmente nas questões do tempo, pois como administrar uma pequena carga horária de aulas com grande quantidade de conteúdo? Assim, o importante é o equilíbrio entre o trabalho de extensão e a profundidade; o ensino por meio de um **tema central** privilegia uma visão de conjunto, ou seja, de extensão, permitindo ao professor a opção de tratamento em profundidade dos conhecimentos estruturados em unidades e tópicos.

**II)** O processo e o produto. O primeiro privilegia o processo histórico do conhecimento científico, não os apêndices históricos e a biografia de cientistas, mas a evolução histórica da sociedade na construção do conhecimento. Os conteúdos científicos não podem ser um produto acabado encontrado nos livros didáticos. Dessa forma, o produto da construção dos cientistas é representado por uma “visão” deturpada, privilegiando o conhecimento científico como produto pronto e acabado.

**III)** O cotidiano e o distante. A ideia principal é realizar uma efetiva aproximação entre as abstrações do conhecimento científico, o que seria o distante, e suas possibilidades de aplicação em situações reais e concretas, o que corresponderia ao cotidiano do aluno.

**IV)** O senso comum e o conhecimento sistematizado. O aluno, independentemente de sua escolaridade, traz conhecimento do senso comum para escola. O professor tem a oportunidade de explicitação das duas estruturas, uma vez que o conhecimento do senso comum e o conhecimento científico podem ser conflituosos ao aluno, já que não fornecem a mesma interpretação.

**V)** O diálogo e o monólogo. O professor deve manter uma postura problematizadora durante as aulas envolvendo a participação dos alunos. Professor e aluno, mediatizados pelo problema, estariam envolvidos em um processo dialógico, evitando, assim, o discurso centralizador do professor, de “mão única” de informações.

**VI)** O desafio e a verdade. Tendo em vista a fase de desenvolvimento humano dos alunos, cultivar o questionamento, a resposta, o lúdico, a imaginação e a construção mental, respeitando as características do adolescente. Dessa forma, haverá um clima fértil para troca de saberes e aprendizagem. Na verdade, estes são os desafios tanto do professor quanto do aluno. São formas de evitar a monotonia e a aridez dos cursos de Física.

Por fim, acredito que o ensino de Ciências com enfoque CTS possibilita a discussão e o debate em sala de aula sobre problemáticas sociocientíficas do

cotidiano do aluno, promovendo tomadas de decisões individuais e coletivas para seu bem-estar social, respeitando os aspectos ambientais, característica de uma educação para a cidadania. Ainda nesse sentido, para o ensino de Ciências é relevante a leitura e a escrita do aluno sobre os assuntos científicos. A leitura para um satisfatório entendimento público da ciência e a escrita como uma manifestação crítico-reflexiva da ciência e da tecnologia na sociedade. Essas perspectivas convergem com o tema desta pesquisa, que é o consumo de energia elétrica residencial. Dentro dessa temática, o domínio conceitual de energia é o principal assunto científico a ser abordado no próximo capítulo.

### **3 A ENERGIA ELÉTRICA EM PROPOSIÇÕES NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA**

Este capítulo tem como finalidade, na seção 3.1, a exposição de concepções educacionais e de conhecimentos clássicos para o entendimento de energia, sendo este um conceito unificador cuja função é atenuar a fragmentação do ensino, apresentando característica de “agente de transformação” e, por outro lado, a compreensão de seu caráter abstrato, que necessita de uma abordagem cuidadosa para o trabalho em sala de aula com os alunos, evitando o discurso de neutralidade científica. Na outra seção, é exposta a importância de analisar as matrizes de energia elétrica para compreender o cenário do setor elétrico mundial e local, possibilitando aos alunos interpretações concretas das matrizes na atualidade

#### **3.1 O entendimento de energia**

No Ensino Fundamental, a compreensão do ente físico energia contribui como um articulador para o entendimento do conhecimento científico em outras áreas disciplinares, como a Biologia, a Química, a Geografia, a História e a Linguagem. Esse conhecimento é fundamental para uma relação com outros pensamentos científicos futuros no Ensino Médio, sendo aproveitado, ressignificado ou desconstruído. A construção do conhecimento científico sobre energia é importante também para a convivência humana em sociedade, para a compreensão das construções tecnológicas e para as intervenções na melhoria da qualidade de vida individual e coletiva (ANGOTTI, 1991).

O assunto Energia, particularmente energia elétrica, tem merecido atenção de líderes políticos e da iniciativa privada, sobretudo para o estabelecimento de políticas públicas em relação à produção, à transmissão e à distribuição de energia elétrica, e para o desenvolvimento econômico de uma nação. Por sua vez, as instituições de educação e as indústrias desenvolvem projetos de eficiência energética de aparelhos tecnológicos e de metodologias educacionais para a sensibilização sobre o consumo de energia elétrica (REIS E SILVEIRA, 2012).

O tema energia, em educação científica, com a perspectiva CTS, tem sido explorado em diversos tratados científicos, desde artigos de revistas científicas da área de educação até dissertações e teses, investigando subtemas como: o significado de energia na educação; as controvérsias na implantação de fontes de

energia, como hidrelétricas e usinas nucleares; o incentivo para a construção de fontes alternativas de energia, como a eólica e a solar; o uso racional de energia elétrica; e os aspectos relacionados à energia e à sustentabilidade. Esses trabalhos científicos se coadunam com as ideias e projetos da Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (DESD), promovida pela Organização das Nações Unidas para Educação, Ciências e Cultura - UNESCO, cujo objetivo fundamental é a promoção à alfabetização e à cultura científica (BERNARDO, 2008; DIAS; BALESTIERI; MATTOS, 2005; PRESTES; SILVA, 2009; ASSIS; TEIXEIRA, 2003; PINHEIRO; SCHIRLO; SILVA, 2009; MONTENEGRO, 2008; RAMOS, 2011; UNESCO, 2005).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, de Ciências Naturais, das séries finais do ensino fundamental, oferecem uma proposta de ensino para os alunos desenvolverem a capacidade de “Compreender as relações de mão dupla entre o processo social e a evolução das tecnologias à compreensão dos processos de transformação de energia, dos materiais e da vida” (BRASIL, 1998, p. 90). Neste caso, no ensino de ciências, para o 9º ano do ensino fundamental, a definição de energia não pode ser compreendida apenas como formas de energia, por exemplo, energia elétrica, eólica, nuclear, dentre outras, mas como um processo de transformação e suas implicações com a tecnologia e a sociedade e os impactos no meio ambiente. Assim, os PCNs estabelecem como sugestão:

A comparação do funcionamento das hidrelétricas com as termoelétricas (vapor aquecido pela queima de combustível, no lugar de queda-d'água), com o funcionamento das termonucleares (vapor aquecido por reações nucleares) proporciona estudos de diferentes conteúdos. Está em pauta a discussão sobre as transformações das formas de energia, sua origem, os recursos tecnológicos necessários às transformações. Com especial interesse, são enfocados os problemas de impacto ambiental ligados aos diferentes modos de obter energia, tema que pode ser trabalhado com auxílio de interpretação e debate de artigos de jornal e revistas de circulação nacional, enfocando-se casos específicos de inundação para construção de barragens, vazamento de material radiativo e os riscos que representam ao ambiente e à saúde do ser humano (BRASIL, 1998, p.109)

Outra proposta dos PCNs é de:

Investigação de processos de extração e produção de energia e substâncias obtidas por diferentes tecnologias tradicionais ou

alternativas, sua transformação na indústria de produção de bens, valorizando a preservação dos recursos naturais (BRASIL, 1998, p.111).

Portanto, o caráter de referência nacional dos PCNs não pode ser confundido como um documento oficial de prescrição dos conteúdos curriculares nacionais. Dessa forma, eles foram expostos aqui como fundamentação teórica para execução das aulas de ciências, uma vez que convergem para as teorias propostas neste trabalho de dissertação, além de estarem de acordo com a abordagem CTS e com os três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti.

Dentro dos conceitos clássicos contemporâneos para energia, o cientista Feynman (2008, p. 91) responde “o que é energia?” em seu livro “lições de Física”, por meio da lei da conservação de energia. Escreve que essa lei governa todos os fenômenos naturais:

Segundo ela, há certa quantidade denominada energia, que não muda nas múltiplas modificações pela quais passa a natureza. Trata-se de uma ideia extremamente abstrata, por ser um princípio matemático; diz que há uma grandeza numérica que não se altera quando algo acontece. Não é a descrição de um mecanismo ou de algo concreto; é apenas um fato estranho de que podemos calcular um certo número e, quando terminamos de observar a natureza em suas peripécias e calculamos o número de novo, ele é o mesmo.

Para Feynman, Leighton e Sands (1977), a comunidade científico-tecnológica não dispõe de uma única definição de energia. Segundo esses autores, o que dificulta a conceituação de energia é o fato de ela se apresentar de diferentes formas. Ainda dentro de conceitos clássicos, pode-se definir energia em relação ao conceito de trabalho. Para Hewitt (2011), energia, fisicamente, é a propriedade de um sistema que o capacita a realizar Trabalho e, por sua vez, Trabalho é o esforço sobre algo que fará a energia variar. Compreensível, portanto, aos alunos dos anos finais do Ensino Fundamental.

Para Doménech (2007, p. 46), o estudo da concepção de energia deve ter caráter ampliado para poder subsidiar outros campos do conhecimento aparentemente independentes. A compreensão significativa do conceito de energia exige superação do “reducionismo conceitual”. E oferece como sugestão, para aprendizagem do aluno, o ensino por meio da pesquisa, integrando dimensões conceituais, procedimentais e axiológicas. Dentro do tratamento qualitativo para

compreensão de energia, Doménech (2004) comenta que se deve evitar expressões como: “transformação de uma forma de energia em outra”. Deve ficar claro que o que ocorre é uma modificação da configuração do sistema. Dessa forma, o educando se aproxima da compreensão do entendimento abstrato de energia.

Pesquisas nacionais comprovam que alunos do ensino fundamental (crianças, jovens e/ou adultos) que passaram pelo ensino formal concebem energia como algo material e concreto, como uma substância que pode ser armazenada e transferida. Nesse sentido, pesquisadores nacionais e pesquisadores internacionais apontam para o mesmo resultado de que as concepções de energia por alunos de ciências apresentam características de senso comum, ou de concepções alternativas, ratificando principalmente a ausência de abstração sobre o conceito de energia (TRUMPER, 1993; WATT; GILBERT, 1985; SOLOMOM 1982; BORGES; BARBOSA, 2006; HENRIQUE, 1996).

Segundo Jacques (2008), com base na literatura científica nacional e internacional, pode-se classificar a concepção de energia por alunos de 13 a 18 anos como:

- I) Antropocêntrica:** Energia relacionada aos seres humanos.
- II) Reservatório:** alguns objetos possuem Energia armazenada e liberam-na sob certas condições.
- III) Substância (ingrediente):** Energia é um ingrediente “adormecido” dentro dos objetos, que são ativados por um dispositivo de disparo.
- IV) Atividade:** Energia como uma atividade óbvia, no sentido de que, havendo atividade, há Energia.
- V) Produto:** Energia é um subproduto de um estado ou de um sistema.
- VI) Funcional (combustível):** Energia vista como uma ideia muito geral de combustível associada a aplicações tecnológicas que visam proporcionar conforto para o homem.
- VII) Fluido:** Energia vista como um tipo de fluido transferido em certos processos.

Dentro da proposta de ensino conceitual sobre energia, o livro didático e a História da Ciência são fatores importantes para aprendizagens dos alunos. Para Jacques (2008), a principal concepção dos livros didáticos por ele pesquisados, no 9º ano do ensino fundamental, em relação à energia, é a ideia de substancialização, que não favorece a ideia de abstração. Como já dizia Angotti (1991), quanto à

definição de energia, essas situações mais se assemelham a um senso comum maquiado do que a um conhecimento científico que se estrutura e se enriquece dinamicamente.

Segundo Jaques (2009), os livros didáticos também negligenciam os aspectos relativos à História das Ciências necessários à compreensão do significado de energia. Nesse sentido, Peduzzi (2005, p.155) afirma que “toda a opção didática da História da Ciência tem um imbricamento inevitável com a Filosofia da Ciência, não existem escolhas neutras”. Dessa maneira, Jaques (2009) oferece como sugestão aos produtores de livros, apostilas, materiais didáticos e aos professores um aprofundamento teórico de energia, dentro dos aspectos sociológicos e filosóficos, que não utilize uma história caricaturada do processo histórico. Assim, é importante que os professores e editores privilegiem os processos de construção do conhecimento e não exclusivamente os produtos da Ciência. Dessa forma, as propostas descritas acima contribuem para que os alunos percebam uma construção humana do conceito de energia e não uma forma sobre-humana, pronta, imutável e inquestionável. Portanto, quanto ao ensino do significado de energia no ensino fundamental, Jaques (2009) orienta aos profissionais da área que evitem definições do conhecimento científico que levem a compreendê-lo como fechado e acabado, neutro, sem significado histórico, filosófico, político e econômico envolvido.

Segundo Bucucci (2006), em um sentido histórico, o termo energia teve várias denominações, como Ímpeto, *Vis Viva*, Flogístico e Calórico. A construção dessas teorias predecessoras foi associada principalmente ao estudo do “movimento” e ao estudo do “calor”. A integração desses estudos apontou para o entendimento científico de energia na atualidade.

Para Rocha (2002), a energia foi denominada por Galileu, no século XVII, de Ímpeto, devido a impactos ou choques pela força gravitacional entre dois corpos. Após longo período de metódica experimentação com corpos em movimento, Galileu anunciou a conservação da quantidade de movimento, em seu clássico livro “Duas Novas Ciências”, no qual a conservação de quantidade de movimento foi um prelúdio para a Lei da Conservação de Energia em uma época em que os dogmas e verdades da igreja católica determinavam a vida de todos, inclusive na Ciência.

Rocha (2002) também comenta que, um século depois, o matemático e filósofo Gottfried Leibniz, em conflito com as ideias científicas de René Descartes, discorda e confronta o conceito de “quantidade de movimento”, que está relacionado

à energia. Diante desta situação, Leibniz propõe para energia o termo *Vis Viva*, que em português significa força viva, e, por meio de cálculos, verificou as colisões perfeitamente elásticas da conservação da quantidade de movimento. Nessa época, prevaleciam na filosofia a razão cartesiana e o vislumbamento da lógica matemática. O termo *Vis Viva* será substituído por Energia, termo proposto em 1807 pelo médico e físico Thomas Young e utilizado até hoje para designar a força que existe no organismo humano.

Quanto à ideia de natureza do calor como trajetória para compreender a energia, está envolvida uma investigação que remete ao fogo, à combustão. Segundo Auth e Angotti (2001), o alquimista e médico alemão Georg Ernst Stahl, no século XVIII, deu o nome de Flogístico para o “princípio do fogo”. Assim, todos os corpos eram passíveis de combustão e apresentavam o flogístico, que era liberado durante a queima. Para Bucussi (2006), apesar da ideia de flogístico, muitos cientistas iluministas, como Francis Bacon, Johannes Kepler e Robert Boyle, com base nos escritos de Platão e Aristóteles, eram contrários à ideia de flogístico, afirmando que “o calor é uma forma de movimento”.

Segundo Rocha (2002), a teoria do flogístico se manteve até a revolução química, que teve as contribuições de Antonie Laurent Lavoisier e seus trabalhos com experiências com gases, em que conseguiu evidenciar que o ar apresentava massa e era formado por elementos químicos, dentre eles o oxigênio, que participava de combustões. A partir dessa experiência de combustão, chega-se à lei de conservação das massas, segundo a qual “no universo nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”. Lavoisier apresentou em seu livro “Elementos de Química”, em 1789, uma substância denominada de “calórico”, relacionada ao calor e identificada como um fluido. O declínio da teoria do calórico ocorreu por se evidenciar que o calor é resultado dos movimentos microscópicos, comprovados por experiência e tratados do físico alemão Reichsgraf Von Rumford e do físico inglês James Prescott Joule.

A integração de campos de saberes, no século XIX, como a mecânica clássica e o estudo do calor, contribuiu para o desenvolvimento científico da termodinâmica, terreno fértil para a elaboração do Princípio da Conservação da energia. Segundo Kuhn (2009), a hipótese sobre a conservação de energia foi publicamente anunciada por quatro cientistas: o físico britânico James Joule, o físico austríaco Ludwig Boltzmann, o engenheiro dinamarquês Colding e o físico alemão

Von Helmholtz, todos trabalhando simultaneamente pela construção dessa teoria. Suas descobertas foram feitas de forma independente e todos falavam de um mesmo aspecto da natureza. Por meio desse breve histórico, pode-se perceber que a concepção atual de energia emergiu a partir do estabelecimento da lei da conservação de energia.

Outro aspecto histórico relevante para o significado de energia é a relação do homem com o consumo de energia em seu cotidiano. De acordo com Goldenberg e Lucon (2012), a energia sempre foi utilizada ao longo da existência do homem para sua sobrevivência e, nos últimos dez mil anos, como símbolo de poder, de disputa de territórios entre países, sendo uma necessidade premente do ser humano.

Segundo Goldenberg e Lucon (2012), os aspectos históricos da relação do homem com a energia vêm desde o homem primitivo do leste africano há, aproximadamente, um milhão de anos. Nesse período, o homem não tinha controle sobre o fogo e, praticamente, sua única forma de obtenção de energia era por meio dos alimentos, consumindo aproximadamente 2.000 Kcal/dia, para sua sobrevivência.

O homem caçador da Europa, de cem mil anos atrás, já utilizava o calor pela queima de madeira para aquecer os alimentos. Nessa época, registra-se um forte impacto ambiental, pois quase toda a Europa estava sendo desflorestada para aquisição de madeira. Em outro momento da História, o homem agrícola da Mesopotâmia, há cerca de 5.000 a.C. já utilizava como transporte a energia de animais de tração, como o cavalo e o boi (GOLDENBERG E LUCON, 2012).

Já na Idade Moderna, o homem começa a utilizar o carvão mineral (um tipo de combustível fóssil, para aquecimento de interiores) e a energia mecânica das quedas da água e do vento, para moer grãos. Um dos grandes avanços em tecnologia foi a máquina a vapor e o motor a combustão interna. Nesse momento, o ser humano já é classificado como homem industrial, na chamada Primeira Revolução Industrial (GOLDENBERG E LUCON, 2012).

O homem tecnológico é revelado a partir do século XX e está vinculado a uma dependência cada vez maior de energia, sendo a energia elétrica sua principal peculiaridade, proveniente de várias outras fontes de energia, como energia nuclear, eólica, biomassa, de marés e solar e registra-se, também, o crescimento no uso do petróleo após 1950. O consumo de energia do homem tecnológico é, aproximadamente, dez vezes maior do que o do homem primitivo, pois a tecnologia

cada vez mais utiliza circuitos elétricos internos e máquinas elétricas, símbolos da modernidade, culminando com a construção do carro a motor e com a utilização de derivados de petróleo (REIS; SILVEIRA, 2012; GOLDENBERG; LUCON, 2012).

Portanto, acredito que o ensino e a aprendizagem para o entendimento sobre energia deva acontecer, no 9º ano do ensino fundamental, dando-se ênfase ao aspecto qualitativo de energia, possibilitando o ensino do assunto como uma propriedade da natureza com significado abstrato, que atua de diferentes maneiras, à medida que o sistema se modifica.

Assim, o ensino de energia, em Ciências, também se justifica como um conceito unificador, pois ele vislumbra aspectos históricos da ciência, e consequentemente filosóficos e sociológicos, para o entendimento do conceito de energia. O aluno deve ser envolvido em cultura científica para o estabelecimento da compreensão de energia. Desse modo, as estratégias CTS como investigação científica do assunto, a pesquisa no contexto sócio-histórico, as sessões de questionamentos com a finalidade de estimular a argumentação crítica das contradições do meio social em que o aluno vive, as práticas atuais de palestras com fóruns e debates convergem para a compreensão do significado de energia.

### **3.2 Matriz da energia elétrica mundial e local**

Acredito que o estudo da matriz energética, no 9º ano do ensino fundamental, é justo, pois possibilita ao aluno a compreensão do conjunto de fatores relacionado à energia, como o agente de transformação, as tecnologias ligadas às fontes geradoras, a quantificação da produção de energia, os impactos socioambientais envolvidos e o planejamento energético para o futuro. Além disso, o aluno realiza uma leitura matemática dos gráficos, tabelas e esquemas para fazer uma interpretação da realidade local, nacional e mundial. Ramos (2011) afirma que a matriz energética pode ser explorada para fins didáticos, desde que o professor proponha atividades tanto para construção de matriz energética como de leitura da matriz, com objetivo de nortear discussões sobre sustentabilidade, projeções ao futuro e impactos socioambientais.

Borges e Zouain (2010) explicam que a matriz energética está vinculada à matriz de energia elétrica, uma vez que toda forma de energia primária pode ser transformada em energia elétrica. Assim, “a matriz energética é a descrição de toda

geração e consumo de um país ou região, discriminada quanto às fontes de produção e setores de consumo para uma situação futura” (BORGES E ZOUAIN, 2010, p. 3).

O estabelecimento da matriz energética de uma localidade permite uma leitura da conjuntura energética global e o planejamento de políticas públicas para o acesso deste insumo a toda a população. Ainda para o entendimento de matriz energética, Borges e Zouain (2007) dividem em quatro partes a energia para construção da matriz energética, como demonstrado no Quadro 3.

### Quadro 3 – Divisão da matriz energética.

Energia Primária	Compreende os produtos energéticos gerados pela natureza em forma direta, como petróleo, gás natural, carvão mineral, energia eólica e solar etc.
Energia Secundária	Compõe-se de produtos energéticos resultantes dos diferentes centros de transformação e possui como destino os diversos setores de consumo, como energia elétrica.
Transformação	Envolve todos os centros onde as energias primárias e secundárias se transformam em uma ou mais formas de energia secundária.
Consumo Final	No qual se registram os diversos setores de atividade econômica que, no último estágio, se alimentam deste insumo.

Fonte: Adaptado e modificado de Borges e Zouain (2007, p.193)

Assim, as fontes de energia são consideradas um dos elementos para o estabelecimento da matriz energética. Elas se caracterizam pela transformação da energia primária em secundária e são categorizadas como não renováveis (quando a natureza não tem condições de repor no mesmo tempo de consumo) e renováveis (quando a reposição é realizada pela natureza em curto período e com poucos impactos ambientais). O Quadro 4 mostra a relação das fontes de energia com energia primária e secundária. (BORGES; ZOUAIN, 2007).

**Quadro 4 – Fontes de Energia**

FONTES DE ENERGIA	TIPOS DE ENERGIA	ENERGIA PRIMÁRIA		ENERGIA SECUNDÁRIA
NÃO RENOVÁVEIS	Fósseis	Carvão Mineral		Termoeletricidade, calor, combustível.
		Petróleo e derivados Gás Natural		
	Nuclear	Materiais Fósseis		Termoeletricidade e calor
RENOVÁVEIS	Tradicionais	Biomassa primitiva: lenha de desmatamento		Calor e Hidrelétricas
	Convencionais	Potenciais hidráulicos de médio e grande porte		
	Modernas	Potenciais hidráulicos de pequeno porte, Biomassa moderna: lenha replantada, cultura energética (cana-de-açúcar e óleos vegetais).		Biocombustíveis (etanol, biodiesel), termoeletricidade, calor.
		Outras	Energia solar	Calor, eletricidade fotovoltaica
			Eólica	Eletricidade
			Maremotriz	Eletricidade
	Geotermal		Calor e eletricidade	

Fonte: Goldenberg e Lucon (2012, p.69)

A energia elétrica é tida como energia secundária e está envolvida em todo o processo de transformação, a partir de energia primária, e tem grande influência na economia mundial como consumo final. A construção da matriz energética é proporcionada pelo balanço energético de uma localidade ou do mundo. As principais instituições responsáveis por realizar essa contabilidade são: Agência Internacional de Energia (AIE), sediada em Paris, que tem como objetivo apontar melhores condições de obtenção e tratamento de energia no mundo; Departamento de Energia dos Estados Unidos e da inglesa British Petroleum, dentre outros. No Brasil, o Balanço Energético Nacional (BEN) é elaborado, anualmente, pela

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). No estado do Pará, é feito pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Mineração e Energia do Estado do Pará (SEDEME) (GOLDENBERG; LUCON, 2012; REIS; FADIGA; CARVALHO, 2010).

O balanço energético é realizado por meio de contabilidade dos números de produção e consumo de energia. Estes balanços são como fotografias, analisados anualmente, para avaliar a evolução ou decréscimo da produção e do consumo de energia. Esse balanço contábil é uma importante ferramenta para as políticas públicas de uma nação, de um estado ou localidade. De acordo com Goldemberg e Lucon (2012), o balanço energético é imprescindível para analisar:

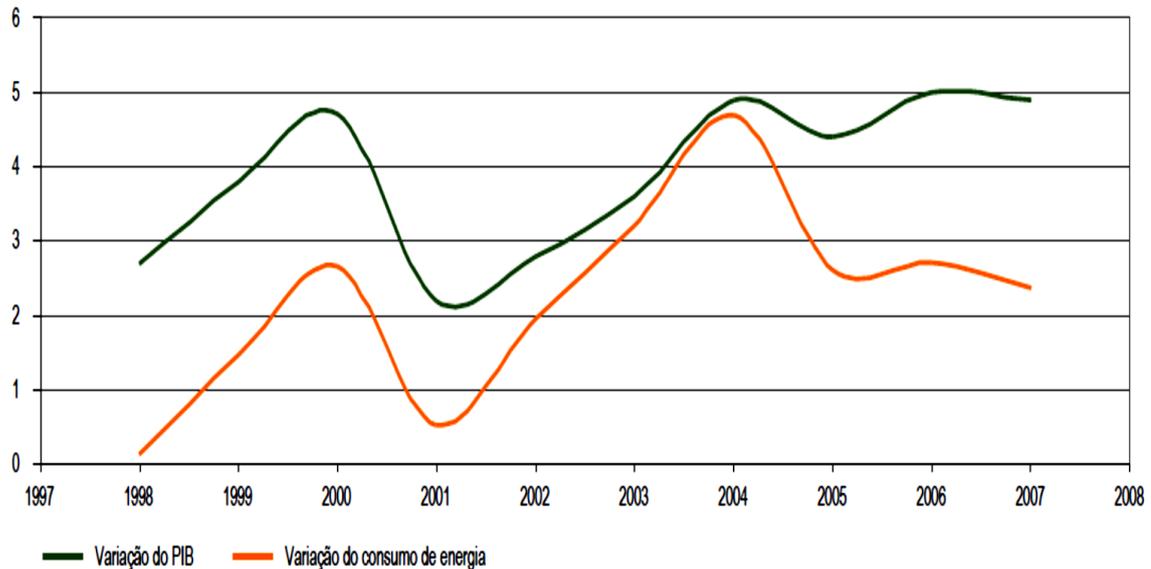
**I)** comportamento retrospectivo e prospectivo (tendências futuras); **II)** a participação de cada energético (exemplo, petróleo) ou grupo energético (renováveis) na matriz; **III)** a autossuficiência em energia, a dependência externa e o comércio exterior (produção, importação, exportação); **IV)** a eficiência nos processos de transformação de energia primária em secundária; **V)** a distribuição do consumo de energéticos por setor (GOLDEMBERG; LUCON, 2012, p. 74, enumeração minha).

O conhecimento da Matriz Elétrica, na Educação, é necessário para o planejamento da Política Nacional de Educação, e a leitura dessa matriz energética deve ser atualizada pelos educadores para o estabelecimento de currículos educacionais em seus planejamentos, de modo a estabelecer a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade pelo aluno, no contexto de sua realidade local e mundial quanto à energia.

Segundo o atlas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (BRASIL, 2012a), o consumo de energia elétrica é um dos indicadores de desenvolvimento econômico e da qualidade de vida, portanto a energia elétrica tem significativa influência no Produto Interno Bruto (PIB) de uma nação e no seu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), conforme demonstrado no Gráfico 1, que apresenta a variação do PIB mundial e o consumo de energia. O consumo de energia *per capita*<sup>4</sup> anual médio, no mundo, nos cinco últimos anos, de 2005 a 2010, segundo *Beyond Petroleum*, foi de aproximadamente 1,77 tep<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> Consumo de energia *Per capita* (esse último termo, do latim, significa “por cabeça”) corresponde ao consumo de energia por cidadão em um determinado tempo.

<sup>5</sup> Segundo a ANEEL (2012a), Tonelada equivalente de petróleo (tep) é uma unidade de medida de calor. 1 tep equivale a 10.000 Mcal.

**Gráfico 1 - Variação do PIB mundial e o consumo de energia**

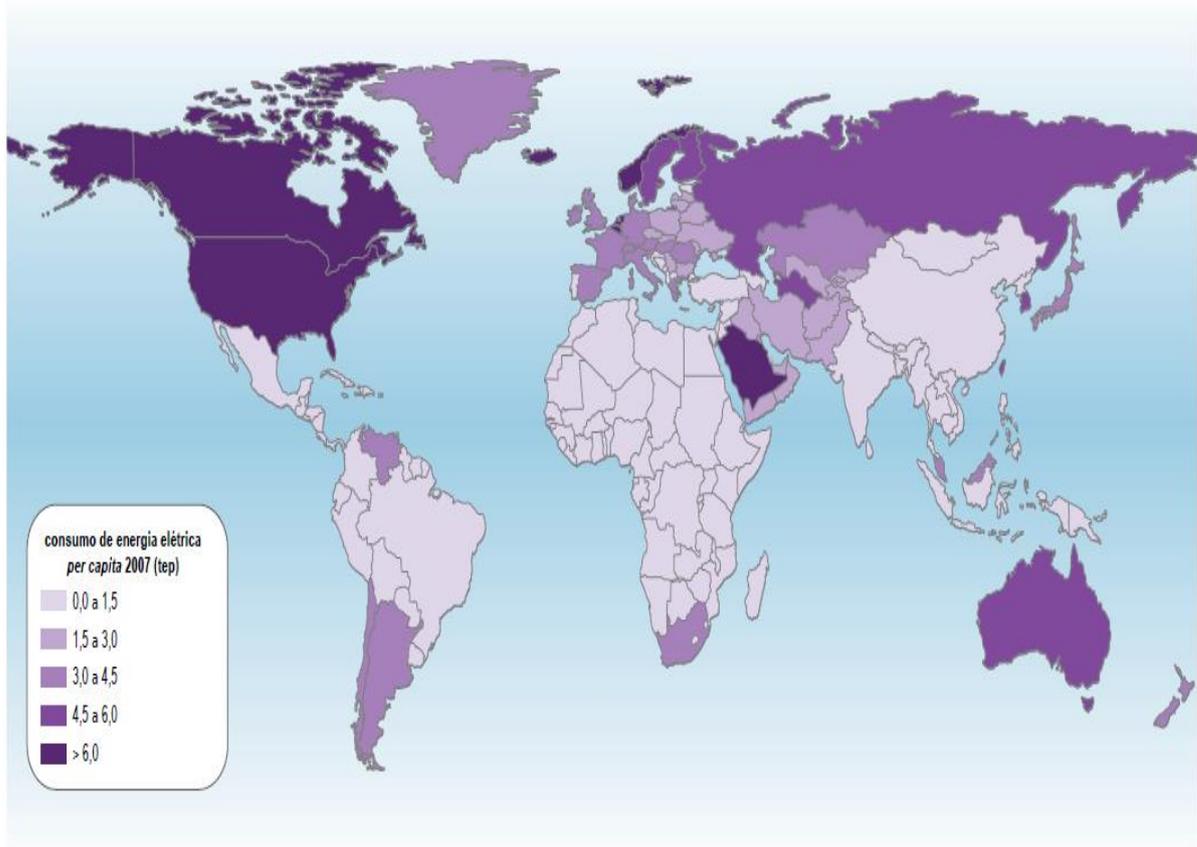
Fonte: ANEEL (BRASIL, 2012a)

De acordo com o Gráfico 1, em 2001 e em 2005, o mundo passou por crises econômico-financeiras, diminuindo o PIB das principais potências mundiais. No mesmo período, a variação acumulada de energia reduziu, reflexo da diminuição de produtos industrializados e conseqüentemente de energia que supre as necessidade das indústrias.

Os países industrializados da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)<sup>6</sup> apresentam 18,3% da população mundial, e têm como consumo médio de energia aproximado 4,3 tep, enquanto 81,7% da população mundial estão em países em desenvolvimento e o consumo de energia médio é de 0,91 tep, como mostra a Figura 1 (BRASIL, 2012a; GOLDEMBERG; LUCON, 2012).

<sup>6</sup> Segundo a ANEEL (BRASIL, 2012a), são trinta os países da OCDE: Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, República Tcheca, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Islândia, Irlanda, Itália, Japão, Coreia, Luxemburgo, México, Países Baixos, Nova Zelândia, Noruega, Polônia, Portugal, República Eslovaca, Espanha, Suécia, Suíça, Turquia, Reino Unido e Estados Unidos.

**Figura 1 – Consumo de Energia Elétrica *Per Capita* 2007.**



Fonte: Brasil (2012a, p. 41)

Assim, compreender a matriz energética é analisar a produção e o consumo de energia, o que permite estimar as emissões brutas de gases do efeito estufa e outros poluentes, os impactos ambientais do aquecimento global, os atingidos por barragens das grandes fontes de energia hidráulica e o perigo dos acidentes em usinas nucleares. Por outro lado, compreender também que o desenvolvimento econômico de uma nação está atrelado à produção de energia.

Como integrar um bem básico, que é a energia, ao desenvolvimento? O desenvolvimento sustentável de energia possibilitaria o bem-estar de toda uma população? Esses questionamentos podem ser respondidos por diferentes atores da sociedade, como alunos, cientistas e políticos. Essas diferentes vozes formam o que existe de controvérsias em ciências, que podem ser debatidas no espaço de sala de aula.

Segundo Reis e Silveira (2012), de 30% a 40% da energia usada no mundo são utilizados na forma de eletricidade. Dessa maneira, a questão do setor elétrico é parte fundamental de qualquer estratégia visando ao desenvolvimento sustentável da humanidade.

A energia elétrica está na dependência de grandes investimentos da iniciativa privada e de políticas públicas para o estabelecimento, controle e financiamento do setor elétrico no tocante à geração, à transmissão e à distribuição de energia.

De acordo com Reis e Silveira (2012, p. 40), “Fontes renováveis são mais adequadas a um desenvolvimento sustentável, mas respondem por uma parte pequena na matriz energética mundial”. Para obter uma matriz fortemente renovável, é necessário o estabelecimento de incentivos financeiros que permitam uma maior penetração de novas tecnologias renováveis no mercado e políticas públicas que reduzam a utilização de combustíveis fósseis para geração de energia elétrica.

Conforme Goldenberg e Moreira (2005), as fontes energéticas são essenciais para o desenvolvimento econômico e sustentável no Brasil. As fontes renováveis são consideradas alternativas mais satisfatórias ao desenvolvimento sustentável e o Brasil tem o privilégio de tê-las e usá-las, pois a matriz de energia elétrica é dominada pela tecnologia de transformação de energia hidráulica.

Bermann (2003) diz que a geração de energia por hidrelétricas não produz resíduos que causem impactos ambientais, porém grande extensão de terras ocupadas pelos imensos reservatórios de água extinguirá várias espécies de animais e plantas, causando distúrbios ambientais.

Conforme Reis e Silveira (2012), o uso final de energia elétrica se caracteriza pelo processo que começa pela cadeia energética das tecnologias envolvidas no processo de transformação de fontes de energia primária (carvão, petróleo e hidro) em energia secundária, no caso energia elétrica. O consumidor está na ponta desse processo e obtém das tecnologias a energia de alimentação, como a energia elétrica, a qual é transformada em energia útil por meio de uma tecnologia de uso final. Essas tecnologias, também denominadas de tecnologias de uso final, são representadas pelos instrumentos físicos que permitem sua operação, como lâmpadas incandescentes ou fluorescentes.

Para Reis e Silveira (2012), o uso final de energia elétrica pode ser entendido como o consumo nos segmentos industriais, comerciais e residenciais e não tem contribuído tanto para o processo de desenvolvimento sustentável devido ao

desperdício, que pode ser encontrado nos três setores. Os mesmos autores dizem que:

Embora os avanços tecnológicos constantes permitam uma maior eficiência na prestação de serviços energéticos com menor nível de energia consumida, **ainda os usos finais da energia comportam alto nível de desperdício. Isso está ligado à pouca importância que se dá aos usos finais da energia enquanto hábito de uso e cultura do consumo**, os quais determinam em grande parte a quantidade de energia necessária. Calcula-se, no contexto da avaliação global do uso da energia, que somente um terço da energia utilizada seria necessária para atender à demanda atual (REIS E SILVEIRA, 2012, p. 162, grifo meu).

Tendo em vista o excerto acima, são comuns os incentivos para conservação de energia elétrica quando a sociedade, como um todo, se depara com a percepção concreta da escassez de um determinado recurso natural para produção de energia elétrica. Reis e Silveira (2012) afirmam que o poder político tem como proposta de preservação de recursos naturais para geração de energia elétrica a economia de mercado, nos usos finais de energia elétrica, estabelecendo variações de oferta e procura que são refletidas nas variações de preço e, por conseguinte, a regularização do mercado para conservação de energia. Isso se traduziria na elevação da tarifa de energia elétrica paga pelo cidadão, devido à utilização de recurso natural não renovável, como combustíveis fósseis.

As fontes energéticas para geração de energia elétrica podem apresentar impactos com maior ou menor intensidade ao meio ambiente. Segundo Reis e Silveira (2012), os diversos processos de conservação de energia elétrica podem ajudar na preservação do meio ambiente, como as técnicas de conservação de energia passiva e ativa.

Reis e Silveira (2012) classificam as técnicas passivas como aquelas auxiliares à conservação de energia elétrica e ao conforto humano, muito utilizadas em educação, arquitetura e engenharia, como o uso da luz solar para iluminação, a direção de ventos locais para ventilação e ambientalização, juntamente com a produção de sombras pela vegetação circunvizinha. Uma das principais áreas de atuação de conservação de energia elétrica é a Educação. Nesse sentido, acredito que o estudo das matrizes de energia possibilita a análise e a interpretação pelos alunos sobre a conservação de energia elétrica e sobre o diálogo de energia elétrica e o desenvolvimento sustentável.

As técnicas ativas dizem respeito ao desenvolvimento de tecnologias com objetivo de eficiência energética dos aparelhos eletrônicos.

Portanto, o entendimento de energia como um conceito unificador é imprescindível a este trabalho. No âmbito pedagógico, a energia é um articulador da proposta deste ensino, por meio da temática, consumo de energia elétrica residencial, reivindicando os aspectos históricos sobre a energia, possibilitando ao aluno o letramento científico e tecnológico dentro das estratégias de ensino da abordagem CTS.

## 4 CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

Este capítulo registra os procedimentos metodológicos, apresentando a modalidade da investigação, o tipo de pesquisa, assim como os motivos da escolha do local da pesquisa, da série de ensino, os instrumentos para coleta das informações e estratégias para interpretação e elucidação dos dados.

A modalidade desta pesquisa é qualitativa. Segundo Bogdan e Biklen (2011), a investigação qualitativa na educação se caracteriza mais pelo processo do que pelo produto dos resultados obtidos. O desenrolar desse modo de investigação ocorre em um ambiente natural, ou seja, tem como fonte direta de coleta de dados a sala de aula, a escola, nas quais o investigador é o instrumento principal, tentando elucidar as questões educacionais.

O “significado” é outra característica importante da pesquisa qualitativa, pois o investigador está interessado em saber como diferentes pessoas dão sentidos às coisas, às suas vidas e à vida em sociedade. De acordo com Triviños (2011, p. 30), o “significado” é essencial para uma investigação qualitativa, pois o pesquisador busca as raízes desse “significado”, as causas de sua existência, suas relações, em um quadro amplo do sujeito social e histórico. Nesse sentido, pode-se “[...] compreender o desenvolvimento da vida humana no devir dos diversos meios culturais”.

O tipo de abordagem qualitativa apresentado nesta pesquisa é caracterizado como pesquisa-ação. Segundo Thiollent (2011), o pesquisador desempenha um papel ativo na realidade dos fatos observados. Os sujeitos da pesquisa são denominados de agentes ou atores. A pesquisa-ação é considerada quando:

**a)** há uma ampla e explícita interação entre os pesquisadores e pessoas implicadas na situação investigada; **b)** desta interação resulta a ordem de prioridade dos problemas a serem pesquisados e das soluções a serem encaminhadas sob forma de ação concreta; **c)** o objeto de *investigação* não é constituído pelas pessoas e sim pela situação social e pelos problemas de diferentes naturezas encontrados nesta situação; **d)** o objetivo da pesquisa-ação consiste em resolver ou, pelo menos, em esclarecer os problemas da situação observada; **e)** há, durante o processo, um acompanhamento das decisões, das ações e de toda atividade intencional dos atores da situação; **f)** a pesquisa não se limita a uma forma de ação (risco de ativismo): pretende-se aumentar o conhecimento dos pesquisadores

e o conhecimento ou “nível de consciência” das pessoas e grupos considerados (THIOLLENT, 2011, p. 22).

Para Thiollent (2011), na área educacional a pesquisa-ação promove a participação dos usuários do sistema escolar na busca de soluções dos seus problemas com as terminologias e linguagens científicas para elaboração do documento científico. Todavia, durante a investigação, os objetivos da pesquisa devem ser (re)afirmados e afinados nos contatos com as situações abertas ao diálogo, em linguagem coloquial.

As ações estabelecidas por mim, como professor-pesquisador, estavam de acordo com a proposta de Thiollent (2011), pois, para a fase de investigação da pesquisa-ação, foram proporcionados debates sobre o uso da eletricidade pelos educandos em suas residências, com o intuito de levá-los a refletir sobre seus hábitos com relação ao consumo de energia elétrica em seu cotidiano.

O processo de ensino e aprendizagem estava associado à geração de dados empíricos sob forma de questionamentos e observação. Outro momento baseado na pesquisa-ação de Thiollent (2011) foi a (re)construção do caráter conscientizador. Em sala de aula, esse processo não é de propaganda, e sim de um canal de comunicação dos meios estudados. Assim, o aprendizado ocorre pela interação dos debates dos “mais esclarecidos” com os “menos esclarecidos”, constituindo-se em uma das ações dos educandos como atores da pesquisa no processo de transformação da pesquisa-ação.

A pesquisa foi analisada a partir das minhas considerações como pesquisador, durante a execução das aulas com enfoque CTS, por meio do tema consumo de energia elétrica, assim como das minhas considerações sobre as transformações ocorridas nos atores envolvidos na pesquisa. Franco (2005) comenta que na pedagogia da pesquisa-ação essas transformações são necessárias tanto para o pesquisador como para o grupo social, neste caso, os alunos, em decorrência de um processo que valoriza a construção cognitiva da experiência e a aplicação da estratégia de ensino CTS, apoiada por reflexões críticas coletivas com a finalidade de emancipação dos atores envolvidos, a favor do exercício de sua cidadania.

A investigação foi realizada durante a execução do minicurso “Eletricidade: consumo, tecnologias e implicações na abordagem educacional CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente)”, em uma escola pública do estado do Pará,

para uma turma de alunos do 9º ano do ensino fundamental, da disciplina de Ciências Físicas e Biológicas. A escolha do 9º ano para o desenvolvimento do minicurso foi por abordar, em seu currículo, a eletricidade como conteúdo de Física.

A escola fica localizada em um bairro nobre da região central do município de Belém e se caracteriza por ser de tempo integral, ou seja, os alunos ficam na escola nos períodos da manhã e da tarde.

A turma investigada era composta por 40 alunos, no início do minicurso. No segundo semestre, foram matriculados mais dois, totalizando 42 alunos. Porém, houve transferência de sete alunos para outras escolas, cinco alunos não tiveram presença suficiente e três não trouxeram o Termo de Livre Consentimento. Ao final, participaram de forma efetiva do curso 27 alunos. Os alunos desta pesquisa tinham entre 14 e 16 anos, estavam dentro da proposta da Lei de Diretrizes e Bases da educação (LDB) e das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) ao 9º ano do ensino fundamental, que corresponde ao 4º ciclo do ensino fundamental, de acordo com a classificação curricular dos PCNs, ou seja, esses alunos apresentavam pouquíssima repetência ao longo do ensino fundamental. Essa situação indicava que os alunos se esforçavam para realizar suas atividades e avaliações.

Apenas três alunos moravam nas proximidades da escola, a maioria residia em bairros da periferia de Belém, e uma aluna morava em Marituba, município próximo da cidade de Belém. Um aluno da turma estava repetindo o 9º ano e nenhum aluno exercia algum tipo de trabalho remunerado. Todas essas informações estavam de acordo com os documentos da secretaria da instituição. Como professor dessa instituição há quatro anos, conhecia a maioria dos alunos, o que facilitava o relacionamento professor-aluno.

A escola onde foi desenvolvida a pesquisa apresenta ensino fundamental, médio e EJA, e funciona nos três períodos: manhã, tarde e noite. A instituição de ensino iria desenvolver pela primeira vez a Educação Integral, em turno único, abrangendo o período da manhã e o da tarde. Os alunos entravam na escola às 7h30 e saíam às 16h30.

De acordo com o projeto da SEDUC, a Escola de Tempo Integral tem como objetivo a ampliação da permanência do aluno na instituição, para o desenvolvimento de projetos educacionais, porém acredito que a escola deveria ter

como finalidade a Educação Integral<sup>7</sup>, pois assim os alunos, durante o período em que se fazem presentes na escola, teriam atividades educacionais voltadas à formação integral do indivíduo à cidadania.

Segundo a proposta da SEDUC, a Escola de Tempo Integral está atrelada principalmente ao desenvolvimento do programa “mais educação”. Contudo, há o incentivo para que se executem outros projetos com objetivos educacionais, como os desta pesquisa.

No âmbito da legislação, Giolo (2012) explica que a Constituição Federal, o Plano Nacional de Educação (PNE) de 2001 a 2011, o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) e a LDB reivindicaram essa modalidade de ensino principalmente para as crianças e adolescentes oriundas das camadas sociais mais necessitadas, com alto índice de violência e repetência. Posteriormente, seria ampliada esta modalidade de ensino para todas as escolas. Porém, a escola onde ocorreu a pesquisa não apresentava essa realidade. Ela foi eleita para ser de Educação em tempo Integral devido ao fato de não funcionar durante o turno da tarde, momento em que o prédio ficava ocioso, sem atividades educacionais. Assim, por decisão da SEDUC, para dar funcionalidade ao prédio reformado, ela passou a ser de tempo integral, estendendo suas atividades para o período da tarde.

A direção da escola autorizou a execução do minicurso, após apreciação do projeto e do ofício encaminhado. Os funcionários da escola, os professores, a equipe técnico-pedagógica e o professor de Ciências da turma foram comunicados para dar apoio ao desenvolvimento do projeto de pesquisa. No início das aulas, todos os alunos receberam uma carta com termo de compromisso para participação.

A pesquisa foi realizada em duas fases. A primeira fase foi exploratória e, à medida que os dados foram sendo coletados, estes eram interpretados e registrados no diário de campo. Dando prosseguimento à pesquisa, na segunda fase realizaram-se a organização e a análise interpretativa de todas as informações coletadas.

Em acordo com a proposta de Thiollent (2011) para pesquisa-ação, a fase exploratória desta investigação teve como objetivo estabelecer um levantamento das situações-problemas, das prioridades dessas situações e das ações ocorridas durante a investigação. Nessa busca de informações, foram utilizados como

---

<sup>7</sup> Segundo Galian e Sampaio (2012), existe diferença entre os termos Educação em Tempo Integral e Educação Integral. A primeira refere-se apenas ao tempo estendido e a segunda à possibilidade de educar durante todo o tempo na escola, educar durante as refeições, higiene, descanso, ou seja, todo o contexto da escola é disponibilizado à educação dos alunos.

instrumentos de coleta de dados três questionários iniciais e um questionário final com perguntas abertas e fechadas, que foram respondidos pelos alunos. O primeiro questionário (APÊNDICE B) tinha como objetivo conhecer o tipo de conta de energia elétrica da residência dos alunos. O segundo questionário (APÊNDICE C) tinha como finalidade a sondagem sobre o hábito de consumo de energia elétrica em suas residências. O terceiro (APÊNDICE D) tinha o objetivo de analisar o conhecimento prévio sobre o significado de energia. O questionário final (APÊNDICE E) tinha como proposta analisar os indícios de mudança de comportamento dos alunos em relação ao consumo de energia elétrica e anotações no diário de campo (DC). Este último foi escrito logo após cada encontro, descrevendo minhas observações e análises preliminares das ações ocorridas durante as aulas. Foi analisado o material produzido pelos alunos durante o minicurso, como textos sobre os temas abordados, resumos, esquemas, e textos produzidos em slides para serem apresentados no aparelho projetor de imagens.

A estratégia utilizada na averiguação dos dados da pesquisa foi a análise interpretativa. Dentro de uma perspectiva teórico-epistemológica na pesquisa educacional, Esteban (2010) afirma que o interpretativismo tem como característica interpretar ou conhecer (hermenêutica) a ação humana e seu significado subjetivo. Assim, a interpretação das práticas de ensino é tida como práticas humanas, que:

[...] podem ser entendidas à luz dos fins e das razões que as impulsionam, que, neste caso, é o bem-estar das pessoas. As práticas humanas são entendidas por referências aos significados [...] (ESTEBAN, 2010, p. 61).

No sentido da teoria crítica, o interpretativismo, na pesquisa em educação, é uma estratégia que questiona os conflitos e tenta produzir mudanças por meio do diálogo, sendo o pesquisador consciente das percepções, sentimentos e atitudes do outro para, a partir desse ponto, interpretar o seu significado (ESTEBAN, 2010).

Para Creswell (2010, p. 217), a análise e a interpretação dos dados em pesquisa qualitativa são um:

[...] processo permanente envolvendo reflexão contínua sobre os dados, formulando questões analíticas e escrevendo anotações durante todo o estudo, ou seja, a análise de dados qualitativa é conduzida concomitante com a coleta de dados, a realização das interpretações e a redação [...].

Realizei primeiramente, de modo sistemático, de acordo com Creswell (2010), a organização dos dados brutos, digitalizando o diário de campo, transcrevendo os trabalhos dos alunos produzidos nos *slides* do projetor de imagens, na cartolina e nos esquemas para apresentação de trabalhos.

Posteriormente, fiz a leitura e a releitura dos questionários, do diário de campo e do material produzido pelos alunos, como textos, após o término de cada aula com percepção geral das informações. Algumas codificações, como o desperdício de energia elétrica, as ligações clandestinas e a mudança de comportamento dos alunos em relação ao consumo de energia elétrica, foram realizadas a partir dos instrumentos de análise de dados do tema do minicurso.

Em seguida, dei início à descrição e à discussão de cada aula com suas respectivas análises e interpretações. Por último, foi elaborada uma metassíntese do minicurso, sendo realizada uma análise interpretativa de todo o evento, com inferências teóricas sobre o ensino de Ciências com abordagem CTS.

## 5 RESULTADO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS ENCONTROS

Neste capítulo, descrevo o desenvolvimento das aulas, que denomino de encontro, e seus desdobramentos por meio de minhas observações, participação e intervenções, assim como as ações e expressões dos alunos. As aulas do minicurso foram realizadas durante o horário destinado ao desenvolvimento de projeto, sendo que os educandos tinham aula normalmente com o professor da turma na disciplina Ciências Físicas e Biológicas (C.F.B.), competente ao ensino de Ciências Naturais. O tema do minicurso, “Eletricidade: consumo, tecnologias e implicações na abordagem CTSA”, estava vinculado à unidade proposta para o 4º ciclo do ensino fundamental, cujo eixo é Tecnologia e Sociedade, dos PCNs de Ciências Naturais (BRASIL, 1998).

O desenvolvimento das aulas foi realizado de acordo com os três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (2011): a problematização inicial, a organização e a aplicação do conhecimento. As observações relatadas foram registradas com o auxílio do diário de campo, ao qual recorri com intuito de triangular as informações obtidas pelos questionários e as atividades escritas pelos alunos. As transcrições das respostas realizadas pelos alunos estão exatamente como o original, em forma direta, por isso algumas destas citações não estão de acordo com a norma culta da língua portuguesa. Com a finalidade de preservar a identidade dos alunos, foram-lhes atribuídos nomes diferentes no texto. Ocorreram nove encontros. Os tópicos a serem estudados e os objetivos de cada encontro foram descritos no Quadro 5.

**Quadro 5: Distribuição dos encontros: tópicos e objetivos gerais**

<b>Encontro/Data/Duração</b>	<b>Tópicos</b>	<b>Objetivos</b>
1º - 29/ 05/12 – 2h30	Apresentação da Proposta de Curso: Leitura de Texto “Carta a Uma Senhora”, de Carlos Drummond de Andrade: A eletricidade no cotidiano. O diálogo sobre eletricidade com ciências, as tecnologias e o social.	Estabelecer de forma introdutória o tema consumo de energia elétrica: a eletricidade nos aparelhos eletrônicos, no corpo humano, na natureza, no cotidiano doméstico e seus principais problemas.
Devido à avaliação bimestral da turma e aos programas com outros projetos da escola de tempo integral, o reinício do minicurso foi adiado para o dia 19/10/2012.		
2º - 19/10/12 – 2h30	Visão Histórica de Energia. A energia elétrica e a relação com outras manifestações de energia. A energia em diferentes sistemas.	Compreender historicamente a utilização de energia pela humanidade, e a importância da energia na atualidade. Compreender as diferentes manifestações de energia e seu processo de conversão.
3º - 13/11/12 – 2h30	Visão Histórica da eletricidade e seus impactos na tecnologia e sociedade na atualidade.	Compreender os diferentes momentos da energia elétrica na História da eletricidade (a eletricidade estática, a dinâmica, até o eletromagnetismo), sua importância na atualidade e suas implicações com a tecnologia e sociedade.
4º - 27/11/12 – 1h	O desperdício e o racionamento de energia elétrica.	Promover o conhecimento de como ocorre o desperdício de energia elétrica residencial e suas implicações econômicas (na família, no estado, no Brasil e no mundo).
5º - 07/12/12 – 2h		
6º - 23/01/13 – 2h	O cálculo no combate ao desperdício de energia elétrica: analisando a conta de luz.	Possibilitar aos alunos compreender e analisar os dados da cobrança da conta de energia pela concessionária local, relacionando os conhecimentos científicos da eletrodinâmica com o cotidiano, para compreensão do consumo diário de energia residencial.
7º 25/01/13 – 2h30	As fontes de energia elétrica e sua relação com a produção de energia.	Possibilitar o conhecimento das fontes de energia elétrica por meio das matrizes de energia elétrica mundial e local.
8º - 29/01/13 – 1h45	As novas tecnologias.	Promover o conhecimento de novas tecnologias a partir do eletromagnetismo.
9º - 31/01/12 – 45 min	Avaliação.	Avaliação.

Fonte: Elaborado por mim

## 5.1 Primeiro encontro: Diálogo inicial sobre energia elétrica em CTS

Nesta primeira aula, foi realizada uma breve apresentação. Conversei com os alunos sobre a finalidade do minicurso e da pesquisa para o mestrado. Logo no início da aula, pedi aos alunos que levassem para suas respectivas residências um questionário (Apêndice B) e o Termo de Livre Consentimento (Apêndice A), para os pais tomarem consciência do minicurso e assinarem o documento, de modo que seus filhos, na qualidade de alunos, participassem do minicurso e da pesquisa (Apêndice A). Ambos os documentos deveriam ser entregues no próximo encontro. O questionário objetivou coletar informações sobre a conta de luz da residência de cada aluno. Solicitei aos alunos que preenchessem o questionário juntamente com os pais.

Nesse primeiro momento, em sala de aula, realizei a exposição do tema energia elétrica de forma ampliada sem definir conteúdos conceituais. Comentei sobre a presença da eletricidade na natureza, no corpo humano, nas tecnologias e sua influência na sociedade. Posteriormente, os alunos foram incentivados a se manifestarem sobre **os principais problemas** em relação à energia elétrica em seu cotidiano, com o objetivo de iniciar um debate, sendo feita uma lista, no quadro-negro, dos seguintes problemas, conforme opinaram: **I) Ligação clandestina; II) Contas de energia elevada; III) Constante queda de energia; IV) Ausência constante de energia por longos períodos; V) Péssima qualidade dos serviços da concessionária.** Inicialmente, os alunos não se incluíram nos problemas; eles somente apontavam os problemas da concessionária como problemas externos a eles e ainda não afirmaram que desperdiçavam energia elétrica.

Os alunos indicaram a ligação clandestina como causa de todos os outros problemas, como queda constante de energia elétrica em suas residências, queima dos aparelhos eletrônicos, ausência de energia por um período prolongado devido à demora da equipe técnica da concessionária de energia para consertar o defeito. Porém, alguns alunos justificavam que as ligações clandestinas ocorriam devido à elevada conta de energia.

Posteriormente, foi pedido a eles que lessem o texto “Carta a uma Senhora” (Anexo 1), de Carlos Drummond de Andrade, texto retirado do livro de Física do Grupo de Estudo da Universidade de São Paulo GREEF (2001). Solicitei que eles respondessem às seguintes perguntas: 1ª - Qual a importância da eletricidade na

- atualidade? 2ª - Qual a relação da eletricidade com as tecnologias, na atualidade? 3ª  
 - A mãe da menina do texto necessitava de todos aqueles aparelhos eletrônicos? 4ª  
 - O que significa o consumo de energia elétrica para você?

Os alunos apresentaram as seguintes respostas, para a primeira e a segunda perguntas: que seria muito difícil viver atualmente sem eletricidade, e justificavam com sua realidade, por exemplo, que não poderiam ligar o computador, nem carregar o celular. Poucos alunos relacionavam a conservação dos alimentos pela geladeira, a facilidade da lavadora de roupa e ferro de passar roupa que, apesar de ser a realidade do aluno, acredito que não é sua preocupação principal, devido à faixa etária. Na terceira questão, dos 24 alunos que fizeram a atividade, 78% escreveram que a mãe da menina não necessitava de todos os aparelhos tecnológicos, e justificavam que era um exagero.

Na quarta questão, os alunos identificaram a relação do consumo com seu cotidiano, e a frase mais frequente nas respostas foi o “consumo absurdo”, no qual os alunos relatavam que consumiam muita energia elétrica e também suas famílias consumiam em exagero, e que a conta de energia era altíssima. Somada a esta análise anterior, a palavra mais frequente era “gato”, em referência à ligação clandestina. Muitos alunos relataram que consomem bastante energia elétrica, deixando ligadas lâmpadas, aparelho de som, televisão, todos ao mesmo tempo, porém alguns poucos alunos escreveram que não se preocupam em economizar energia elétrica por ter ligação clandestina em suas residências. Quanto à quarta questão, vale ressaltar excertos das respostas dadas por alguns alunos a esse respeito.

A aluna Renata escreveu:

Particularmente na minha residência o consumo é um absurdo. Pois é muito eletrodoméstico úteis e inúteis e o desperdício e constante onde prejudica o pagamento que vem um exagero. Na minha casa somos consumistas. Não negarei que usamos o famoso “gato”. Mas dessa mesma forma a conta vem um absurdo.

Para a aluna Mônica:

O consumo de energia elétrica em casa é bem controlado, mas do mesmo jeito a conta vem altíssima, um absurdo. Já fomos no procon reclamar mas não deu em absolutamente nada. Agora temos que conviver com isso, economizando o máximo possível para essa conta abaixar.

A aluna Roberta comentou:

Eu sou grande consumidora de energia elétrica, pois lá em casa temos muito eletrodomésticos, como televisão, computador, vídeo game, ligo todos ao mesmo tempo, além de ter muito aparelhos. Também tem muitas pessoas lá em casa com isso a conta de energia fica muito alta. As pessoa lá em casa deixam luzes acessas sem usar, a televisão e o som ligado e vão embora.

O aluno Antonio:

A energia elétrica significa muito, pois sem energia eu não sobreviveria, mais o meu consumo de energia elétrica é muito grande eu uso vários eletro eletrônicos ao mesmo tempo as vezes eu desperdiço muita energia mais eu faço o possível para tentar economizar energia, mais não consigo pois na minha casa tem um TIGRE e ai, eu nem me preocupo e os meus pais vão sorrindo pagar a conta de energia elétrica.

A aluna Márcia escreveu:

[...] todos os dias na minha casa já se tornou um habito o desperdício de energia elétrica temos muitos eletrodomésticos, um freezer, 2 televisões e 2 computadores que ficam ligados o tempo todo, só acho um grande desperdício, com isso a conta vem muito alta, antes nem tanto, porque tinha gato lá em casa, mas agora o papai tiro o gato as contas ultrapassaram de 150 reais, isso é um absurdo, mas também com tanto desperdício.

Para a aluna Fabiana:

É uma conta a mais no final do mês. Eu consumo muita energia, vendo televisão, fazendo suco no liquidificador, abajur ligado a noite inteira [...] O consumo é alto em casa por que minha avó, ela costura em maquina industrial. [...] tem vários vizinho que tem aquele velho gato que por sinal é uma coisa “arrepilante” porque faz faltar energia em outras casas, e lá em casa também tem o famoso gato, porque a televisão fica ligada de manha até de madrugada.

Posteriormente, abrimos ao diálogo e os alunos responderam aos questionamentos acima. Conversamos sobre o furto de energia e o consumo exagerado de tecnologia e de eletricidade. Debatemos a respeito das seguintes problemáticas: a conta de energia elevada e o furto de energia elétrica. Os alunos, por sua vez, demonstraram a intenção de discutir acerca das ligações clandestinas.

Como um tópico relacionado ao consumo, conversamos quanto ao assunto, pois as ligações clandestinas podem proporcionar a reflexão de valores morais e éticos.

As implicações deste ato estão em cometer um crime previsto em lei, e dialogicamente concluímos que o furto de energia pode ser causado por falta de emprego ou por pessoas de má índole, que têm condições de pagar, porém realizam ligações clandestinas. As suas consequências podem chegar desde a morte de pessoas, ao realizar ligação clandestina sem conhecimento técnico, até incêndio em comunidades devido às instalações precárias.

Neste primeiro encontro, tive como intenção desenvolver a participação dos alunos, levando o questionamento sobre a energia elétrica, o cotidiano dos alunos e o consumo. Quanto aos três momentos pedagógicos, esta primeira aula teve como característica apenas o primeiro momento da proposta metodológica de Delizoicov e Angotti, que é a problematização, como base para o desenvolvimento de todo o minicurso. Os alunos traziam sua realidade à sala de aula e, dessa forma, o conteúdo programático do curso foi sendo construído com a participação deles.

Apoiei-me na proposta pedagógica de Delizoicov e Angotti (2011) do caráter dialógico durante as aulas, em que o professor deve manter uma postura problematizadora, levando em consideração os discursos dos alunos e evitando o monólogo centralizador do professor. Nesse momento inicial, tive por base também a ideia de Zeidler, Sandler e Howers (2005), para a abordagem CTS ao longo do minicurso, que é a análise qualitativa dos discursos proferidos pelos alunos, desvelando do raciocínio informal deles para uma reflexão crítica, de modo que esses alunos pudessem avaliar riscos em quanto ao desperdício e furto de energia elétrica relacionando a ciência, a tecnologia e a sociedade.

Quanto à discussão da crônica “Carta a uma Senhora”, de Carlos Drummond de Andrade, em que a menina do texto quer comprar inúmeros aparelhos tecnológicos para presentear a mãe, na data comemorativa ao “Dia das Mães”, se revelando assim uma exímia consumista, nem todos os alunos perceberam o exagero de produtos que podiam ser consumidos pela menina. Mas o texto provocou a reflexão dos alunos sobre o assunto, como é o caso da aluna Manuela que comentou: “o consumismo gera muito lixo e problemas ambientais”.

Penso que os impactos ambientais decorrentes do lixo e o consumo exagerado percebido pelos alunos estão de acordo com a concepção do desenvolvimento linear da ciência, na qual o progresso científico-tecnológico

promoveria progresso econômico-social, conforme as ideias de Garcia, Cerezo e Lopez (2000). A contestação da ideia do desenvolvimento linear da ciência esteve presente no início do movimento CTS. Questionei junto aos alunos desta pesquisa, após as aulas com abordagem CTS, se a ciência e a tecnologia vieram somente para melhorar a qualidade de vida do cidadão. Todos responderam que sim, porém tornei a questionar sobre o lixo e os problemas ambientais, acerca dos quais a aluna Manuela tinha comentado anteriormente. Dessa forma, eles começaram a refletir sobre o fato de que nem sempre a ciência e a tecnologia estão voltadas para o progresso econômico, social e ambiental.

O texto “Carta a uma Senhora” reflete uma realidade atual dos adolescentes: o consumismo, principalmente de aparelhos tecnológicos, pois essa faixa etária é alvo do consumo exagerado. Como diz Moran (2008, p. 239), “O cidadão é bombardeado pela mídia televisiva, pelas escolas, pelas igrejas, esses lugares são apoderados pelo poder da economia global consumista”. Dessa maneira, acredito que a escola pode possibilitar a reflexão dos alunos para essa realidade de consumismo exagerado.

Pelos comentários dos alunos durante as atividades interpreto que eles percebem que o consumismo ocorre tanto pela aquisição de novas tecnologias como no exagero ao desperdiçar energia consumida por eles, como escreveu o aluno Paulo:

As pessoas gostam de exagerar comprando novas tecnologias que muitas vezes nem precisam. E isso pode pesar na conta de energia final do mês, por exemplo, aparelhos de som potente e deixa o som ligado o dia todo sem necessidade.

Essa identificação do consumo de energia pelos alunos é uma etapa importante para a mudança de atitudes em relação ao gasto de energia elétrica.

Portanto, os alunos conseguiram alcançar os objetivos propostos para esta aula que era discutir sobre tecnologia, energia elétrica como Ciência, porém de forma ampla, estendida, no sentido de demonstrar as manifestações da eletricidade de forma geral, bem como a relação desse tema com a realidade do aluno, ou seja, seu meio social. Durante o debate e após reflexões, muitos alunos se identificaram com a personagem adolescente do texto de Carlos Drummond de Andrade, apesar de reconhecer que era um exagero consumir tantas tecnologias. Evidenciei também que os alunos tinham vontade de comprar produtos tecnológicos, como o

computador e o celular com internet, que são umas das principais tecnologias citadas por eles.

## **5.2 Segundo encontro: Histórico sobre energia**

A aula foi iniciada pela solicitação da conta de luz aos alunos, porém nenhum aluno trouxe a conta. Neste dia, a conta de luz era necessária para os educandos compreenderem a leitura do consumo de energia elétrica, visto que em aulas posteriores eles deveriam realizar os cálculos do consumo mensal em suas residências.

Foram aplicados dois questionários: o primeiro referia-se ao conhecimento de Energia (Apêndice B), com o objetivo de relacionar o conhecimento prévio dos alunos com os conceitos dos textos científicos das próximas aulas. O segundo questionário (Apêndice C) tinha a finalidade de coletar dados quanto ao comportamento do aluno em relação à utilização da energia elétrica em sua residência. Esses dados foram analisados no capítulo “análise interpretativa do minicurso”.

Analisando as respostas de apenas cinco alunos, pois as dos outros alunos eram resumidas e confusas, em relação ao questionário (Apêndice B), pode-se constatar a ausência de compreensão de energia como uma propriedade física abstrata, como um “agente de transformação”, além da ausência do entendimento da conservação de energia. As ideias expostas pelos alunos nas respostas do questionário estão de acordo com a pesquisa realizada por Jaques (2008), para o nível de conhecimento de 5º ao 9º ano, cujos alunos têm a idade em torno de 13 a 18 anos. Essas ideias foram expostas na Página 43.

Dessa forma, no Quadro 6, foram expostas as ideias de cinco alunos, de senso comum ou concepções alternativas. Estas últimas possivelmente os alunos tiveram ao longo do ensino fundamental, conforme Jaques (2008).

**Quadro 6: Sondagem e análise das ideias de energia proferida pelos alunos**

<b>Aluno</b>	<b>Resposta</b>	<b>Análise conforme Jaques (2008)</b>
Roberta	Para mim existem diversas formas de energia. Algumas por exemplo energia corporal, que é a energia que o ser humano gasta ao se locomover e ao se sustentar e tem a energia elétrica muito utilizada e que os seres humanos necessitam hoje em dia. [...] A energia vem da CELPA. Como a companhia elétrica que fornece energia para todos	A energia está relacionada à atividade humana (antropocêntrica). Além do que o corpo humano é um reservatório de energia.
Márcia	Hoje em dia a energia é muito importante para todos os seres humanos, pois sem a energia não teríamos acesso a internet, pois para ligar qualquer tipo de aparelho eletrônico precisamos de energia, por isso a energia é essencial.[...] A energia vem dos poste de energia elétrica.	Nesta situação, está associada à eletricidade, como um produto para o funcionamento das tecnologias.
Mônica	Energia é vida, pois sem energia não conseguimos fazer muitas coisas. Para os aparelhos elétricos que são essências nas nossas vidas necessitam de energia, sem energia muitas coisas não fariam sentido. A energia serve para diversão, como celulares, computadores e etc... Torno a falar energia é vida.	Neste caso, está relacionada como um produto importante às tecnologias e ao desenvolvimento, sendo funcional ao homem.
Luciano	Uma forma de facilitar nossa vida. Facilita nossa comunicação a informação de um efeito rápido e fácil. Hoje em dia as pessoas levam a energia como uma dependência de vida. As pessoas precisam de energia para se informar e outras coisas. A energia de nossas casas vem do poste de luz.	Energia é um produto de um sistema, apresenta aspecto funcional.
Manuela	Energia é importante para nossa vida. Existem várias formas de energia, solar, eólica, elétrica. [...] A energia vem do sol, e a energia elétrica vem das hidrelétricas, para movimentar os meios de locomoção a energia vem da gasolina.	A energia tem aspecto funcional e de combustível, porém a aluna diz que a energia é oriunda das hidrelétricas.

Fonte: Elaborado por mim

De acordo com o quadro acima, para os alunos, a energia tem o significado de algo concreto, como uma substância ou produto, o que os alunos atribuíam ao fato de fazer funcionar os aparelhos tecnológicos, como celulares, computadores. A energia tem também como característica o aspecto funcional ao homem, sendo importante para a vida e utilizada para fins específicos, ideias essas do senso comum. Em nenhuma resposta foi evidenciada a ideia de “transformação de energia” e o seu aspecto abstrato.

Quando perguntados sobre de onde vem a energia elétrica de suas casas, as respostas eram confusas. Apenas uma aluna respondeu que é proveniente da

hidrelétrica. Diante desta situação, acreditei na necessidade do Letramento Científico e Tecnológico dos alunos em relação ao significado de energia como parte científica da abordagem CTS, Assim, com base em Angotti (1991), confirma-se a energia como um conceito unificador que atravessa, como um fio condutor, todo o programa temático deste minicurso.

Dando prosseguimento, o tema desta aula foi o histórico de energia. Na fase de **problematização** (dos três momentos de Delizoicov e Angotti), realizei o seguinte questionamento: Quais as problemáticas que envolvem a energia, de forma geral, relacionadas ao cotidiano? As principais respostas dos alunos à provocação foram: o furto de energia; o petróleo é finito; o choque de energia elétrica, a energia eólica e solar para a comunidade carente. Todas elas foram anotadas no quadro-negro.

Os alunos escolheram ligações clandestinas devido à aula anterior, porém solicitei aos alunos que pensassem em energia de maneira ampla e não somente em energia elétrica. Desse momento em diante, os alunos iniciaram um debate sobre o petróleo, que pode acabar, e a energia eólica e solar para comunidades carentes.

Apresentei o tema energia com o objetivo de estimular os alunos a construírem futuramente suas tarefas durante o minicurso. A aula não teve o caráter de definição de conteúdos conceituais, pois solicitei aos alunos que pesquisassem sobre o assunto e construíssem suas definições. Primeiramente, foi realizada uma leitura compartilhada sobre o conceito de energia durante a História (Anexo 2). Como **organização do conhecimento**, pedi aos alunos que notassem, em seu caderno, a variação do termo energia através da História e seus significados, retirados do texto da leitura compartilhada. Os alunos requereram ajuda nessa atividade, devido às dificuldades encontradas para realizá-la. Assim, orientei-os a que montassem um quadro com os diversos nomes para a palavra energia e seu significado ao longo da História.

Como professor, apresentei o consumo de energia durante a trajetória histórica do homem, desde a era primitiva há um milhão de anos até os dias atuais (Quadro 7). Como **organização do conhecimento**, foram realizadas atividades referentes a esses fatos históricos, com o auxílio do livro de Ciências (CRUZ, 2006). Esta atividade encontra-se no Anexo 3.

As questões foram analisadas junto com o professor. Os alunos estavam organizados em equipes para resoluções das questões e o objetivo era a leitura do

gráfico associada à questão da história do consumo de energia. A maioria dos alunos tinha dificuldade de leitura de gráfico (Anexo 3).

### **Quadro 7 - O consumo de Energia pelo Homem.**

Homem primitivo, há 1 milhão de anos, dispunha apenas da energia dos alimentos.

Homem europeu, há 100 mil anos, dispunha da energia dos alimentos e queimava madeira para obter calor e cozinhar.

Homem agrícola primitivo, há 5 mil anos, utilizava energia de animais para tração (transporte).

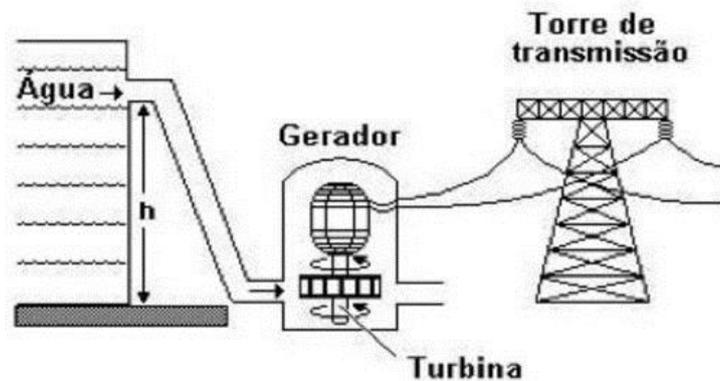
Homem industrial, em 1875 utilizava máquina a vapor.  
O consumo de energia atual é dez vezes superior ao consumo do homem primitivo.

Fonte: Adaptado e modificado de Goldenberg e Lucon (2012, p. 58)

Continuando a aula, foi veiculado um vídeo sobre o alagamento, a construção e o impacto ambiental provocado pelas barragens da usina hidrelétrica de Itaipu e outro vídeo sobre o funcionamento da usina nuclear e o acidente nuclear da cidade de Chernobyl, visando compreender as diversas manifestações de energia em diferentes sistemas. Após a exposição dos vídeos, a aluna Manuela associou o acidente nuclear Chernobyl com o acidente de Fukushima, no Japão, em 2011, após um tsunami e um terremoto, onde houve vazamento de água com radioatividade da usina para o oceano, porém a aluna não referenciou as consequências desse último desastre.

As demonstrações de energia foram apresentadas no projetor de imagem e analisadas pelos alunos com o texto do livro de apoio (CRUZ, 2006), mostrando as diversas manifestações de energia: potencial, gravitacional, cinética e suas transformações (Figura 2), além de outros tipos, como som, luz, calor.

**Figura 2 – Conversão de energia em Hidrelétricas.**



Fonte: Revista escola (2012)

Nesse momento, foi explicada, por mim, a primeira lei da termodinâmica ou lei da conservação da energia, segundo a qual a energia, em um sistema fechado, não pode ser criada nem destruída, apenas “transformada”, ou manifestada de diversas formas. Foi comentado sobre a energia potencial gravitacional, a importância do sol como fonte de energia para várias outras energias e a energia química, como a fissão nuclear e a fusão nuclear, além da energia nos combustíveis, como o petróleo e o biocombustível.

Por último, formulei e apresentei as seguintes questões, cujas respostas demonstravam uma reflexão por parte dos alunos sobre o conhecimento científico abordado. A primeira questão foi como o petróleo fornece energia e o que ele produz durante a combustão? Após consultas em livro de Ciências da biblioteca da escola, os alunos responderam que o petróleo fornece energia pela combustão e ele produz energia e gases poluentes, dentre eles, o gás carbônico.

Como segunda questão, foi perguntado por que ele é finito? Os alunos se esforçaram para responder, pois a resposta não foi encontrada nos livros. Assim, ajudei-os, e eles conseguiram perceber que o petróleo demora milhões de anos para ser formado, e por isso ele pode acabar.

Sobre a terceira questão - Por que é perigosa a implantação da fonte de energia nuclear? -, de forma geral, os alunos responderam, devido à exibição do vídeo sobre o acidente nuclear de Chernobyl, que o perigo é a irradiação nuclear que provoca câncer.

Para a quarta questão - Por que a quantidade de energia usada pelo homem primitivo não é a mesma utilizada pelo homem moderno? -, sem muitas dificuldades eles responderam: devido às exigências humanas. Na quinta questão - Qual o impacto ambiental dos combustíveis fósseis? -, a maioria dos alunos respondeu: a chuva ácida e o aquecimento global. Os alunos não responderam à sexta questão - Qual a matriz de produção de energia mundial? Alguns poucos alunos responderam logo em seguida, porém a maioria disse necessitar de mais materiais para responder às questões.

Para realização das próximas atividades foram organizadas 9 equipes (Quadro 8), com três alunos cada. Ocorreram reduzidas alterações nas equipes devido, principalmente, à assiduidade e à dificuldade de relacionamento entre alguns alunos.

**Quadro 8: Equipe formada pelos alunos**

<b>Equipes</b>	<b>Alunos</b>
1	Márcia, Valéria, Mônica
2	Manuela, Rita, Heloisa
3	Eduarda, Maria, Renata
4	Paula, Fabiana, Larissa
5	Rodolfo, Patrícia, Roberta
6	Antonio, Cesar, Adriano
7	Lucas, Vitor e Luciano
8	Rogério, Beatriz, Maurício
9	Rodrigo, Sophia, Gabriela

Fonte: Elaborado por mim

Após a formação das equipes, foi entregue cada assunto para a realização da atividade sobre energia e foi solicitado que cada grupo demonstrasse a compreensão do processo de transformação dos meios provocados pela energia (Quadro 9). O nome da atividade era “A conversão de energia” e deveria ser apresentada no quarto encontro. O objetivo desta atividade era que o aluno tivesse entendimento do assunto.

### Quadro 9: Divisão dos assuntos para as equipes

Equipes	Problemáticas	Manifestação de energia em diferentes meios
Equipe 1	Furto de energia	Energia elétrica para energia térmica
Equipe 2	Energia Eólica	Energia cinética para energia elétrica
Equipe 3	Energia solar	Energia luminosa para energia química
Equipe 4	Energia química	Energia química para energia elétrica
Equipe 5	Energia nuclear	Energia nuclear para energia térmica
Equipe 6	Histórico de energia	
Equipe 7	Histórico do consumo de energia	

Fonte: Elaborado por mim

A equipe 1 foi a única a preparar e a expor atividades no mesmo dia. As equipes 2, 4, 5, 6 e 7 ficaram de apresentar em outras aulas, porém não o fizeram. As equipes 3, 8 e 9 não realizaram o trabalho. Interpreto e analiso que as dificuldades para realização das atividades são decorrentes do currículo tradicional de ensino, que tem como característica a centralidade do professor. Conforme Delizoicov e Angotti (1992), o professor centralizador é aquele que transmite o conteúdo “em via de mão única”, e o aluno recebe passivamente definições e conceitos do conhecimento científico. Nesse caso, o aluno geralmente não constrói o saber por meio de pesquisa e diálogos com o professor.

As atividades solicitadas sobre a manifestação da energia necessitaram de tempo para a elaboração. Dessa maneira, foram construídas com minha ajuda, em sala de aula, e no laboratório de informática. Assim, as equipes me entregaram sua produção em outras aulas subsequentes.

Os alunos conseguiram expor as ideias quanto à forma pela qual a energia modifica o meio, promovendo as transformações na matéria, e o trabalho realizado pelo meio ambiente pôde ser convertido em energia. Essa ideia foi importante para a compreensão das diversas formas de produção de energia elétrica. Nos textos, os alunos de todas as equipes manifestaram uma compreensão do processo de conversão de energia, de acordo com a literatura científica, como a primeira lei da termodinâmica e a ideia abstrata de energia.

A equipe 1 escreveu sobre o furto de energia e a conversão desta pelos fios elétricos, e não tiveram dificuldade de entender a atividade. Os alunos já estavam pesquisando sobre o furto de energia, e dois conhecimentos científicos se

desdobraram: a lei de Ohm, ou lei da resistência em fios metálicos, e o efeito Joule, por aquecer os fios condutores. Os alunos tiveram como referência o livro de Ciências e a internet. Eles escreveram no quadro e explicaram para seus colegas.

A energia elétrica no fio elétrico da distribuidora de grosso calibre quando entra em uma residência que tem fio de pequeno calibre a energia modifica de meio e no fio de pequeno calibre a energia se manifesta em grande parte em energia térmica chamado efeito Joule aquecendo o fio provocando faísca e fogo e podendo causar incêndio, em uma comunidade inteira (Equipe 1).

A equipe 2 entregou a atividade em outra aula e teve dificuldade de entender o processo de conversão de energia. Os seus primeiros escritos estavam copiados do livro e equivocados, mas ajudei-os na construção do texto. A aluna Manuela, da equipe 2, sugestionou os processos de transformação da energia eólica para energia elétrica, nas comunidades pobres. Não houve apresentação para a turma, porém eles conseguiram escrever um exemplo com uma ideia satisfatória do processo de conversão de energia.

A diferença de pressão atmosférica e temperaturas promovem os ventos, na superfície terrestre quando incidem nas pás da turbina eólica manifesta energia de movimento ou energia cinética. A turbina é composta por imãs e fios de cobs energia eletromagnética gerando assim energia elétrica (Equipe 2).

A equipe 4 teve como tema, para explicar a conversão de energia, os impactos ambientais das termoelétricas, e o fizeram com êxito.

A energia das ligações químicas dos combustíveis (óleo diesel) libera uma quantidade de energia térmica que faz gira uma bobina (imãs e fios de cobs) gerando energia elétrica. A queima dos combustíveis fósseis aumenta o aquecimento global e a chuva acida (Equipe 4).

Os alunos da equipe 5 escolheram como tema a energia nuclear devido ao vídeo sobre o acidente nuclear de Chernobyl, demonstrado no início da aula. Eles explicaram convenientemente um exemplo de conversão de energia.

Na fissão nuclear ocorre a separação das partículas do núcleo do átomo. A união dessas partículas apresenta grande quantidade de energia. Quando as partículas são separadas a energia se manifesta de forma térmica. A energia térmica aquece grandes caldeiras com água. O vapor da água promove o movimento de turbinas com

bobinas fios de cobre e ímãs manifestando a energia elétrica. O vazamento de radiações das usinas nucleares pode provocar a morte de milhares de seres vivos (Equipe 5).

Os alunos da equipe 6 escreveram também, de maneira correta, sobre o significado de energia ao longo da História, porém não apresentaram a atividade, por encontrarem muita dificuldade de se expor falando à turma.

Os diversos significados de energia ao longo da história:

1570 Galileu Ímpeto – assim era chamada energia estava presente nos corpos em movimento e provoca deformações. Galileu observava os efeitos de bate-estacas que provocavam deformações.  
1690 Leibniz - era chamada Vis viva que significa força viva e estava relacionada ao movimento, força e ação e situações onde ocorre colisões.

1780 Sadi Carnot – chamava de calórico, teoria do calórico estava relacionado com a temperatura e do movimento das partículas (átomo).

No século XIX, o Físico e médico Thomas Young deu o nome Energia que significava um corpo humano realizando trabalho.

O significado atual de energia é propriedade da natureza que pode se manifestar de forma diferente em diferentes sistemas ou ambiente como: movimento, eletricidade, calor, sendo chamada de energia cinética, energia gravitacional, energia nuclear e energia mecânica, energia química, energia solar. O importante é que não existe diferentes energias, pois a energia é só uma. O que é diferente é sua manifestação. A energia provoca constantes transformações no meio ambiente a matéria, um sistema. E realiza trabalho (Equipe 6).

Também de maneira satisfatória, os alunos da equipe 7 relacionaram a quantidade de energia consumida pelo homem ao longo da história.

O consumo de energia ao longo da história do homem. Consumo per capita (por cada indivíduo) diário.

1 Milhão De Anos. O homem primitivo utilizava a energia dos alimentos para sobreviver essa quantidade de energia era de 2000 calorias aproximadamente.

100 mil anos atrás. O homem caçador europeu, ele já dominava o fogo por isso consumia 6000 calorias por dia aproximadamente.

5 mil anos Homem agrícola primitivo, utilizava animais como tração, utilizava também a força do vento e da água vento consumia 12000calorias por dia.

Homem agrícola avançado

No ano1800, o Homem industrial já utiliza a máquina a vapor. Consumia 7700 calorias.

Na atualidade, homem tecnológico, necessita de energia para transporte, na moradia, na indústria e no comércio e na alimentação consumindo aproximadamente consumindo aproximadamente 230000 calorias diariamente (Equipe 7).

Como **aplicação do conhecimento**, os alunos relacionaram, de modo contextualizado, a ideia abstrata de energia aos processos de conversão. A compreensão do significado de energia foi importante para o desenvolvimento da temática “o consumo de energia elétrica”. Reforçando a prioridade desse conhecimento científico, Angotti (1991) diz que a compreensão da grandeza energia baliza as tendências de ensino que priorizam hoje as relações Ciências, Tecnologia e Sociedade.

Santos e Schnetzler (2011) comentam que um dos propósitos do curso CTS implica a necessidade do aluno de adquirir conhecimentos básicos sobre a história da Ciência. Por isso, a ideia de energia foi introduzida por significados de energia ao longo da História. Concordo com a ideia de Cachapuz (2011) de que faz mais sentido para a construção do conhecimento científico perceber a evolução das concepções utilizadas durante a História, desmistificando “as verdades científicas” transmitidas no ensino tradicional, pois as definições são dadas de acordo com o momento histórico. A turma (em equipe) descreveu algumas transformações provocadas pela energia. Como resultado desse trabalho, a aluna Manuela disse que “a definição de energia pode modificar ao longo da história, os conceitos se modificam dependendo da sociedade que o cientista vive”.

Como preparação para a próxima aula, solicitei aos alunos que apresentassem atividades referentes à história da eletricidade, comentando como era vista (pelos alunos) a eletricidade na época de cada cientista citado. Cada equipe apresentaria um cientista ou um assunto: Equipe 1 - Benjamin Franklin; Equipe 2 - George Simon Ohm; Equipe 3 - James Clerk Maxwell; Equipe 4 - O eletromagnetismo e seus impactos na sociedade. E a divisão didática: Equipe 6 Eletrostática; Equipe 7 Eletrodinâmica; e Equipe 8 Eletromagnetismo. Os alunos das equipes 5 e 9 estavam ausente no dia da distribuição dos assuntos.

### **5.3 Terceiro encontro: Momentos históricos da energia elétrica**

Neste dia, a maioria dos alunos disse que não fez as atividades solicitadas na aula anterior. Eles justificaram afirmando que os computadores da escola estavam com problemas e que apenas dois funcionavam; que não existe monitor (professor de informática) que pudesse orientar, uma vez que o programa utilizado é o Linux; contudo, eles conseguiam pesquisar o assunto na internet, porém não sabiam como

salvar no pen-drive e a impressora da sala de informática não tinha tinta para a impressão. Também justificaram que, por ser uma escola de tempo integral, o horário de saída é às 16h30, o que estava dificultando a pesquisa em outros lugares, pois seus pais não permitiam que frequentassem “cyber”, para fazer pesquisas na internet à noite, período em que chegavam em casa. Outros alunos pediram para mudar de grupo devido à dificuldade de relacionamento e, como as equipes eram de três alunos, às vezes, apenas um fazia o trabalho e os outros dois alunos não participavam das atividades.

Apesar de não ter intervindo logo diante da situação descrita acima, dei prosseguimento à aula, porém levei em consideração as dificuldades dos alunos, mas naquele momento não compreendia o desinteresse deles em relação à realização das atividades.

Iniciando a aula, fiz um breve comentário sobre a divisão didática da eletrostática, da eletrodinâmica e do eletromagnetismo. Logo em seguida, apresentei o tema da aula: A história da eletricidade e os seus impactos na sociedade. A equipe 2 trouxe alguns cartazes sobre eletrostática. A dificuldade de expressão era grande; apenas uma aluna, Manuela, a mais extrovertida da equipe, comentou de forma satisfatória sobre o trabalho da equipe 2, como os conceitos científicos básicos de eletrostática:

[...] o estudo da carga elétrica em repouso, a atração e repulsão, definindo carga positiva e carga negativa, com a representação do átomo de Rutherford – Bohr, um corpo pode ficar carregado negativamente quando à quantidade de elétrons aumenta e pode ficar carregado positivamente quando um corpo perde elétrons (Equipe 2).

Dando continuidade à aula, apresentei alguns *slides*, para complementar as explicações dos alunos, apesar de a maioria não ter explicado o que eu tinha solicitado na aula anterior. Foram demonstrados alguns fatos históricos sobre a eletricidade, desde o período antes de Cristo, como a importância da curiosidade do grego Talles de Mileto por materiais que se atraíam. Comentei sobre Benjamin Franklin que, em plena época do Iluminismo, propôs que cargas elétricas sofriam pressão positiva e pressão negativa. Comentei também sobre a Lei da atração e repulsão das cargas elétricas, do cientista Du Fay.

Quanto à eletrodinâmica, foram mostrados os feitos de George Simon Ohm, sobre o fluxo de elétrons livres em um fio condutor e sua Lei de Ohm, estabelecendo

a relação da intensidade de corrente elétrica e resistências aos elétrons livres com a diferença de potencial. Quanto ao Eletromagnetismo, citei Michel Faraday e James Clerk Maxwell, explicando que tanto os campos elétricos quanto os magnéticos são induzidos. Por último, citei Nicolas Tesla que, por meio de suas ideias, tornou possível a eletrificação das sociedades industrializadas através da corrente alternada, ideia não aceita anteriormente por Tomas Edson, seu orientador e maior concorrente à época.

Realizei alguns questionamentos sobre a aplicação da eletrostática no cotidiano: 1º - Por que aqui na Amazônia não é comum o choque por “eletricidade estática”? 2º - Por que os postos de gasolina não permitem a utilização de garrafa pet ou outro recipiente para colocar gasolina? 3º - Como era viver sem eletricidade na época de Benjamim Franklin? Perguntas sobre a eletrodinâmica e o eletromagnetismo também foram feitas, tais como: - Quais os grandes impactos que favoreceram a sociedade, na atualidade, causados pela energia elétrica? A maioria dos alunos ficou de entregar as respostas na próxima aula. Não demonstraram muita disposição em realizar a atividade, por serem perguntas que necessitavam do desenvolvimento da aula e de conteúdos conceituais.

Quanto às perguntas relativas à eletrostática no cotidiano, os alunos responderam com muita dificuldade à primeira questão, comentando sobre a umidade do ar na região amazônica, o que impossibilita a formação de faíscas, por isso não ocorre o choque por eletricidade estática. A resposta da segunda questão necessitou de minha ajuda no sentido de facilitar o raciocínio sobre os conhecimentos científicos. Assim, os alunos deram como resposta: “não se pode utilizar garrafa pet para armazenar combustível em postos de gasolina, devido ao risco de explosão, provocado por essas faíscas”.

As respostas da 3ª questão, relativa à história da energia elétrica, eram pequenas e diretas, como: “não existia energia elétrica na época de Benjamim Franklin”. No sentido de ajudá-los, traçamos um diálogo, momento em que foi sugerido que ampliassem as respostas. A aluna Maria escreveu uma resposta contextualizada:

Viver sem eletricidade naquela época é igual a vida das pessoas que moram no interior bem distante que não tem energia elétrica. O peixe é salgado para não estragar e não tem água gelada porque não tem

geladeira. Não tem aparelhos eletrodomésticos. As pessoas não tem televisão, mas dava pra jogar bola.

No intuito de melhorar as argumentações dos alunos, foi entregue um texto do livro paradidático “Energia e o meio ambiente” (BRANCO, 2004), Capítulo 1 – O Homem energético, que descreve o modo de vida de pessoas que não possuíam a praticidade da energia elétrica, no século XVIII. Durante o intervalo de aula, encontrei alguns alunos na sala de informática para ajudá-los, e assim as respostas melhoraram. Pedi aos alunos que não copiassem tudo do texto, mas que escrevessem suas opiniões e suas experiências de vida. A aluna Mônica escreveu depois de ler o texto:

Na época de Benjamin Franklin em 1750, não existia televisão, radio, computadores, não tinha eletrodomésticos, que substituía o esforço físico na realização do trabalho doméstico, todos dormem cedo, porque não tem muito que fazer todos Pois a falta de luz castiga a vista. O consumo de querosene e vela é grande eu não aguentaria viver nessa época devia ser tudo muito parado [...].

A aluna Paula respondeu:

[...] na época de Benjamin Franklin século XVIII, apesar de existir Cientistas como ele, não existia a praticidade da energia elétrica como existe hoje e que as pessoas conseguiam viver salgando alimentos para conserva-los, os meios de transportes eram animais de tração.

O aluno Lucas anotou:

Benjamin Franklin estudou as pressões da carga elétrica positiva e negativa em 1750, mas não existe eletricidade as cidades viviam as escuras igual no interior de Soure lá o céu é estrelado a luz era dos lampiões, velas e da lua cheia [...] O silencio é completo não existia buzinas nem ronco dos motores acelerados. Só o ruído dos passos dos cascos de cavalos batendo nas pedras do calçamento.

Quanto à questão relativa ao eletromagnetismo, os alunos tiveram como referência o livro “Minhas invenções: autobiografia de Nikola Tesla” (2012). Sobre os impactos da energia elétrica na atualidade, os alunos respondiam somente sobre sua realidade e apenas os aspectos favoráveis, como a criação da internet, do computador e do celular, trem bala, energia nuclear, a ressonância magnética ajudando na área de saúde, a eletrificação das cidades.

Pedi que escrevessem também sobre os aspectos desfavoráveis do impacto da criação de energia elétrica de corrente alternada em grande escala, do cientista Tesla, e que utilizassem os exemplos discutidos nas aulas passadas. Os alunos foram lembrando das aulas anteriores e utilizando-as em suas argumentações: muitos ribeirinhos da região amazônica ainda não possuem energia elétrica; a energia elétrica é cara e nem todo mundo pode pagar; a produção de energia elétrica provoca impactos no meio ambiente. A aluna Manuela escreveu:

[...] a energia nuclear produz muito mais energia elétrica, mas o acidente nuclear pode matar milhares de pessoas como no vídeo Chernobyl e contaminar o mundo com o lixo radioativo [...]

A aluna Fabiana escreveu:

[...] a criação da energia elétrica pelo cientista Tesla para as grandes cidades teve coisas boas e ruins as boas podemos ter celulares, computadores, a ressonância magnética o trem bala que anda em colchão magnético. As coisas ruim são os alagamentos da hidrelétrica de Itaipu, o acidente nuclear de Chernobyl, que todos da cidade morreram de câncer, aqui no Brasil temos Angra corremos risco de acidente em Angra dos Reis, a conta de luz cara [...].

Comecei a observar uma desmotivação por parte de alguns alunos. Esses alunos, praticamente a metade da turma, apresentaram dificuldades para se expressar verbalmente e por meio da escrita. As respostas dos questionários da pesquisa com perguntas abertas e as respostas sobre ciências e tecnologia relativas às perguntas das aulas eram bastante resumidas. Eu solicitava a ampliação e melhorias das respostas e que fizessem de forma mais explicativa. Essa proposta de ensino provocou desconforto em aproximadamente metade dos alunos, pois exigia concentração e maior envolvimento com o assunto.

A aluna Gabriela disse: “não gosto dessas atividades de escrever muito e nem de apresentar trabalho prefiro prova”. Dentre outros alunos, que expressaram a mesma ideia, o aluno Rogério comentou que: “essas atividades valem poucos pontos, por isso que ninguém quer fazer nada”. A turma concordou com a ideia dele. Diante da situação, fizemos uma reunião com o professor da turma, que estava na escola no momento, e ele aceitou a proposta de avaliação de 5,0 pontos da disciplina e 5,0 pontos do desenvolvimento do minicurso. Entretanto, a outra metade

de alunos da turma demonstrava motivação e disposição para realizar as atividades sem questionamento de pontos.

Retomando a questão do início da aula, perguntei a eles novamente: quais os grandes impactos que favoreceram a sociedade, na atualidade, causados pela energia elétrica? Assim, conversamos sobre o desenvolvimento da sociedade atual devido à energia elétrica, impactando na saúde, na informática e no saneamento básico. Contudo, foi falado também do consumismo exagerado de aparelhos tecnológicos, como videogames, celulares e computadores.

Um dos objetivos do trabalho era fazer com que os alunos buscassem algo em relação ao tema abordado, de forma que realizassem produção textual em Ciências, enfatizando sua autoria, possibilitando a apresentação verbal dessa produção, promovendo, assim, habilidade de argumentos do aluno durante os debates que coubesse na idade e evolução mental dele, a fim de estimular a sua autonomia e melhorar a aprendizagem. Toda essa construção vai ao encontro das ideias de letramento científico e tecnológico (LCT) que, conforme Santos (2011), tem como função possibilitar aos alunos a produção textual para debater e tomar decisões sobre determinada temática sociocientífica da sua realidade.

Julgo a ausência de participação de alguns alunos como relacionada ao modelo de ensino tradicional, que inibe a participação dos alunos durante os debates em sala de aula, quando se oferece uma estratégia didática diferenciada do ensino tradicional. Sustento esta análise com a crítica de Paulo Freire (2013) ao ensino tradicional, que denomina de ensino bancário. Este tipo de ensino possibilita pouco questionamento durante as aulas, e ainda se faz fortemente presente no currículo das instituições de ensino, mesmo com a proposta de Ensino Integral. O ensino tradicional se caracteriza pela transmissão do conhecimento dos conteúdos conceituais e, conseqüentemente, prova. Os alunos desmotivados reivindicaram o aumento das notas de avaliação. Assim, interpreto a motivação por meio de nota como uma tentativa de manter o modelo de ensino tradicional e um comodismo. É necessário apresentar novas atividades em que o aluno tenha de pesquisar e refletir sobre o assunto.

Nesse momento, apesar de demonstrar alguns conhecimentos científicos para os alunos, tanto na segunda como na terceira aula, comecei a refletir se o tipo de aula que desenvolvia era aula expositiva no sentido tradicional. Porém, continuei o trabalho para posteriormente classificar a forma de aula que estava ministrando.

Quanto a essa minha reflexão, concordo com a ideia de Bachelard (2011, p. 10) sobre a formação do espírito científico. Segundo ele, “Mesmo num espírito claro, há zonas obscuras, cavernas onde continuam a viver sombras. Mesmo no homem novo há vestígios do homem velho. Em nós o século XVIII continua sua vida clandestina”. Reconheço, assim, que, mesmo sendo um homem novo, tenho vestígio de um homem velho e, por excelência, racional.

Segundo Thiollent (2011), a pesquisa-ação tem como característica a transformação dos atores envolvidos na ação. As minhas reflexões, como pesquisador, sobre a minha ação possibilitaram-me significativas mudanças, pois durante as aulas o conhecimento científico não era apenas transmitido, mas debatido, possibilitando levar o aluno a uma pesquisa investigativa de mais conhecimento para a realização de suas atividades. Esteban (2011) diz que a pretensão de contribuir para a melhoria educacional justifica a modalidade da pesquisa-ação como uma espiral de mudança, que vai desde o planejamento da aula à ação da estratégia da abordagem CTS, à observação e a esse momento de reflexão para uma nova ação.

#### **5.4 Quarto encontro: O desperdício de energia elétrica - parte I**

Esta aula tinha como **problematização principal** a demonstração, por meio dos *slides*, de situações com desperdício de energia elétrica. Os alunos se identificavam com os tipos de desperdícios e expressavam suas ideias, contra ou a favor. Também foram demonstradas algumas informações de segurança em relação a instalações elétricas, conforme o material da ANEEL (BRASIL, 2012 c; BRASIL, 2012 b).

Os slides mostravam algumas situações de desperdício, como: deixar luzes ligadas durante um dia claro; dormir com a televisão ligada; abrir a geladeira sem objetivo e ficar apenas olhando; secar roupa no condensador da geladeira, ou seja, atrás da geladeira; esfriar comidas quentes no interior da geladeira; deixar ligado o “stand by” dos aparelhos eletrônicos; passar apenas uma peça de roupa; assim como utilizar a lavadora de roupa com poucas peças de roupa.

À medida que se mostrava um *slide*, eu perguntava aos alunos se existia alguma irregularidade na cena da imagem e, a partir do momento em que identificavam os desperdícios, iniciava-se o debate. Durante as discussões, os

alunos comentaram sobre outros tipos de desperdício de energia elétrica como: sair de um cômodo da casa e deixar a luz ligada, o ventilador, o ar-condicionado, televisão, computador, videogame e aparelho de som.

Os debates dessa aula foram importantes para a aprendizagem atitudinal dos alunos, pois eles refletiam sobre seus hábitos, traziam informações do cotidiano e de como desperdiçavam energia elétrica. Houve a participação de quase toda a turma emitindo suas experiências cotidianas. A produção desses *slides* estava de acordo com a cartilha da ANEEL e PROCEL (BRASIL, 2012 b; BRASIL, 2010).

Essa aula tinha como objetivo, de forma mais direta, estimular a reflexão sobre o hábito dos alunos em relação ao consumo de energia elétrica em sua residência. Para Sarabia (2000), os hábitos são ações automáticas que se expressam na prática cotidiana e se diferem da atitude, por esta última ser uma ação que envolve reflexão. Dessa forma, os conteúdos atitudinais tratados nesta aula visavam à participação em diálogos e discussões de seus hábitos e atitudes.

Quando foi mostrado o *slide* sobre dormir com a televisão ligada, o aluno Adriano fez uma provocação: “pra que aprender isso se em casa tem ‘gato’, eu sempre durmo com a televisão ligada, e não pode ser desligada, pois acordo e ligo novamente para eu dormir”. Eu intervim, afirmando que o desperdício de energia seria grande, e perguntei a ele se seria justo outras pessoas pagarem pelo seu desperdício. A aluna Manuela, contrária à ideia de Adriano, disse que: “esse ensino é importante, porque em minha casa não tem ‘gato’, e que por causa de ligação clandestina, os fios pegam fogo e falta luz em minha casa”.

As atividades dessa aula tiveram continuidade na aula seguinte e solicitei que lessem o texto “Onde está o desperdício de energia elétrica?” (ANEXO 4). Foi perguntado sobre o apagão de 2001, mas nenhum aluno soube responder. Acredito que isto se deve à idade deles, pois na época do apagão esses alunos tinham em torno de 3 a 7 anos de idade. A aula foi interrompida por causa de uma reunião promovida pela direção da instituição de ensino.

Dialogamos também sobre a construção dos trabalhos. Os alunos que não participavam das aulas começaram a me procurar para realização dos trabalhos que foram solicitados em aulas anteriores. Essa nova postura dos alunos estava relacionada à discussão sobre a pontuação ocorrida na aula passada. Porém, os alunos das equipes 8 e 9 não se manifestaram, apesar de terem reivindicado o aumento de pontos da avaliação. Eles, definitivamente, participavam muito pouco

das atividades e eventualmente se expressavam durante os debates. A aluna Gabriela, da equipe 9, fez algumas atividades em outras equipes.

### **5.5 Quinto encontro: O desperdício de energia elétrica – parte II**

A aula teve início com os questionamentos: Onde acontece o desperdício de energia? Somente nos países industrializados? Ou no mundo todo? Com cada um de nós? A partir desses questionamentos, os educandos começaram a responder espontaneamente, pois eles tinham lido o texto antecipadamente (ANEXO 4). De acordo com o diário de campo, alguns respondiam que estava no furto de energia, outros nos países ricos, outros diziam que “está nos pais de família que não economizam energia”.

O aluno Antônio comentou que: “o desperdício de energia está nas casas onde existe furto de energia elétrica, pois eles não pagam energia e dessa forma não se tem controle sobre o consumo de energia”. A aluna Manuela comentou que: “os pais de família são culpados por não educar os filhos a não desperdiçar energia”. No sentido de culpa, o aluno Antonio disse que: “o culpado é o governo que cobra a conta de energia muito alta, dessa forma todos fazem gato”. A aluna Márcia falou: “eu desperdiço energia, mas desde a aula passada eu estou mudando”. O aluno Lucas também fez apreciação semelhante à de Márcia, dizendo: “meus pais pedem pra eu e meu irmão não desperdiçar energia, mas nos esquecíamos, e agora com as aulas sobre o desperdício, nos estamos colocando em prática”. Outros alunos também comentaram que estavam mudando seus hábitos em relação ao desperdício de energia elétrica.

Logo após o intervalo de aula, fomos à sala de informática para a realização da atividade do texto “Onde está o desperdício de energia elétrica” (CRUZ, 2006) (ANEXO 4). Os alunos escreveram as respostas dos questionamentos após analisar o gráfico e as tabelas do texto. Foi necessário o esclarecimento dos conceitos de potência, trabalho, renda *per capita*, Produto Interno Bruto (PIB) de um País e do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de uma nação, além de conhecer as unidades usuais como kW/h e o kW/h por habitante. Os alunos buscaram esses conceitos com minha ajuda, pela internet, na sala de informática. Demonstrei as fórmulas de potências e trabalho para explicar as unidades kW/h presentes no texto e disse que aplicaríamos na próxima aula.

Os questionamentos do texto foram: 1º - Dos países listados no Quadro 10, qual tem maior consumo de energia elétrica *per capita*? Forneça um motivo para esse consumo. 2º - É correto afirmar que o grau de desenvolvimento de um país está relacionado com o nível de consumo de energia? Tente explicar o motivo. Os alunos responderam sem muitas dificuldades. Para a primeira pergunta, os alunos responderam, em seu material, os Estados Unidos, devido ao fato de ser um país rico. A segunda pergunta foi justificada pela quantidade de aparelhos tecnológicos e pela quantidade de indústrias. O aluno Lucas respondeu: “Os Estados Unidos é o país mais rico do mundo o consumo por cabeça de energia ou per capita é 12.000 kWh/hab. [...]” e quanto à 2ª questão, o aluno Lucas deu como resposta: “Nos Estados Unidos é um país desenvolvido porque lá tem muita tecnologia por isso eles consomem muito energia elétrica”.

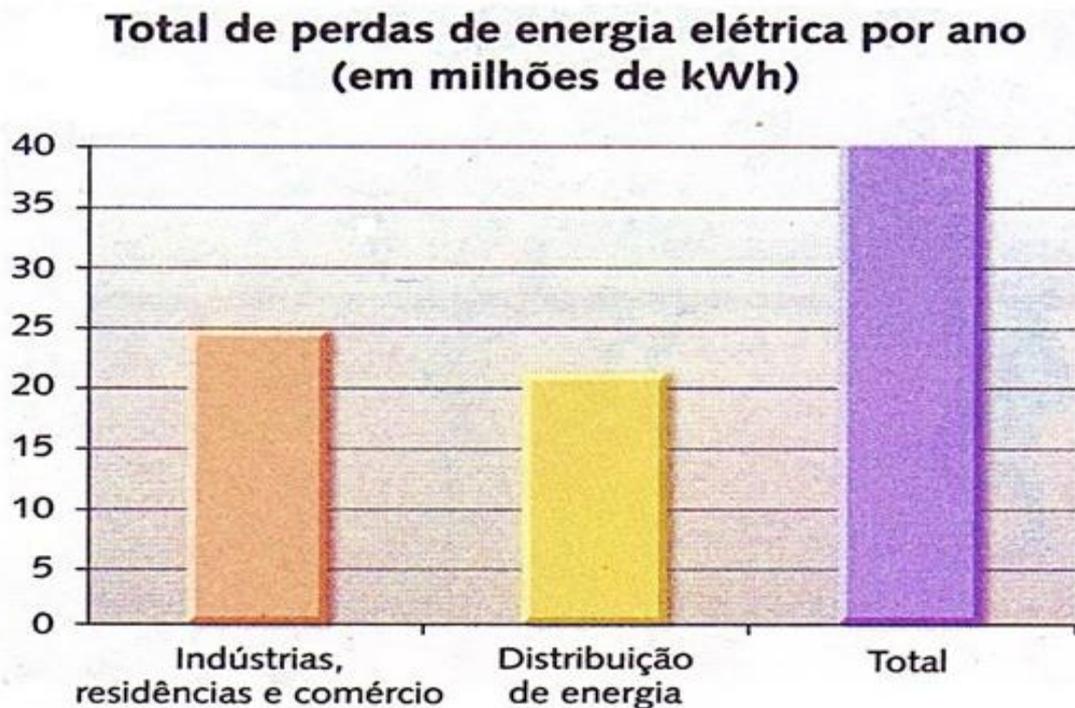
**Quadro 10: Consumo de energia elétrica no mundo**

<b>Consumo anual per capita de energia elétrica</b>	
Estados Unidos	12.000 kWh/hab.
Japão	7.800 kWh/hab.
Alemanha	7.800 kWh/hab.
Brasil	1.800 kWh/hab.
Mundo	2.800 kWh/hab.

Fonte: Cruz, 2006

Os demais questionamentos foram: 3º - Qual é o consumo mensal de energia elétrica em sua casa? 4º - Há desperdício em sua casa? 5º - Os desperdícios nos lares brasileiros estão representados em alguns dos grupos identificados no Gráfico

**Gráfico 2: O desperdício de energia elétrica.**



Fonte: Cruz, 2006

A pergunta da terceira questão nos possibilitou um breve diálogo sobre a conta de luz, pois eu a tinha solicitado desde o primeiro encontro, contudo nenhum aluno trouxe a conta de energia de sua casa. Alguns alunos apenas disseram que esqueceram, outros ficavam rindo, e outros em silêncio. Objetivo da atividade com a conta de energia era realizar o cálculo do consumo em três meses, dentro do período do minicurso. Dessa forma, essa atividade contemplaria a 3ª questão. Para a 4ª, abrimos discussão sobre essas questões, às quais os alunos não responderam no caderno, uma vez que eles já tinham debatido na quarta aula, e no início desta aula. Quanto à resposta da 5ª questão, não foi difícil indicar a coluna vermelha, uma vez que a palavra residência a discrimina logo abaixo.

No sexto encontro, seriam feitas as aplicações tanto dos conceitos de potência como o de trabalho. Demonstrei os países que produzem muita energia, porém apresentam baixo índice de desenvolvimento humano, como é o caso da China e do Brasil (BRASIL, 2012 a). Foram mostrados, por *slides*, os países ricos com poucos habitantes que consomem mais energia e os países pobres que consomem menos energia, onde está a maioria da população mundial.

O objetivo dessas duas últimas aulas foi promover o conhecimento de como ocorre o desperdício de energia elétrica nas residências, principalmente pelos adolescentes. Esses objetivos foram alcançados com êxito pelos alunos, pois, por meio dos slides apresentados, eles identificaram várias formas de desperdiçar energia em casa. Expliquei que o desperdício ocorre também nas indústrias, por furto e por falta de eficiência nos aparelhos eletrônicos, na administração pública, por conta dos descasos na fiscalização, e nos processos de transmissão de energia em longas distâncias.

Analiso, nesta aula, a participação efetiva de quase todos os alunos, que relataram uma nova postura em relação ao consumo de energia elétrica em suas residências, ou seja, os alunos começaram a falar que estão evitando desperdiçar energia elétrica. Também foi possível evidenciar uma mudança de postura dos alunos após as conversas e reivindicações, em aulas passadas, quanto ao valor da avaliação quantitativa. Assim, ficou evidente a participação e o envolvimento de mais alunos da turma com o minicurso e um melhor relacionamento professor-aluno.

## **5.6 Sexto encontro: A conta de energia elétrica**

Ao iniciar a aula, expliquei que ela tinha o objetivo de analisar a conta de energia elétrica como, por exemplo, realizar os cálculos de kW/h por mês com os valores cobrados pela concessionária de energia elétrica. Perguntei novamente por que eles não trouxeram as contas de energia solicitada durante todo o minicurso. A maioria dos alunos insistiu na justificativa de que esqueceu; outros comentaram que os pais pagam apenas uma tarifa para a empresa concessionária; e uma minoria disse que suas residências apresentam ligação clandestina de energia elétrica, e que, por este motivo, não poderiam apresentar uma conta.

Dessa forma, para a continuidade da aula levei uma cópia da conta de energia de minha residência e exemplos do livro didático (CRUZ, 2006) (ANEXO 5) para serem utilizados nos cálculos e fiz os seguintes questionamentos aos alunos: 1º - Como a energia elétrica chega em suas residências? 2º - O que seria corrente alternada, em energia elétrica? 3º - Quais as informações da etiqueta sobre eficiência energética do PROCEL encontrada em novos aparelhos eletrônicos?

Os conceitos de potência e trabalho foram retomados da aula anterior e, com regras de três simples, os educandos calcularam o consumo mensal de energia das

atividades do livro didático. Os alunos realizaram leitura sobre os tipos de corrente fechada e aberta. Foram demonstrados alguns *slides* sobre a fonte de energia elétrica, a transmissão e a distribuição pelas concessionárias de energia, não definindo conteúdos conceituais, e analisamos o selo do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO/PROCEL.

As respostas dos alunos foram dialogadas e escritas. Eles não tiveram dificuldades de responder à primeira questão. Manuela deu como resposta: “A energia vem das transformações da energia das quedas de água nas hidrelétricas que passa através dos fios de alta tensão até as nossas casas”.

Quanto à segunda questão, a aluna Mônica respondeu, após consulta na internet do site Brasil Escola: “A corrente alternada apresenta alta tensão, porém baixa corrente elétrica, foi criada por Nicolas Tesla e é utilizada para transmitir por fios elétricos, das fontes geradoras de energia elétrica para ser distribuídas em cidade distante”.

Já na terceira, eles buscaram informação pela internet, momento em que indiquei o site do INMETRO, e não tiveram muita dificuldade. A aluna Manuela coletou a figura do site do INMETRO (BRASIL, 2013 b), (Figura 3), tanto para aparelho eletrônico como para lâmpadas e sugeriu aos outros alunos, por meio dos *slides* do projetor de imagens, que falassem aos pais, quando comprassem aparelhos eletrônicos, para observar a eficiência do aparelho pelas letras, que a letra A significa mais eficiente, ou seja, gasta menos energia elétrica, e a letra E é menos eficiente, ou seja, aumenta a conta de energia elétrica ao final do mês. Nesse momento, foi aberta a discussão de que o preço do aparelho eletrônico menos eficiente é menos elevado, quando estão à venda, nas lojas.

Pedi que eles refletissem sobre essa situação. Alguns alunos fizeram uma análise sobre o custo e o benefício. A própria aluna Manuela decidiu (e aqui se faz presente a tomada de decisão) pela compra do mais eficiente, por mais que seja “caro”, já que esse valor seria descontado no pagamento da conta de energia elétrica. Outra questão levantada pelos alunos foi: quando não tiver o selo do INMETRO? Esta pergunta foi respondida pela aluna Manuela, que apresentava o trabalho e disse que o próprio site recomenda não comprar o produto.

Figura 3 – Informações do selo do INMETRO.



Fonte: Brasil (2013 b)

A outra atividade do livro (CRUZ, 2006), a qual se encontra no Anexo 5, foi: 1 - Traga as últimas três contas de sua residência e construa um gráfico de barras sobre o consumo registrado nos últimos meses; 2 - Liste a potência elétrica do chuveiro e de mais dois equipamentos elétricos de sua casa. Reproduza a tabela em seu caderno e complete-a estimando o consumo mensal (em R\$) de cada equipamento. O pedido da conta de luz foi realizado há sete meses, porém nenhum aluno trouxe a conta de luz, portanto pedi aos alunos que fizessem em suas residências essa atividade.

A atividade referente à 1ª questão teve que ser modificada e foi realizada com a conta de energia elétrica da minha residência, uma vez que os alunos não trouxeram as suas, conforme havia sido solicitado.

A 2ª questão era para realizarem cálculo: suponha que uma pessoa utilize um chuveiro de 4.400 W e tome demorados banhos de 30 minutos diários, ou dois banhos diários de 15 minutos cada um. A) Quantos kW/h serão consumidos pelo chuveiro em um mês? B) Sabendo que o kW/h custa R\$ 0,25, calcule o uso mensal do uso do chuveiro. C) Calcular o preço da energia consumida mensalmente por

uma lavadora de 1500W que funciona durante 1 hora todos os dias (Dados: cada kW/h custa R\$ 0,25).

As dificuldades se concentraram durante os cálculos, pois alguns alunos não conseguiam realizar as operações matemáticas básicas, principalmente divisão e regra de três simples, e outros alunos manifestavam facilidade e solicitavam desafios. Dei como desafio o cálculo dos aparelhos tecnológicos que eles mais utilizam em casa. Outros alunos não fizeram a atividade por não gostarem de cálculos. Analisamos, na conta de energia elétrica que havia trazido para sala de aula, os impostos incidentes do governo e quanto ele arrecada em cada conta de energia elétrica. Pedi que os alunos realizassem os cálculos da minha conta de energia quanto aos impostos pagos.

Analiso esta aula com a participação dos alunos se tornando cada vez mais significativa, com a busca por conceitos científicos em relação ao tema. Os diálogos em sala de aula ficaram mais frequentes, e a pesquisa em livros e na internet, mais independente. As ajudas entre os alunos e a execução dos trabalhos coletivos estavam mais harmoniosas. Assim, apoio-me na ideia de Demo (2011) em Educar pela pesquisa, tornar a pesquisa um ambiente didático cotidiano para desfazer a expectativa antiga de que pesquisa é coisa especial, para poucas pessoas especiais, desmitificando o pesquisador como um ser complicado. Porém, alguns alunos continuaram improdutivos e não participaram tanto das atividades; às vezes, apenas ficavam olhando. Esses alunos ainda permaneciam na pesquisa por emitir algumas opiniões sobre o assunto.

Os alunos conquistaram sua autonomia para pesquisar, ao longo das aulas, analisando o seu cotidiano, sendo instigados a refletirem sobre sua realidade e a questioná-la, buscando conhecimento científico por meio da pesquisa. A este tipo de ensino por investigação Demo (2011, p.15) denomina pesquisa como atitude cotidiana, ou seja, aquela que: “está na vida e lhe constitui a forma de passar por ela criticamente, tanto no sentido de cultivar a consciência crítica quanto no de saber intervir na realidade de modo alternativo com base na capacidade questionadora”. Assim, esses alunos se transformam em sujeitos com competência não apenas de fazer as críticas e de problematizar as atitudes do cotidiano, mas de refazê-lo continuamente de acordo com a realidade proposta, participando de seu grupo e, dessa forma, formando-se para a cidadania.

Para a próxima aula, solicitei aos alunos a formação de grupos para realização de pesquisa na sala de informática. O tema proposto para a investigação foram as matrizes de fontes de energia elétrica no mundo, no Brasil e no estado do Pará. Eles formaram os mesmos grupos de outras atividades realizadas anteriormente. Durante a semana, acompanhei um representante de cada equipe até a sala de informática, a fim de ajudá-los nas pesquisas para apresentação no próximo encontro.

### **5.7 Sétimo encontro: As fontes de energia elétrica**

Esta aula tinha como objetivo conhecer as fontes de energia elétrica e interpretar, a partir das matrizes energéticas, a importância das fontes renováveis e não renováveis para o desenvolvimento econômico e ambiental, local e global. A problematização foi: qual a principal fonte de energia elétrica local e mundial?

Demonstrei, de forma geral, para apresentação dos alunos, algumas fontes de energia elétrica e as consequências ambientais. Assim, os alunos explicaram a principal fonte de energia elétrica no planeta, o carvão mineral, por meio de figuras. Uns grupos apresentaram, em cartolinas, as matrizes de produção de energia elétrica, e outros, com minha ajuda, fizeram uso do projetor de imagens. Dos 27 alunos, apenas 10 participaram e se envolveram efetivamente na elaboração do trabalho, tanto na apresentação como durante a construção, evidenciando uma significativa evolução na aprendizagem por meio da pesquisa, ou seja, uma autonomia para buscar conhecimento. Entretanto, avalio a pouca participação dos 17 alunos como dificuldades de apresentar o trabalho, de se expressar. Os alunos tinham pouca iniciativa para pesquisar e, apesar de minhas constantes ajudas, os trabalhos ainda eram incompletos. As equipes receberam os temas conforme o Quadro 11.

**Quadro 11: Relação das equipes e seus temas**

<b>Equipe</b>	<b>Matrizes/assuntos relacionados</b>	<b>Realização da atividade</b>
1	Mundial	Realizada
2	Brasil	Realizada
3	Local	Realizada
4	Hidrelétricas	Realizada
5	Fontes eólica e solar	Não realizada
6	Fonte nuclear e gás natural	Realizada parcialmente

Fonte: Elaborado por mim

A equipe 1 pediu para apresentar o trabalho sobre o furto de energia elétrica, expondo as causas, as consequências e as possíveis soluções para essa problemática. Durante a apresentação, eles fizeram a exposição de reportagens de uma pessoa que foi morta na tentativa de realizar uma ligação clandestina. Posteriormente, a mesma equipe apresentou a atividade sobre a matriz de energia elétrica mundial. Após a apresentação, não houve debate, pois a equipe deu prosseguimento à sua apresentação sobre a matriz de energia elétrica mundial. Os alunos desenharam o gráfico em uma cartolina.

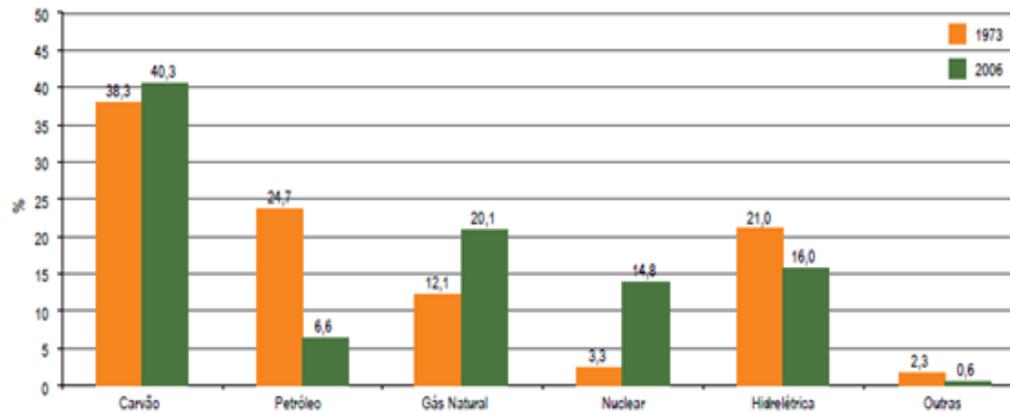
Como roteiro para apresentação do trabalho, solicitei aos alunos que respondessem aos seguintes questionamentos: 1º - Analisando o gráfico e a matriz elétrica mundial, qual a fonte de energia primária que produz mais energia elétrica? E qual seu impacto ambiental? 2º - Quais os países que produzem mais energia elétrica do mundo? E quais os que produzem menos energia elétrica? 3º - O que é o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)? Ele está relacionado à produção de energia elétrica? 4º - Quanto ao consumo de Energia, quais os países que produzem grande quantidade de energia elétrica, porém estes países apresentam baixo IDH?

Durante a construção dos trabalhos, os alunos enfatizaram o conhecimento do carvão mineral como fonte primária de energia elétrica no mundo. Primeiramente, eles estabeleceram as diferenças e as semelhanças entre o carvão mineral e o vegetal. A aluna Márcia, da equipe 1, tendo como referência o atlas de energia elétrica da ANEEL (BRASIL, 2002 a) e o Gráfico 3, explicou que:

[...] o carvão mineral é um combustível fóssil semelhante ao petróleo, o carvão mineral é constituído de vegetais fossilizados

no ato da queima para geração de energia elétrica ocorre a produção de gás carbônico que é muito prejudicial para atmosfera, pois ele é um dos causadores do aquecimento global, efeito estufa e chuva ácida, prejudicando todo o planeta.

**Gráfico 3 – Geração de energia elétrica por tipo de energia primária.**



Fonte: Brasil (2012 a)

A aluna expôs a importância do carvão mineral para o consumo de energia elétrica para o mundo e o impacto ambiental que ele provoca. Analisando o texto da ANEEL, os alunos responderam que os maiores produtores de energia elétrica no mundo são os países da OCDE e países como China e Brasil. Quanto ao IDH, não foi difícil para os alunos conceituarem, levando em consideração a taxa de natalidade e de mortalidade, nível de escolaridade e saúde. Os alunos relataram que o IDH da China é 0,68 mais baixo que o do Brasil, que é 0,78. A China, por sua vez, é mais rica que o Brasil e produz muito mais energia elétrica.

Ainda quanto aos países em desenvolvimento, como a China e o Brasil, os alunos interpretaram situações de IDH e produção de energia elétrica. A aluna Mônica informou que “o IDH desses dois países não correspondem com a produção de energia elétrica que produzem, pois ainda muitas pessoas não têm energia, não têm qualidade de vida, e quando têm energia elétrica, muitas pessoas não podem pagar.”

A equipe 2 apresentou a matriz energética do Brasil, e teve como referência o gráfico do Balanço energético de 2011 da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) do Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2013). Foram apresentadas quatro perguntas que serviram como roteiro para os alunos: 1ª - Interprete o gráfico da matriz elétrica do Brasil e responda: Qual a principal fonte de energia elétrica do

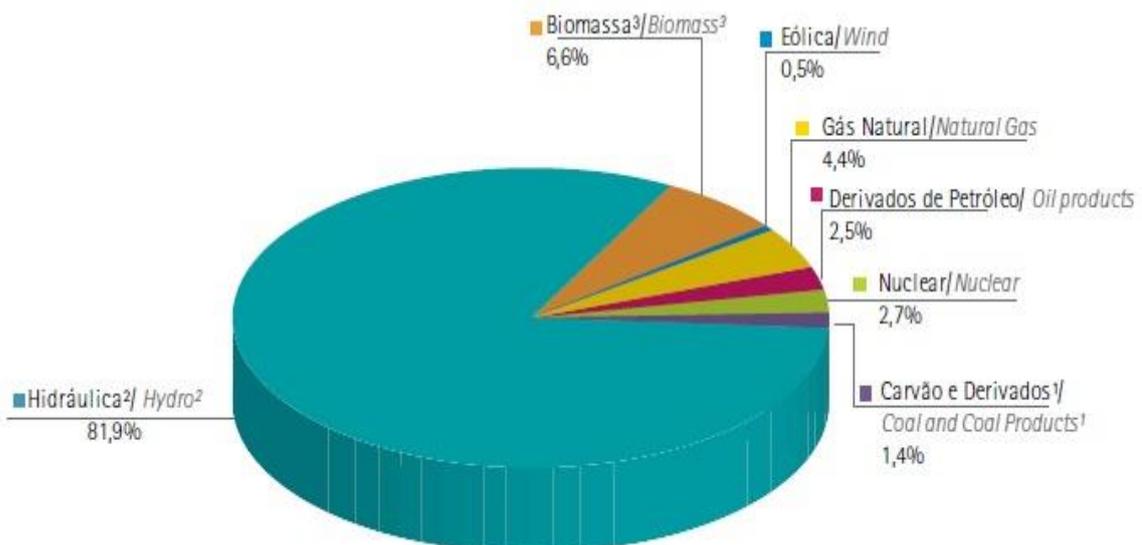
Brasil? E por que ela é considerada uma energia “limpa”? 2ª - Observe o gráfico e escreva qual é a segunda fonte de energia elétrica no Brasil? 3ª - O que é Biomassa? 4ª - Quais os impactos ambientais da segunda fonte de energia elétrica mais utilizada no Brasil? 5ª - Como aumentar a produção de energia no Brasil, para o futuro?

Durante o debate, a aluna Heloisa comentou que, na matriz de energia elétrica do Brasil (Gráfico 4), a principal fonte de energia elétrica são as hidrelétricas que são fontes de energia limpa, e perguntei à equipe 3 sobre a matriz do estado do Pará. Todos da equipe concordaram que “nós produzimos energia considerada limpa, pois utilizamos a água”. Porém a aluna Roberta escreveu e explicou por que as fontes de energia elétrica por hidrelétrica não são consideradas “limpas”:

[...] a construção das hidrelétricas provocam impactos ambientais e sociais basta vê os jornais o que acontece com a construção de Belo Monte, aqui no nosso estado os índios e os moradores são tirados de suas terras, pois grande área será inundada ameaçando a extinção de muitos animais. (sei disso por que eu decorei para falar no trabalho de geografia, e esse é parecido).

Acredito que a aluna não somente memorizou o conteúdo ministrado durante o ensino de Geografia, mas teve a competência de associar e intervir com uma problemática semelhante, manifestando-se de forma coerente.

**Gráfico 4 - Fontes de energia elétrica do Brasil**



Fonte: Balanço energético nacional - BNE (BRASIL, 2013)

Quanto à terceira questão, os alunos foram objetivos, tendo como referência o atlas de energia elétrica da ANEEL Brasil (2012 b): “[...] é qualquer matéria orgânica que pode ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica, aqui no Brasil, as principais fontes são: soja, cana-de-açúcar, arroz e outra como dendê, carnaúba, celulose e licor negro”. Na quarta questão, a aluna Heloisa expressou os impactos ambientais de produção dessa fonte de energia que são:

[...] degradação do solo, o desmatamento, e a formação de monocultura em grande extensão de terras, competindo com a produção de alimentos, pois as indústrias de refinaria pagam mais pela biomassa, do que as indústrias alimentícias.

Quanto à quinta questão, os alunos a responderam com base nos vídeos a que assistiram durante a preparação do trabalho e que deram enfoque ao potencial brasileiro para geração de energia sustentável e matrizes energéticas. No que se refere ao conteúdo dos vídeos, os alunos responderam que o consumo vai aumentar, devido ao crescimento da população e das tecnologias, e que o importante é ter várias fontes de produção de energia elétrica, não só a hidrelétrica, mas nuclear, biomassa e principalmente eólica e solar. Somente assim será suprido o abastecimento de energia elétrica no futuro.

A equipe 3 apresentou a matriz de energia elétrica do estado do Pará (Tabela 1). As perguntas para orientar a apresentação dos alunos foram: Observe a tabela e escreva. 1) Qual a principal fonte de energia elétrica no estado do Pará? E a que está em segundo lugar como fonte de energia elétrica? 2) Qual o impacto ambiental da segunda fonte atual de energia elétrica? 3) Faça uma relação dos impactos ambientais da principal fonte de energia do estado do Pará com a principal fonte mundial; 4) Por que, na Tabela, inverteram-se os valores das fontes hídricas e do óleo combustível de 1980 a 2005? 5) Por que a construção de hidrelétricas é indicada para nossa região? 6) Qual seria a outra fonte de energia elétrica que estaria de acordo com as características de nossa região?

**Tabela 1: Balanço de energia elétrica do estado do Pará de 1980 a 2005, em %.**

Fontes de eletricidade	1980	1985	1990	1995	2000	2005
Hídrica	4	92	98	96	97	96
Óleo combustível	72	4	1,5	2	2	2,5
Eólica, solar, biomassa e pequenas hidrelétricas	17	2	0,5	1	0,5	1
Outras	7	2	-	1	0,5	0,5
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fonte: Borges e Zouain (2010)

Os alunos responderam à primeira e à segunda perguntas e as apresentaram de forma objetiva. A principal fonte de energia é a hidrelétrica e a que está em segundo lugar é o óleo diesel para os motores das termoeletricas. A segunda questão foi o impacto ambiental provocado pelo óleo diesel, que é o aquecimento global, a chuva ácida. A terceira questão foi respondida sem dificuldade; a primeira equipe já tinha respondido sobre o carvão mineral e a segunda equipe respondeu sobre os impactos ambientais das hidrelétricas. Na quarta questão, foi respondido e afirmado que os valores invertidos, na tabela, se deram com a construção da hidrelétrica de Tucuruí, em 1984. Quanto à 5ª questão, não foi difícil pesquisar na internet que o que favorece a construção de hidrelétrica em nosso estado são os grandes rios com quedas de água. E na 6ª questão foi respondido que a fonte de energia solar poderia ajudar a suprir a região de energia elétrica, devido à quantidade de energia solar na região amazônica, porém, como a tabela indica, a produção de energia elétrica é muito pequena através da energia eólica.

Durante a apresentação, outros alunos fizeram a reflexão sobre a questão global com o local. O aluno Antonio afirmou: “no mundo a produção de energia elétrica é feita com o carvão mineral que polui o meio ambiente, a nossa região é privilegiada, rica, boa por ter muitos rios para fazer hidrelétrica.” Ainda que os outros alunos voltassem a comentar sobre os impactos das hidrelétricas, como alagamentos e ameaça de extinção da fauna e da flora local, a maioria da turma concordava que a nossa localidade é privilegiada.

Os alunos da equipe 4 explicaram o funcionamento da hidrelétrica, ao serem arguidos sobre as seguintes questões: 1ª - Como funciona uma hidrelétrica? 2ª - Quais os impactos ambientais que elas podem provocar? 3ª - Quais as maiores

hidrelétricas do mundo, do Brasil e do Pará? 4ª - A construção da hidrelétrica de Tucuruí consegue fornecer energia para todo o estado do Pará?

Com base no livro de Cruz (2006) e em pesquisa no site Brasil (2012), a equipe 5 entregou o escrito e a aluna Roberta, da equipe, explicou o funcionamento da hidrelétrica:

[...] a água localizada na parte superior da hidrelétrica armazena energia potencial em relação ao solo e quando é aberto as comportas da hidrelétrica a água passa por dutos e sua energia potencial é convertida em energia cinética, ou seja, de movimento da queda de água possibilitando girar as hélices das turbinas que produzem uma força eletromotriz por indução eletromagnética convertendo energia cinética em energia elétrica.

A aluna pediu para apresentar os impactos ambientais provocados pelas hidrelétricas, demonstrando interesse pelo assunto, apesar de ter sido exposto por outra equipe. Foram mostradas, no projetor, as imagens das maiores hidrelétricas, como a de Três Gargantas, na China, que é a maior do mundo; a que está sendo construída em Belo Monte e a usina de Tucuruí, ambas no estado do Pará. Quanto à 4ª questão, os alunos foram unânimes ao afirmar que Tucuruí não fornece energia a todos no Pará.

De forma crítica, a aluna Paula comentou sobre a produção de energia em nosso estado. Observando o gráfico da tabela 1, falou a respeito de Belo Monte e deu sua opinião. Disse que sabe que existe a opinião dos empresários, dos políticos, dos moradores, dos índios: “o que adianta ter Tucuruí e Belo Monte se nossa energia é cara e vai pra outros estados, por isso que as pessoas fazem gato”.

Foi entregue um material sobre magnetismo, pois iríamos visitar o laboratório de demonstrações de Física da Universidade Federal do Pará. Solicitei aos alunos que observassem as principais experiências e as relacionassem com o material teórico.

## **5.8 Oitavo encontro: Demonstrações sobre magnetismo**

Foi realizada uma visita ao laboratório de demonstrações de Física da Universidade Federal do Pará. Os alunos foram separados em grupos para registrarem os tipos de experimentos realizados pelos monitores. A aula se caracterizou pela visita à UFPA. Foram mostradas as experiências de Orested, na

qual a agulha de uma bússola é desviada quando passa próximo a uma corrente elétrica, e a de Faraday, quando uma bobina com ímã e cobre enrolado produz correntes elétricas.

Ao retornar à escola, a técnica responsável me comunicou que as atividades escolares iriam encerrar no final do mês de janeiro, embora o calendário montado pela direção da escola apontasse que as aulas terminariam no final de março, devido à parada das atividades escolares para realização da reforma na escola e à greve dos professores da instituição. Faltando uma semana para terminarem as aulas, fiquei um pouco angustiado e constrangido, pois ainda havia atividades para serem realizadas, como a preparação de uma cartilha e a aula sobre a hidrelétrica de Belo Monte. Tentei argumentar com os alunos, porém muitos iriam sair da escola, e outros já haviam sido aprovados. Mesmo assim, solicitei à direção mais dois dias de aula para encerrar o minicurso.

### **5.9 Nono encontro: A avaliação final**

Nesse encontro, conversamos sobre o posicionamento dos alunos diante do minicurso, e foi perguntado: “qual sua postura diante do tema?” Após as aulas, perguntei a eles sobre os procedimentos dessas aulas e minha postura como educador. Posteriormente, foi realizada uma redação sobre o minicurso: Como evitar o desperdício de energia elétrica?

A maioria dos alunos disse que gostou do tipo de aula, de aprender a pesquisar. A aluna Manuela disse que “todos os professores deveriam ser assim levar os alunos para sala de informática e ensinar a fazer pesquisa na internet nos sites confiáveis.” A aluna deu essa resposta em referência à minha postura como professor. A aluna Roberta comentou: “eu gostei de fazer pesquisa e apresentar os trabalhos a gente aprende mais, eu gosto mais desse tipo de aula do que as aulas comuns, minha irmã faz universidade e ela estuda assim dessa maneira.” Os comentários mais frequentes dos alunos eram sobre a mudança de atitude em relação ao desperdício de energia elétrica em suas respectivas residências. A aluna Márcia disse: “Que lembrava muito do minicurso em casa e que não deixava mais a luz acesa quando saía do quarto ou do lugar em que estava desligava o computador quando não estava utilizando, aconselhava os seus parentes e amigos em casa.”

O aluno Lucas, por sua vez, falou: “fui elogiado pelos meus pais por não gastar tanta energia.” As redações traziam relatos sobre a mudança de atitudes dos alunos em relação à energia elétrica residencial, e a avaliação dos educandos foi qualitativa. Analisei aspectos como participação, domínio do conhecimento em ciências e aspectos valorativos em relação ao tema proposto. Posteriormente, atribuí valores quantitativos às atividades para somar à pontuação do professor que ministra a disciplina CFB, na turma, atendendo, desta forma, ao que foi acordado com a classe.

## 6 ANÁLISE INTERPRETATIVA DO MINICURSO

O minicurso, como um todo, também apresentava o formato dos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1992). A *problematização* inicial foi o consumo de energia elétrica residencial; a *organização do conhecimento* estava principalmente em torno dos conteúdos científicos de Física, dando ênfase aos conceitos unificadores, como energia e a conservação de energia; e por último a *aplicação do conhecimento* ao cotidiano, compreendendo como a energia elétrica chega às residências; a realização dos cálculos do consumo de energia elétrica; como a produção de energia elétrica local e global, utilizando as tecnologias das hidrelétricas, termoeletricas, das usinas nucleares, solares e eólica, impacta o meio ambiente e a sociedade; e a conscientização do desperdício de energia elétrica.

No primeiro encontro, os alunos trouxeram como realidade de sua comunidade o consumo exagerado de energia elétrica, de forma que esses alunos desperdiçavam energia elétrica em suas residências. Somando a essa problemática, os alunos vislumbravam a ligação clandestina como causa para esse consumo desenfreado. O hábito de os alunos consumirem energia elétrica em excesso em suas residências é influenciado pelas ligações clandestinas. Assim, possibilitar a reflexão sobre esse assunto se tornava um desafio.

Durante as aulas, foram contemplados os pressupostos da proposta temática de Delizoicov e Angotti (1992), com o estabelecimento do tema central sugerido por mim, que é o consumo de energia elétrica. Porém, o assunto ligações clandestinas foi indicado pelos alunos, uma vez que eles vivenciam essa realidade. Dessa forma, acredito que esse propósito confirma e potencializa as ideias freirianas de dialogicidade e a escolha de temas gerados a partir da realidade dos alunos.

A identificação da problemática “ligações clandestinas de energia” ocorreu de forma apelativa por parte dos alunos, no sentido da necessidade de recorrer aos conhecimentos dessa problemática, pois a maioria da turma manifestava ânsia de discussão. Apesar de o minicurso não ter como proposta inicial tratar do furto de energia, comecei a me questionar como ensinar sobre consumo de energia elétrica, diante da problemática furto de energia elétrica como realidade dos alunos, e como estes podem aprender sobre consumo de energia elétrica com ligações clandestinas de energia em suas residências.

Iniciei um processo de análise da proposta temática dos alunos sobre furto de energia elétrica, o que Freire (2005, p.119) denomina de investigação temática: “[...] como ponto de partida de sua dialogicidade [...]” e pude perceber que, pelo diálogo, alguns alunos demonstravam ter uma percepção crítica dessa realidade contraditória. A temática ligação clandestina de energia elétrica ocorreu por desdobramento do tema consumo de energia elétrica. Como explica Freire (2005), sobre a introdução de novos posicionamentos do tema sugerido:

[...] de necessidade comprovada, corresponde, inclusive, à dialogicidade da educação, de que tanto temos falado. Se a programação efetiva é dialógica, isto significa o direito que também têm os educadores-educandos de participar dela, incluindo temas não sugeridos. A estes por sua função chamamos de “temas dobradiças” (FREIRE, 2005, p.134).

Após longo do debate sobre o assunto em sala de aula, com situações contraditórias, denominadas por Freire (2005) de “situações-limites”, foi evidenciado o questionamento dos alunos sobre o furto de energia elétrica. Por exemplo, Rodolfo fez a seguinte pergunta: “quando um pai está desempregado por um longo tempo e não pode pagar a conta de luz, ele deve ir preso por ter furtado energia?”; Mônica: “muitos fazem gato porque a conta de energia elétrica é muito alta”; Antonio: “é correto o furto de energia?”. Assim, o tema ligação clandestina de energia, que se desdobrou do tema consumo de energia elétrica, se tornava significativo. Não apliquei rigorosamente a proposta de Paulo Freire, porém levei em consideração algumas ideias que se aproximam da concepção CTS e da ação pedagógica dos três momentos pedagógicos, ocorrida durante o minicurso.

Dessa forma, evidenciei que a proposta metodológica de Delizoicov e Angotti teve como ideia basilar os pressupostos freirianos, como a configuração curricular baseada em temas. Esses autores, por longos anos, fizeram experiências pedagógicas com temas geradores de Paulo Freire e realizaram a transposição didática da concepção freiriana para educação escolar formal.

O resultado da proposta expressa pelos alunos sobre o furto de energia teve importância como processo de discussão, pois envolvia princípios e valores. Alguns alunos justificaram a utilização da ligação clandestina e outros não concordavam, sendo realizado pelos alunos da equipe 1 um trabalho sobre esse tema, o qual apresentaram na sétima aula.

Durante a preparação do trabalho, foi observado que os livros didáticos da biblioteca da escola, até então analisados, não abordam o assunto ligações clandestinas de energia elétrica. Diante dessa situação, foi preparado um material junto à equipe quanto aos aspectos legais, ou seja, o estabelecimento das leis sobre o furto de energia, as causas, as consequências e as possíveis soluções para essas implicações.

Os alunos utilizaram o material da Revista ANEEL, especificamente o trabalho de Vidinich e Nery (2009), cujo assunto versava sobre o furto de energia. A aluna Mônica escreveu e explicou que:

[...] não é somente a classe menos favorecida que realiza furto de energia, como muitos alunos afirmaram, mas também nas classes média e alta, onde existem quadrilhas com conhecimento técnico especializado, pelas fraudes no sistema elétrico, para diminuir a conta de energia elétrica em grandes empresas, no comércio e indústrias.

O aluno Antonio comentou: “eu sabia que pessoas pobres e ricas fazem gato na realidade gato são pessoas “safadas” que fazem.” Esse foi o grande momento para explicar que essa é uma questão de valores, independentemente de classe social, pois pessoas com má índole realizam furto de energia, mesmo tendo bom salário. Pessoas de boa índole pagam suas contas, contestam quando vêm altas e procuram seus direitos diante das dificuldades.

Os educandos da equipe responsável pela atividade trouxeram imagens e vídeos, coletados da internet, de pessoas mortas e presas aos fios de alta tensão ao tentarem realizar ligações clandestinas sem conhecimento técnico. Trouxeram, também, reportagens de telejornais sobre incêndios em comunidades, provocados por curtos-circuitos devido a ligações clandestinas. Os alunos desse grupo explicaram que essas pessoas causaram danos às comunidades, cometeram um crime e morreram por não terem conhecimento técnico para realizar essas ligações. Dessa maneira, observa-se a ausência de responsabilidade social por falta de conhecimento técnico-científico sobre energia elétrica, e a educação científica tem a importante função de possibilitar a reflexão quanto a essa realidade.

A proposta de discussão sobre as ligações clandestinas visava possibilitar aos alunos analisarem os custos e os benefícios para se posicionarem diante desta problemática. Essa minha ideia vai ao encontro da ideia de tomada de decisão de Santos e Mortimer (2001, p. 107):

Se desejarmos preparar os alunos para participar ativamente das decisões da sociedade, precisamos ir além do ensino conceitual, em direção a uma educação voltada para a ação social responsável, em que haja preocupação com a formação de atitudes e valores.

Alguns alunos expressaram essa tomada de decisão no momento da discussão e em atividades posteriores. A temática furto de energia elétrica se tornou significativa a partir da reflexão crítica dos alunos. Muitos deles estavam motivados para a realização da atividade sobre o desenvolvimento do assunto; contudo, escolhi a equipe 1, composta de três alunos, para fazer o trabalho, que foi exposto à turma. A vontade dos alunos em discutir sobre o furto de energia elétrica vem confirmar a ideia de Fourez (2003), segundo o qual, o que importa para os alunos no ensino de Ciências é que a disciplina os ajude a compreender o mundo em que vivem.

Por tudo exposto até aqui, fica evidente o que Santos (2008), Dagnino (2008) e Nascimento e Linsingen (2006), Teixeira (2003) afirmam sobre as aproximações de pressupostos freirianos com a abordagem CTS. A concepção humanística freiriana é observada na relação dialógica educador-educando, durante o desenvolvimento da temática consumo de energia elétrica. Para Freire (2005), educação é sempre um processo humano; portanto, ela é fundamentada na transmissão ou na geração de valores. Dessa forma, com base em Santos (2008, p. 122), faço inferências sobre as congruências das ideias freirianas e os pressupostos CTS, tais como:

[...] incorporar ao currículo discussões de valores e reflexões críticas que possibilitem desvelar a condição humana. Não se trata de uma educação contra o uso da tecnologia e nem uma educação para o uso, mas uma educação em que os alunos possam refletir sobre a sua condição no mundo frente aos desafios postos pela ciência e tecnologia.

As questões problemáticas de ciências e tecnologia que envolvem a sociedade, como o consumo exagerado de energia elétrica e o furto de energia, significam, no âmbito pedagógico, ensinar por meio de problemas sociocientíficos, de forma a favorecer a aprendizagem de valores e atitudes na perspectiva de que os alunos compreendam o mundo científico e tecnológico em que estão inseridos e que tenham condições de transformá-lo com base em valores humanos, como o respeito à natureza e à coletividade, o espírito de solidariedade e de responsabilidade social.

Segundo Teixeira (2003), as concepções CTS e freiriana rompem com o tradicionalismo curricular, uma vez que a seleção de conteúdo se dá a partir da identificação de temas relacionados à realidade dos alunos. Os conteúdos de base tradicional em Física não foram os elementos centrais dessa discussão. Para Nascimento e Linsingen (2006), a contextualização é uma concepção teórica tanto para o enfoque CTS quanto para a investigação temática em Freire. Nesse sentido, o contexto social dos alunos, cuja realidade envolve o furto de energia elétrica, facilitou o processo de construção e aprendizagem de conteúdos científicos como, por exemplo, o significado de energia, que é um conteúdo conceitual.

Realizando uma análise do processo de ensino e aprendizagem do minicurso, dentro de uma perspectiva CTS, percebo que utilizei como principal estratégia o debate em sala de aula, o letramento científico e tecnológico, representado pela compreensão abrangente de leituras científicas, e, conseqüentemente, a produção textual, dando ênfase à autoria do aluno, além das concepções de CTS, como a tomada de decisão de questões sociocientíficas envolvendo o consumo de energia elétrica. Também estimulei a participação do aluno a uma reflexão crítica da sua realidade em relação ao tema proposto, contribuindo para a constituição de sua cidadania. Sendo assim, avalio, pelo que foi expresso pelos alunos, que houve uma significativa aprendizagem em relação ao tema proposto.

Os debates em sala de aula foram produtivos, pois possibilitaram a expressão da realidade dos alunos. Assim, as ideias dos sujeitos da pesquisa, professor-aluno e aluno-aluno, eram confrontadas, principalmente sobre a estratégia didática adotada pelo minicurso de ensinar a pesquisar em livros e na internet os assuntos relativos ao desperdício de energia elétrica e à utilização de ligações clandestinas. Segundo Hofstein apud Santos e Schnetzler (2010 p. 91, grifo meu), dentre as estratégias, “O ensino de CTS inclui jogos de simulação e desempenho de papeis, fóruns e **debates**, projetos individuais e coletivos [...]”.

Os debates como estratégia CTS convergiam com os pressupostos dos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti, principalmente o primeiro momento, que é a problematização. Neste primeiro momento, eram apresentadas as questões e as situações para discussões dos alunos visando ligar a realidade dos alunos ao conteúdo programático. Analiso, também, que o debate foi facilitado pela disposição espacial dos alunos, que ficavam sentados em círculos em sala de aula, desde o início do minicurso, levando em consideração a ideia de Freire (2014, p.135) do

“círculo de cultura”, que propõe o arranjo espacial das carteiras em sala de aula, em círculo. Essa disposição foi importante para facilitar o debate e, conseqüentemente, a dialogicidade, o que não ocorre na disposição espacial tradicional, em que um aluno fica atrás do outro, dificultando a discussão sobre os temas da comunidade.

A ideia sobre o “círculo de cultura” de Freire (2014) vai ao encontro do ensino das aulas do minicurso, pois em lugar do professor com tradições fortemente “doadoras” tem-se o coordenador do debate; em lugar de aula discursiva, o diálogo; em lugar de aluno com tradições passivas, o participante do grupo. Sendo assim, os debates, nos “círculos de cultura”, como forma de estratégia CTS contribuíram para reflexão e aprendizagem dos alunos.

Analisando o questionário sobre energia (APÊNDICE C) e o desenvolvimento das aulas iniciais, principalmente a primeira e a segunda, percebi a necessidade do letramento científico e tecnológico, pois os alunos não tinham compreensão, ou quando tinham era confusa e sem muito fundamento científico, das principais terminologias científicas utilizadas durante o minicurso, que seriam: energia; energia elétrica e o princípio da conservação de energia. Dessa forma, os alunos não sabiam explicar cientificamente a origem da energia elétrica em suas residências, não compreendiam precisamente que para produzir energia elétrica se necessitava de tecnologia avançada, como as turbinas das hidrelétricas, e que a manutenção dessas tecnologias é custeada financeiramente por toda a sociedade. Os alunos não relacionavam a produção de energia elétrica aos impactos ambientais e sociais. Diante deste diagnóstico, comecei a intervir com as concepções da abordagem CTS, como o letramento científico. Santos (2007) comenta que o LCT possibilita a prática de leitura científica, promovendo a compreensão da ciência e da tecnologia para a sociedade.

Ainda conforme a concepção do LCT, deve-se intervir, também, favorecendo e estimulando, por meio da pesquisa, a produção textual dos alunos em ciências. De acordo com Demo (2010), familiarizar o aluno com o mundo científico possibilita, por ocasião dos debates em sala de aula, desenvolver a sua capacidade de argumentação, relacionando os termos científicos com os seus discursos durante a apresentação de suas atividades.

A habilidade de argumentação dos alunos foi melhorando e, à medida que o minicurso se desenvolvia, eles adquiriam mais autonomia durante suas pesquisas e

demonstravam uma tendência ao domínio de informações científicas, buscando-as em livros de ciências e em sites da internet mais confiáveis.

O LCT também está de acordo com o que pensa Chassot (2003; 2014), o qual afirma que a ideia de ler, escrever e criticar cientificamente o mundo não está completa, pois é importante também entender a possibilidade de transformar o mundo para melhor. Analisando o questionário inicial sobre o hábito dos alunos em relação ao consumo de energia elétrica em suas residências e o questionário final, pude concluir que 88% dos alunos afirmaram ter mudado de atitude quanto ao desperdício de energia elétrica, ou seja, os alunos comentaram que colocavam em prática o que eles tinham estudado no minicurso, e procuraram não desperdiçar energia elétrica. Portanto, concordo com a afirmação de Chassot (2014, p. 55) de que “A nossa responsabilidade maior é procurar que nossos alunos e alunas se transformem, com o ensino que fazemos, em homens e mulheres mais críticos [...] os alunos possam tornar-se agentes de transformação, para melhorar o mundo em que vivemos”.

O entendimento do significado de energia atravessou todo o minicurso, pois estava atrelado ao tema consumo de energia elétrica residencial. O conceito de energia estava ligado também à problematização realizada pelos alunos quanto ao desperdício e ao furto de energia elétrica. Por último, a definição de energia foi estudada com a finalidade de compreender sua forma abstração, por meio de exemplos do dia a dia.

Os diferentes termos atribuídos à energia ao longo da História da humanidade, como ímpeto, vis viva, flogístico e calórico, revelam um aspecto filosófico de cada época até a atualidade e esse conhecimento é elaborado, estruturado e sistemático, reunindo trabalho e interesse de muitos pesquisadores, não como uma descoberta fácil, resultante de um “insight” de algum gênio isolado. Nesse sentido, os alunos da equipe 6 conseguiram compreender que não existem verdades científicas para sempre.

A energia está vinculada ao cenário atual da matriz elétrica mundial e local, e necessita ser interpretada pelos alunos, pois ela expressa realidades econômicas e sociais, durante uma determinada época. Diante dessas características, apoio-me na ideia de Angotti (1991) sobre o termo científico energia, como um conceito unificador. Segundo este autor, “a energia é um sutil “camaleão” do conhecimento científico” (ANGOTTI, 1991, p.115). Para Muenchen (2010, p.127), o conceito

unificador é: “o fio condutor de um programa que, embora temático e marcado por características locais e regionais, manterá a unidade enquanto parte das ciências naturais.”. No campo cognitivo, os alunos aprenderam a organizar e a articular o entendimento de energia ao longo do minicurso, no sentido abstrato, como algo que muda, mas ao mesmo tempo se conserva, como no relato das equipes:

A energia elétrica no fio elétrico da distribuidora de grosso calibre quando entra em uma residência que tem fio de pequeno calibre a energia modifica de meio e no fio de pequeno calibre a energia se manifesta em grande parte em energia térmica chamado efeito Joule aquecendo o fio provocando faísca e fogo e podendo causar incêndio, em uma comunidade inteira. (EQUIPE 1).

Durante a segunda aula sobre o entendimento de energia, tive o cuidado de expressar a ideia “transformação de uma forma de energia em outra” como algo material ou substancial que muda de forma, mas como um ente natural e primitivo que se conserva em diferentes sistemas. A energia surge sempre em um contexto, interage com outras propriedades do sistema, como massa, tempo e espaço, ou seja, em diferentes ambientes e nunca de forma isolada (DOMÉNECH, 2004; ANGOTTI, 1991). Além de tentar possibilitar aos alunos uma conceituação abstrata de energia, na sétima aula, foi proporcionado a eles o trabalho sobre o assunto segundo os PCNs, que deve atentar para questões das “transformações das formas de energia, sua origem, os recursos tecnológicos necessários às transformações. Com especial interesse, são enfocados os problemas de impacto ambiental” (BRASIL, 1998, p.119). Os PCNs comentam que se pode trabalhar esse tema com o auxílio de interpretação de jornais e revistas. Utilizei, também, como recurso, as matrizes de energia estabelecidas pelos órgãos oficiais do governo. Nesse sentido, a aluna Roberta explicou sucintamente o funcionamento de uma hidrelétrica:

A água localizada na parte superior da hidrelétrica ‘armazena’ energia potencial em relação ao solo e quando é aberto as comportas da hidrelétrica a água passa por dutos e sua energia potencial é convertida em energia cinética, ou seja, de movimento da queda de água possibilitando girar as hélices das turbinas que produzem uma força eletromotriz por indução eletromagnética convertendo energia cinética em energia elétrica.

A aluna Márcia escreveu e explicou, durante a apresentação do trabalho, a principal fonte primária de energia para a produção de energia elétrica no mundo:

[...] o carvão mineral é um combustível fóssil semelhante ao petróleo, o carvão mineral é constituído de vegetais fossilizados no ato da queima para geração de energia elétrica ocorre a produção de gás carbônico que é muito prejudicial para atmosfera, pois ele é um dos causadores do aquecimento global, efeito estufa e chuva ácida, prejudicando todo o planeta.

Em um debate em sala de aula sobre produção de energia limpa, a aluna Roberta explicou por que as fontes de energia elétrica por hidrelétrica não são consideradas “limpas”:

[...] a construção das hidrelétricas provocam impactos ambientais e sociais basta vê os jornais o que acontece com a construção de Belo Monte, aqui no nosso estado os índios e os moradores são tirados de suas terras, pois grande área será inundada ameaçando a extinção de muitos animais.

Ao longo do minicurso, os alunos foram estimulados a várias tomadas de decisões, desde participar ou não do minicurso, de desenvolver as atividades propostas durante as aulas, de desperdiçar ou não energia elétrica em sua residência, de concordar ou não com ligações clandestinas. Estas últimas tinham características da abordagem CTS, de tomada de decisão para uma ação social responsável, no ensino de Ciências (SANTOS; MORTIMER, 2001), que envolve conhecimento científico e tecnológico para intervir na sociedade. Para Sarabia (1998), as tomadas de decisões pelos alunos são estratégias didáticas concretas para se trabalhar efetivamente os conteúdos atitudinais, porém a autora deixa claro que “as atitudes não são construções lógicas e perfeitamente coerentes”, (p. 166); são constructos subjetivos, que dependem do cognitivo, do afeto e do comportamento de cada aluno. Contudo, as atitudes exercem importantes influências na intencionalidade e nas tomadas de decisões.

As estratégias de ensino utilizadas durante o minicurso, como debates, ensino por meio de pesquisa e tomada de decisão, vão ao encontro das estratégias e intervenções propostas por Sarabia (1998) para a mudança de atitudes dos alunos, como diálogos, discussões, técnicas de estudo ativo e tomada de decisão. Esta última estratégia é o passo final na sequência de aprendizagem de atitudes e valores.

Esta pesquisa objetivou verificar e analisar os indícios da mudança de atitude em relação ao consumo de energia elétrica ao longo do minicurso. Por isso, as ações dos conteúdos atitudinais ministrados foram analisadas levando em consideração as posturas críticas dos educandos em sala de aula, assim como as manifestações escritas, as suas falas, evidenciando, dessa maneira, indícios de mudanças de atitude em relação principalmente ao desperdício de energia elétrica em suas residências.

O ensino de conteúdo atitudinal envolve o desenvolvimento da aprendizagem de valores, em que o aluno passa a refletir sobre o comportamento social coerente com a ética, possibilitando o desenvolvimento de capacidades cognitivas, emocionais e comportamentais.

Segundo Beraza (2000), a influência da escola, do professor e da turma sobre as atitudes dos alunos é denominada de persuasão. Todo o minicurso estava voltado para um processo de persuasão<sup>8</sup>, de uma consciência crítica em relação ao consumo de energia elétrica, porém esse processo se evidenciou mais na quarta, quinta e sexta aulas, por se tratar especificamente do comportamento dos alunos sobre o consumo de energia elétrica em suas residências. Tomando como base a ideia de persuasão de Beraza (2000) e Sarabia (1998), os três momentos pedagógicos e as estratégias de ensino CTS, classificados como modalidades didáticas, são processos persuasivos para o ensino de conteúdos atitudinais. Assim, “[...] os métodos são os principais nutrientes das atitudes-valores e a principal via contam[sem sentido] para exercer a persuasão” (BERAZA, 2000, p. 43).

No processo de aprendizagem das atitudes, Sarabia (1998) salienta a socialização como um procedimento básico para aquisição de atitudes e comportamento, de forma que meninos e meninas amadurecem para a vida adulta. Para Sarabia (1998, p. 139), “[...] as mudanças atitudinais e comportamentais que ocorrem através da aprendizagem se enquadram dentro do que chamamos de socialização”.

A aprendizagem de atitudes na escola é então um processo interacional, em que a atitude e o comportamento dos alunos são influenciados pelo grupo ao qual pertencem e pela autoridade do professor principalmente, estabelecendo sistemas

---

<sup>8</sup> Vander Zandem apud Sarabia (1998 p. 154) explica persuasão como “A tentativa deliberada por parte de uma pessoa ou grupo de influenciar nas atitudes ou condutas de outros, com o objetivo de modificar essas atitudes”.

de papéis e de status aos quais os alunos reagem de maneira diferente. A aprendizagem de conteúdos atitudinais se refere a aprender a viver com os outros e aprender a ser. Para Delors et al.(2001) este é um dos maiores desafios da educação na atualidade, tentando evitar tensões latentes entre os alunos e os professores. Nesse sentido, deve-se gerenciar conflito de ideias diferentes que possam partir dos alunos. “Poderemos conceber uma educação capaz de evitar os conflitos, ou de os resolver de maneira pacífica, desenvolvendo o conhecimento dos outros”. (DELORS ET AL, 2001, p. 96).

Aprender conteúdos atitudinais implica a relação com os componentes cognitivos (conhecimento científico ou crenças), afetivos (sentimentos e preferências), de condutas, comportamento ou postura (ações e declarações de intenção), que estão relacionados a outros conteúdos, como valores e normas.

Os valores estão vinculados a princípios ou à ética, que são reflexões da moral e permitem ao indivíduo emitir um “juízo” de valor. As normas são padrões ou regras e constituem uma forma pactuada de realizar certas atitudes e comportamentos em sociedades. Dos três conteúdos básicos articulados no processo educacional (conceituais, procedimentais e atitudinais), os conteúdos atitudinais favorecem o aprendizado de qualquer outra modalidade de conteúdo, como conceitual e procedimental. Nesse sentido, a aprendizagem de conteúdos atitudinais constitui o motor do desenvolvimento para a formação da cidadania, implicando que cada indivíduo reivindique seus direitos por participação em uma sociedade democrática e que também exerça seus deveres (SARABIA, 1998; SERRANO, 2002; BEZARA, 2000; ZABALA, 2011).

Zabala (2011) comenta que é fundamental levar em conta não tanto os aspectos evidentes e explícitos dos valores no momento da exposição, debate ou diálogo em que são tratados, porém é importante a rede de relações estabelecidas. Essas relações, as imagens e as interpretações das posturas e comportamentos são as peças-chaves para avaliação de valores e atitudes dos alunos, dentro de uma proposta de ensino com uma unidade temática. Os atores dessas redes de relações podem ser: professor, equipe técnico-pedagógica, colegas de classe, pais ou familiares, vizinhos e pessoas próximas ao aluno.

Realizando uma análise do índice de mudança de atitude dos alunos em relação ao consumo de energia elétrica em suas residências, logo após o minicurso, com aplicação da metodologia dos três momentos pedagógicos e da abordagem de

ensino CTS, pode-se evidenciar novas intenções atitudinais dos alunos em relação ao tema. Primeiramente, buscou-se uma sondagem inicial quanto ao consumo e desperdício de energia elétrica nas residências dos alunos (APÊNDICE D) antes de iniciar o curso, com a finalidade de analisar a percepção, o comportamento e as atitudes deles em relação ao tema.

Dos 27 alunos que responderam ao questionário, 48% se preocupavam em economizar energia em casa; 40% desses alunos raramente fazem algo para economizar energia elétrica; e 11,1% dos alunos disseram que, apesar de saberem que existe economia de energia, não fazem nada para evitar o desperdício de energia elétrica em casa. Esses últimos alunos demonstraram a falta de cuidado quanto ao consumo de energia elétrica devido a ligações clandestinas em suas residências, como se percebe no relato de Rogério: “Eu não ligo pra isso, na minha casa tem gato a família das minhas amigas pedi para não esquecer a luz ligada, televisão ventilador. Meus pais não brigam comigo por causa disso.” Adriano escreveu: “Eu não cuido para que energia seja desperdiçada a taxa de energia não é tão alta e temos gato em casa então agente não economiza energia em casa.” E Sophia comentou: “Nessa casa que a minha família mudou eu não economizo energia nela deu pra fazer gato.”

No primeiro encontro, esses três alunos, além de registrarem no questionário o desinteresse pelo consumo de energia e que eram a favor das ligações clandestinas, levantaram a questão para discussão em sala de aula. Alguns alunos discordaram de suas ideias acerca da ligação clandestina; outros alunos, além desses três, também defendiam a ideia de ligação clandestina.

O debate estava tendendo a ficar tenso, sem argumentos convincentes e confusos, com agressões verbais. Durante a discussão, ficou evidente quem era a favor e quem não concordava com o furto de energia. Assim, concordo com a ideia de Zabala (2011) de que se deve aproveitar os conflitos para ensinar os conteúdos atitudinais e esse seria o fio condutor deste ensino, pois utiliza a situação real dos alunos, permitindo os pontos de vista contrários, promovendo uma reflexão crítica sobre os valores expostos pelos alunos.

No sétimo encontro, a equipe 1 pediu para apresentar o trabalho sobre o furto de energia e fez a exposição da atividade dizendo que isso é um crime previsto no código penal. Explicaram, tanto verbalmente quanto na produção escrita, a

transformação de energia, as causas e as consequências das ligações clandestinas, como mostra o texto abaixo, do *slide* de apresentação da Equipe 1.

Trabalho sobre o furto de energia: O furto de energia ocorre quando há conexões clandestinas, auto reconexões, ligações diretas (LD) e desvios antes da medição do aparelho ou “relógio”.

Crime de acordo com Art. 155 do código penal - Subtrair, para si ou para outrem, coisa alheia móvel: Pena - reclusão, de um a quatro anos, e multa.

Causa:

- Baixo nível de renda da população;
- Situação econômica do país;
- Elevação da carga tributária;
- Ocupação desordenada das cidades;
- Taxa de desemprego;
- Elevação dos índices de criminalidade;
- Inércia na ação policial;
- Falta de agilidade da justiça;
- Cultura da impunidade.

Consequências:

- Risco de acidentes, com morte, principalmente ao fraudador que não tem conhecimento técnico e de segurança.
- Risco de incêndios, principalmente em comunidades, onde as construções são de madeira e papelão.
- Interrupção no fornecimento de energia elétrica.
- Evasão de tributos tais como: ICMS, PIS COFINS.
- Concorrência desleal no mercado.
- Elevação da tarifa, provocada pelo descompromisso do fraudador com a conservação e uso racional de energia elétrica.
- Redução do faturamento das concessionárias contribuindo para falência.

Possíveis soluções

- Execução para as famílias de baixa renda da Tarifa social promovida pelo Ministério de Minas e Energia.
- Realização de programas de educação e aconselhamento contra o uso indevido de energia elétrica. Programa Nacional de Conservação de energia elétrica.

No sexto encontro, houve a proposta para favorecer modelos de atitudes em relação ao consumo de energia elétrica com o objetivo de colocar em crise as ideias desfavoráveis em relação ao desperdício de energia elétrica. Foram colocados *slides* com situações de desperdício de energia, e foi solicitado que os alunos identificassem essas situações. Como exemplo, foi apresentada a imagem de um adolescente dormindo em frente à televisão, durante a noite. O aluno Adriano comentou durante a aula que dorme somente com a televisão ligada, pois se desligar a tv ele acorda, por isso ela fica ligada até pela manhã, e justificou que faz isso porque sua casa tem ligação clandestina. Esse seu comentário provocou, novamente, um debate sobre o furto de energia em sala de aula.

Em uma avaliação final, os três alunos que, na sondagem inicial, afirmaram desperdiçar energia em suas residências, continuaram sem se importar com o consumo de energia elétrica em suas casas. A aluna Sophia não fez a redação final, porém no questionário (APÊNDICE D) ela respondeu que não realizou nenhuma atitude para evitar o gasto de energia elétrica em sua casa. Beraza (2000) comenta sobre as diferentes atitudes assumidas pelos alunos, até as menos esperadas, e afirma que, mesmo após o ensino com todos os processos persuasivos, ainda existem alunos que não apresentam indícios de mudança de atitude, porém que refletem sobre a situação. Para que a aprendizagem seja concreta no ensino de atitudes, é necessário que o aluno desenvolva os três componentes: o cognitivo, o afetivo e o comportamental. Dessa forma, os alunos Rogério e Adriano não aprenderam os conteúdos atitudinais, uma vez que eles desenvolveram os componentes cognitivos, porém não mudaram sua conduta, seu comportamento. Tanto é assim que Rogério afirma:

Bom, nesse curso aprendi muitas coisas como não desperdiçar energia como funcionam as turbinas hidrelétricas entre outras coisas Mas nessa redação... vou dizer não procurei evitar o desperdício na minha casa também não expliquei para as pessoas que conheço como nos podemos fazer para não desperdiçar energia etc....

E Adriano escreveu: “Na aula de ciências eu me lembrei de várias coisas que eu estudei, sobre o desperdício da energia elétrica, e isso da energia eu não evitei lá em casa eu desperdiço muito muito mesmo”.

Realizando uma análise da turma, por meio da triangulação das informações obtidas na redação final, do questionário (APÊNDICE D) e das observações realizadas durante as aulas e registradas no diário de campo, foram constatados indícios de que 88,8% dos alunos intensificaram os cuidados com o consumo de energia elétrica em casa, exceto os alunos Rogério, Adriano e Sophia. Dessa forma, confirma-se o potencial transformador da abordagem de ensino CTS, por meio dos indícios e evidências expressos pelos alunos, dentro de suas limitações, tendo como prerrogativa a avaliação dos conteúdos atitudinais para essa pesquisa. É o que se percebe no relato do aluno Pedro: “Para mim o curso serviu muito, em casa muitas coisas mudaram, aprendi coisas que nunca tinha ouvido falar. Agora todo mundo em casa está ciente do desperdício, eu conversava com minha mãe e meu pai”.

Os alunos, abaixo referenciados, relataram o seguinte:

Renata:

Eu aprendi muito sobre a hidrelétrica e a energia antes eu nem ligava para o desperdício de energia, agora eu desligo a luz quando saio do quarto não deixo a televisão ligada. eu ensinei meus irmão para não desperdiçar mas eles não tão nem ai eu falei para meus pais ele nem ligam porque em casa e gato.

Mônica:

O curso para evitar o desperdício de energia, foi um projeto bem bolado aqui na escola. Eu faltei algumas aulas, mas nas aulas que eu estava presente, aprendi bastante. Em casa as coisas que eu me lembro eu pratico. Mas infelizmente tem hábitos que eu não consigo deixar, como por exemplo, dormir com a televisão ligada e o computador ligado também.

Roberta:

Eu achei muito importante para evitar o consumo exagerado de energia elétrica. Algumas aulas eu faltei. Muitas pessoas não sabem que pequenas coisas do dia-a-dia podem consumir muita energia. Eu não moro com meus pais, mas minha avó concordou com as minhas novas atitudes.

Antonio:

O desperdício de energia acontece por todo Brasil, e é por isso que nos aprendemos com o professor tenta ajudar no ensinar para o não desperdício. Algumas mudanças eu conseguir mudar em casa mas só que ainda faço muito desperdício.

Thais:

Antes do professor da aula sobre energia eu nunca entendia porque a conta de luz de casa vinha tão alta ai depois de um tempo comecei aprender que no meu dia-a-dia em casa o desperdício de energia era demais, eu fui aprendendo com as aulas e comecei a praticar o que foi ensinado no curso [...]

Para Thalice:

No inicio do curso para evitar o desperdiço de energia elétrica eu ache que era uma besteira, mas depois eu fui prestando atenção e vi que era muito importante no meu dia, quando cheguei em casa falei pro meu pais e isso melhora muito porque a gente se uniu para economizar a conta de energia.

Analisando o minicurso, pude interpretar que houve mais do que indícios de mudanças quanto ao consumo de energia elétrica doméstico. Na realidade, houve

modificação efetiva de atitude. Segundo Zabala (2010), para avaliar a aprendizagem em termos de mudança de atitude, é importante que se tenha como referência relatos de pessoas próximas ao aluno. Nesse sentido, os pais dos irmãos Rodrigo e Lucas me relataram que estes modificaram seus hábitos quanto ao consumo de energia em casa. Eles foram meus alunos nas séries anteriores, não tinham boa assiduidade, nem um bom rendimento nas avaliações; eram indisciplinados, porém durante o curso eles tiveram importante participação, produziram textos e apresentaram as atividades. Eles disseram que a aula era diferente, que eles podiam dar opinião sobre o assunto. Ambos disseram que gostavam deste tipo de aula.

Os pais dos alunos Rodrigo e Lucas me procuraram na direção para me parabenizar pelo curso com o tema consumo de energia, porém eu não estava na escola. Eles conseguiram falar comigo, em outra ocasião, de maneira informal, próximo da instituição de ensino. Disseram que a iniciativa do trabalho era muito boa e que seus filhos comentavam sobre a economia de energia e o minicurso. Segundo eles, a postura dos filhos havia mudado em relação à economia de energia. Os pais comentaram que ainda tinham em sua casa lâmpadas incandescentes, mas que foram trocadas por fluorescentes por pedidos de seus filhos e que eles não deixavam mais lâmpadas e nem aparelhos eletrônicos ligados sem que estivessem em uso, como computadores, games e televisão. A mãe falou ainda que antes do curso eles dormiam com a televisão ligada, deixavam o ar-condicionado funcionando sem utilização e que ela já tinha conversado antes com eles sobre o desperdício de energia elétrica, mas eles não faziam nada para mudar e que o consumo de energia era muito alto em sua residência. O pai disse que eles explicavam como a lâmpada incandescente consome mais energia, devido ao aquecimento, chamando-o de efeito Joule. De acordo com Zabala (2011), o aprendizado de conteúdos atitudinais exige o ensino de reflexões críticas. Dessa maneira, tanto Rodrigo como Lucas sentiram, pensaram, refletiram e atuaram diante da situação-problema (o consumo de energia elétrica com a responsabilidade no orçamento doméstico), o que mostra que os alunos se apropriaram também do conhecimento científico de maneira satisfatória

Em outra situação de aprendizagem de conteúdos atitudinais, o aluno Antônio trouxe para a sala de aula uma situação que vivencia em casa quanto ao consumo de energia elétrica. Na frente de sua residência, funciona um bar que faz parte da

renda financeira de sua família, composta por dois irmãos e sua mãe. Em sua casa, existem seis geladeiras grandes que consomem muita energia. O aluno relatou que teve muito interesse pelas aulas e colocava em prática as dicas para economizar energia, ao conversar com seus irmãos e sua mãe. Ele demonstrou que fazia os cálculos do kW/h consumido por mês e verificou algumas reduções no consumo de energia, observando os gráficos na conta de energia elétrica. Foi surpreendente para mim e para a turma a participação desse aluno durante as aulas, pois ele, até então, era indisciplinado, produzia muito pouco em sala de aula e era o único aluno que não tinha a mesma idade dos demais.

Segundo Zabala (2011, p. 11), para ensinar conteúdos atitudinais é necessário ensinar proporcionando a situação real ao aluno:

A interpretação que é preciso fazer dos diferentes valores deve levar muito mais em conta os traços socioculturais dos alunos, sua situação familiar e os valores que prevalecem em seu ambiente para que a interpretação dos diferentes valores se adapte às diferentes características de cada um dos contextos sociais que se encontram na escola.

Assim, avalio que as atitudes expressas por Antônio, vinculadas aos conceitos e procedimentos de ensino sobre eletricidade, somadas à reflexão de economizar energia elétrica em sua residência, constituem um significativo aprendizado dos conteúdos atitudinais desse aluno, levando em consideração os traços socioculturais e a situação familiar e financeira dele.

As abordagens didáticas destas aulas contribuíram para a formação da cidadania dos alunos, pois desde a primeira aula eles foram estimulados a uma reflexão crítica de suas realidades e, quando pedi para problematizarem sobre o consumo de energia elétrica e para fundamentarem a aprendizagem, estimei-os a uma investigação. Realizar esta atividade em sala de aula não é simples, pois possibilitar a expressão dos alunos descentraliza a atenção do professor como o detentor do poder do conhecimento, de que sabe tudo, e permite a manifestação da sabedoria do aluno, do seu convívio social, da reflexão crítica da sua realidade e a investigação dessa problemática. Como afirma Demo (2011), “a cidadania é um processo de participação em sociedade em direitos e deveres e ela não pode ser transmitida pelo professor, mas alcançada pelo aluno”. Dessa forma, alguns alunos reconheceram que consumiam exageradamente e elencaram os motivos desse

gasto. Essa atitude corresponde às ideias de Santos e Mortimer (2001, p. 95), que dizem: “o principal objetivo do currículo CTS é o letramento científico e tecnológico para que os alunos possam atuar como cidadão tomando decisões e agindo com responsabilidade social”. Alencar (2006), dentro de um ensino de Ciências com perspectivas de cidadania, colocou o debate e o diálogo nos parâmetros curriculares nacionais.

No âmbito epistemológico, ao apontar os atores da rede sociotécnica envolvida neste trabalho de pesquisa, identifiquei, em primeira análise, o professor pesquisador e os alunos, embora esteja certo de que cabem outros atores humanos nesta lista. Por outro lado, com base nas ideias de Latour (2011), pode-se afirmar que a problemática científica deste trabalho tem como ator não humano o recurso natural energia. O esforço desta pesquisa consistiu, portanto, em analisar a problemática sociocientífica no consumo de energia elétrica dentro de sua característica híbrida, evitando a separação cartesiana entre ciência e sociedade, produzindo como resultado uma cultura científica com a participação dos atores humanos e não humanos de forma híbrida, elencados no início do parágrafo, contribuindo, dessa forma, para o entendimento público de ciência.

No início do minicurso, alguns alunos apresentavam resistência em realizar as atividades propostas. Solicitei um diálogo com a turma para entender os motivos da não realização das tarefas. Segundo os alunos, o desinteresse seria por causa do valor da avaliação, a nota que estava muito baixa para a quantidade de atividade. Após o aumento deste valor, passaram a ter um melhor desenvolvimento, pois a maioria dos alunos participava das discussões e da apresentação de trabalho. Interpreto que os alunos estão apegados à condição avaliativo-quantitativa, que é centrada em valores numéricos para possibilidade de aprovação nas séries subsequentes. Outro fator importante para a aprendizagem dos alunos foi o tempo favorável para a realização do minicurso, nesta instituição de ensino, pois, apesar de não ser uma escola de Educação Integral, na qual todo o tempo disponível seria para educar os alunos, é uma Escola de Tempo Integral, onde o tempo de permanência dos alunos é estendido dentro da escola, para o desenvolvimento de projetos, oficinas curriculares e atividades educacionais (GALIAN; SAMPAIO, 2012).

A melhoria da programação, do projeto político e do currículo faz com que a escola de tempo integral passe a ter característica de escola de educação integral. Assim, tive a possibilidade de conduzir o minicurso de forma a ajudar os alunos em

outros horários, uma vez que eles ficavam mais tempo na escola, e essa situação favorecia os encontros com alunos, ajudando-os nas tarefas de investigação, na sala de informática, na sala de aula, na biblioteca. Dessa forma, esse tempo possibilitava uma melhor construção textual dos alunos, bem como a elaboração da apresentação de trabalhos e a aprendizagem deles. Concluo que a escola de tempo integral favorece o letramento científico e tecnológico e a abordagem de ensino CTS.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O relato de minhas experiências pedagógicas, apresentado na introdução deste trabalho, justifica a construção e os resultados desta pesquisa. Dessa forma, uma das minhas principais inquietações é com o ensino propedêutico, ou seja, em ensinar apenas conteúdos conceituais sem relação com o cotidiano, principalmente a adolescentes do ensino básico que necessitam compreender o mundo em que vivem. Com isso, questionava-me sobre a função da escola em educar.

Assim, as reflexões sobre minhas práticas docentes me motivaram ao desafio de buscar um ensino que relacionasse o domínio conceitual do aluno com as situações reais de sua comunidade. Concluí que esta pesquisa confirma a viabilidade dos objetivos da Educação CTS, que é o letramento científico, a tomada de decisão para formação da cidadania, por meio de uma educação dialógica e transformadora de uma realidade social.

O ensino de ciências, nos últimos quarenta anos, tem passado por significativas renovações. A abordagem de ensino CTS vem reforçar a verdadeira função da escola que é educar os alunos para a cidadania. Evidenciei que o ensino com enfoque CTS vem reivindicar o ensino e a aprendizagem de atitudes e valores. Esse tipo de ensino não é tão evidenciado no ensino com currículo tradicional, que ocorre em quase toda sua totalidade, apenas por transmissão do conhecimento científico. Assim sendo, ensinei conteúdos atitudinais e de valores e procedi à participação do aluno em sala de aula, decisão importante para sua socialização e democracia; aconselhei-os a uma reflexão crítica de assuntos sociocientíficos em situações reais, que envolvem o cotidiano dos alunos. Dessa forma, este ensino possibilitou-lhes a tomada de decisões significativas e responsáveis. Acredito que, nesse sentido, essa pesquisa demonstrou que o ensino com a abordagem CTS na escola é viável e importante e que a cidadania foi exercida, sendo o letramento científico e tecnológico e a compreensão de direitos e deveres importantes para o bom desempenho do aluno na sociedade.

A energia, como uma abordagem temática em sala de aula, possibilitou uma compreensão em extensão do conhecimento sociocientífico dentro de suas problemáticas, como um recurso natural importante na atualidade para os seres humanos, que não pode ser desperdiçado, uma vez que sua produção, para utilização no dia a dia, requer volumosos recursos financeiros. Esses enormes

montantes financeiros servem para construções e manutenções de tecnologias, permitindo sua transformação de fontes primárias em secundárias. Dessa maneira, a produção de energia elétrica provoca inúmeros impactos socioambientais. Assim, alguns alunos demonstraram compreender a relação do desperdício no uso dos recursos naturais com a degradação socioambiental. O gasto sem controle de energia elétrica exige mais produção de energia, mais pagamentos de impostos e gera mais impactos ambientais, o que evidenciou, por parte dos alunos, uma preocupação com o meio ambiente, não somente com a degradação da fauna, flora, rios, lagos, mas também com os prejuízos, além de um cuidado com o ente natural e abstrato que é a energia.

As contribuições desta pesquisa para o ensino de Ciências revelam, como resultado, a congruência de duas grandes linhas teóricas: os três momentos pedagógicos (3MP) de Delizoicov e Angotti e a abordagem de ensino CTS, ambas com fundamento em Freire, tendo em vista os temas geradores, que nos três momentos pedagógicos são denominados de tema central e na abordagem CTS de temas sociocientíficos. Essas duas linhas teóricas reservam o mesmo significado, que é tratar de temas problemáticos da sociedade envolvendo os conhecimentos científicos.

Sobre o foco da dialogicidade freiriana, as duas teorias também reivindicam essa necessidade. Os 3MP solicitam o diálogo com a participação do aluno e do professor, mediatizado por uma situação-problema, em contraposição ao monólogo e ao discurso centralizador do professor; enquanto a abordagem CTS tem teoricamente, como estratégia didática, o debate de problemas sociocientíficos, em sala de aula, com a participação do professor, dos alunos e dos especialistas convidados. As concepções freirianas se encontram também nestas teorias por romper com o tradicional paradigma curricular que tem como base os conteúdos conceituais dos conhecimentos científicos.

Diante do questionamento: “Como a identificação de hábitos pessoais diários e suas problematizações podem gerar no aluno uma postura crítica em relação ao consumo energético no ambiente doméstico?” evidenciou-se o potencial transformador dessas intervenções didáticas no ensino de Ciências e na aprendizagem de alguns alunos por meio do letramento científico. A produção textual dos alunos, expondo argumentação crítica às situações limites sobre o

assunto, demonstrou significativas mudanças de comportamento em relação ao consumo de energia elétrica em suas residências, e até mesmo o contrário.

Confirmando as diretrizes<sup>9</sup> dessa investigação, as aulas com abordagem CTS, durante esse minicurso, possibilitaram aos alunos uma reflexão crítica de sua realidade em relação ao consumo de energia elétrica residencial. Os alunos tiveram um momento de ponderação inicial sobre sua situação, por meio da primeira etapa do desenvolvimento dos três momentos pedagógicos: a problematização e a aplicação do conhecimento. Assim, foi evidenciado, por alguns alunos da turma, o consumo exagerado de energia elétrica com ênfase no desperdício e na justificativa do gasto excessivo de energia devido às ligações clandestinas. O ensino a partir da realidade do aluno proporcionou como resultado uma aprendizagem significativa dos conteúdos de ciências, entre eles, o conceito de energia.

Um desafio ao desenvolvimento das aulas foi o ensino do conteúdo conceitual energia, pois ele era importante para a compreensão do minicurso como um todo, de forma a integrar os tópicos da unidade de ensino. Alguns alunos se apropriaram desse conhecimento científico em seu sentido abstrato, como “agente de transformação”, relacionando as problemáticas sociocientíficas.

Durante a investigação deste trabalho, defrontei-me algumas vezes com limitações em relação à percepção da efetiva aprendizagem dos alunos, pois ensinar com “novas” metodologias didáticas me deixava, em muitos momentos, inseguro, devido à subjetividade das respostas dos alunos. Por isso, em alguns momentos, sentia a ausência da certeza, do absoluto, como acontece com os testes, as provas e as respostas exatas.

Deixei claro aos alunos que, para serem mais bem avaliados, eles não necessitavam responder que mudaram sua atitude em casa, ou seja, a mudança de atitude não deveria ser uma “moeda de troca” para ter boas notas.

Diferentemente de aprender conteúdos conceituais, aprender conteúdos atitudinais envolve o cognitivo e tem como característica o raciocínio, a concentração e a memorização, a afetividade e o comportamento, ou seja, a conduta subjetiva do educando diante das situações.

Considero importante o fato de que os alunos, durante as aulas, afirmavam nas suas apresentações e nos questionários que não estão mais desperdiçando

---

<sup>9</sup> Segundo Tiollent (2011), Diretriz é o termo utilizado em pesquisa-ação para hipótese, pois suas variáveis, quando repetidas por outra pesquisa, apresentam resultados diferentes.

energia em casa, e que não eram a favor das ligações clandestinas, com exceção de alguns alunos que se sentiram à vontade e se posicionaram contra os demais, defendendo esse tipo de ação, justificando-a por meio das ligações clandestinas.

Quanto aos objetivos alcançados, consegui constatar, após as aulas com abordagem de ensino CTS, uma postura crítica em muitos alunos. Essa nova conduta foi evidenciada nos resultados pelos registros dos próprios alunos em seus materiais de estudo, nos questionários e durante os diálogos em sala de aula. Esse comportamento crítico foi sendo construído à medida que o minicurso avançava. Os alunos foram estimulados a refletir sobre os seus hábitos de consumo em relação à energia elétrica, percebendo, assim, os excessivos gastos com essa energia em suas residências. A partir dessa identificação, eles reconheceram que era necessário modificar seu comportamento, principalmente pela economia que poderiam proporcionar em suas respectivas residências, alguns por reconhecimento dos impactos ambientais proporcionados pela produção de energia elétrica.

A identificação, pelos alunos, das ligações clandestinas em suas residências como fator para o desperdício de energia confirma a eficiência do debate como estratégia de ensino com enfoque CTS. Assim, os alunos se defrontaram com uma questão ética, ou seja, ser a favor ou não das ligações clandestinas; portanto, já no domínio de conteúdos atitudinais no ensino de Ciências, foram proporcionadas ao aluno exigências para a tomada de decisão por meio de reflexões e discussões envolvendo os saberes científicos relativos à energia elétrica, os direitos e deveres enquanto cidadão e os saberes do cotidiano do aluno, conforme sua condição social.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, Teo Bueno de; FERNANDES, João Paulo; MARTINS, Isabel. Levantamento Sobre a Produção CTS no Brasil no Período de 1980-2008 no Campo de Ensino de Ciências. **Alexandria**, Santa Catarina, v.6, n.2, p.3-32, 2013.
- ACEVEDO DIAZ, José Antônio. Cambiando la practica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. **Borrador**, v. 13, p. 26-30, 1996.
- AINKENHEAD, Glen S. **Educação científica para todos**. Mangalade: Edições Pedagogo, 2009. 187 p.
- ALENCAR, José Ricardo da Silva. **A formação para cidadania em discursos em professores de Física**. 2006. 155f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Núcleo Pedagógico e apoio ao Desenvolvimento Científico, Universidade Federal do Pará, 2006.
- ANGOTTI, José André Peres. **Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e no ensino de ciências**. 1991, 511f. Tese, (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. 1991.
- ARROYO, Miguel Gonzalez. **Ofício de mestre: Imagens e auto-imagens**. 12. ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2010. 251 p.
- ASSIS, Alice; TEIXEIRA, Ode Pacubi Bairl, Algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia. **Ciência & Educação**, Bauru, SP, v.9, n.1, p. 41-52, 2003.
- AULER, Décio. Articulação Entre Pressupostos do Educador Paulo Freire e do Movimento CTS: Novos Caminhos Para a Educação em Ciências. **Contexto e Educação**, v. 22, n. 77, p. 167-118, 2007.
- AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização Científico-Tecnológica: Um novo paradigma? **Ensaio**, v.3, n. 2, p. 105-115, 2001.
- AUTH, M. A.; ANGOTTI, José. André Peres. O processo de ensino aprendizagem com aporte do desenvolvimento histórico de universais: a temática das combustões. In: PIETROCOLA, Mauricio. et al. **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2005. p. 197-232.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2011. 310 p.
- BARBOSA, João Paulino Vale; BORGES, Antônio. Aspectos estruturais do modelo de energia. **Atas do V Encontro de Pesquisa de Educação em Ciências**. Bauru, SP. 2006.

BARBOSA, Luis Gustavo D'Carlos. LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro. Abordagem de Temas Controversos no Ensino de Ciências: Enfoque das Pesquisas Brasileiras nos Últimos Anos. **ENPEC**, Florianópolis, 2009.

BERAZA, Miguel Zabalza. O discurso didático sobre atitude e valores no ensino. In: TRILLO, Felipe. **Atitudes e Valores no Ensino**. 2. ed. Lisboa: Instituto Piaget, 2000. cap. 1, p. 19-97.

BERMANN, Célio. **Energia no Brasil: Pra que? Para quem? Crise e alternativas para um país sustentável**. 2 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2003. 139p.

BERNARDO, José Roberto da Rocha. **A construção de estratégias para abordagem do tema energia à luz do enfoque ciência-tecnologia-sociedade (cts) junto a professores de física do ensino médio**. 2008, 246f. Tese (Doutorado em Biociências e Saúde) - Ministério da Saúde. Instituto Oswaldo Cruz. Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde Rio de Janeiro, 2008.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto, Portugal: Porto Editora, 2012. 336p.

BORGES, Fabrício Quadros; ZOUAIN, Déslrée Moraes. A Matriz Elétrica no Estado do Pará e seu Posicionamento na Promoção do Desenvolvimento Sustentável. **Planejamento e políticas públicas**. n. 35, p. 187-221, 2010.

BRANCO, Samuel Murgel. **Energia e meio ambiente**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004. 144p.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional**. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal2012.aspx>> Acesso em: 25 jan. 2013a.

\_\_\_\_\_. **Programa Brasileiro de Etiquetagem**. Disponível em: <[http://www2.inmetro.gov.br/pbe/a\\_etiqueta.php](http://www2.inmetro.gov.br/pbe/a_etiqueta.php)> Acesso em: 23 jan. 2013b.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**, Disponível em <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/livro\\_atlas.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/livro_atlas.pdf)> Acesso em: 06 jun.2012a.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. **Uso seguro de energia elétrica**. Disponível em [http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/cartilha\\_uso\\_seguro.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/cartilha_uso_seguro.pdf) Acesso em: 07 ago. 2012b.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL **Cartilha Uso Eficiente de Energia Elétrica**. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/cartilha\\_uso\\_eficiente.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/cartilha_uso_eficiente.pdf)> Acesso em: 14 ago. 2012c.

\_\_\_\_\_. Programa Nacional de Energia Elétrica - PROCEL. **A natureza da paisagem. Energia: recurso da vida**. Livro 4. Rio de Janeiro: CIMA, 2010.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** ciências naturais terceiro e quarto ciclo do ensino fundamental. Brasília, 1998.

\_\_\_\_\_. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional:** Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, DF. Senado Federal; subsecretaria de edições técnicas. Acesso em 24 de janeiro de 2013.

BRITO, Licurgo Peixoto; GOMES, Nilzilene Ferreira. O ensino de Física através de temas no atual cenário do ensino de ciências. **ENPEC**, Florianópolis, 2006.

BLOOR, David. **Conhecimento e imaginário social.** 2. ed. São Paulo: UNESP, 2009.

BUCUSSI, Alessandro Aquino. **A introdução ao conceito de energia.** Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 32p. il. Textos de apoio ao professor de física t, v. 17, n. 3. 2006.

CACHAPUZ, Antônio et al. **A necessária renovação das ciências.** 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 264p.

CHARLOT, Bernard. Educação para a cidadania na época da globalização: do povo ou aspirações de novos valores? In: NEVES, S. C. Paulo. **Educação, cidadania** questões contemporâneas. São Paulo: Cortez. 2009. Cap. 1, p. 17-59.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica** questões e desafios para educação. 6. ed. Ijuí, RS: Unijuí, 2014. 368 p.

\_\_\_\_\_. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação.** Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-99, 2003.

COLL, Cesar; MARTINS. Elena. **Aprender conteúdos e desenvolver capacidades.** Porto Alegre: Artmed, 2004. 146.

CRESWELL, John W. **Projeto de Pesquisa** método qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre: Artmed, 2010. 296p.

CRUZ, José Luiz Carvalho da. **Ciências:** 8ª série. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2006. 208p.

DAGNINO, R. As trajetórias dos estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e da Política Científica e Tecnológica da Íbero-América. **Alexandria** Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis, v.1, n. 2, p. 3-36, 2008.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André Peres; PERNAMBUCO, Martha. M. **Ensino de Ciências Fundamento e Métodos.** 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 364p.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André Peres. **Metodologia do ensino de ciências.** 2. ed. São Paulo: Cortez, 2001. 207p.

\_\_\_\_\_. **Física**. 2. ed. rev. São Paulo: Cortez, 1992. 181p.

DEMO, Pedro. **Educação e Alfabetização Científica**. Campinas, SP: Papirus, 2010. 112p.

\_\_\_\_\_. **Participação é conquista**. São Paulo: Cortez, 1993. 176p.

DELORS, Jaques et. al. **Educação**. Tesouro a descobrir. São Paulo: Cortez; UNESCO; MEC, 1997.

DIAS, Rubens Alves Dias; BALESTIERI, José Antônio Perulla; MATTOS, Cristiano Rodriguez de. **Uso racional de energia: Ensino e cidadania**. São Paulo: Editora Unesp. 2006.

\_\_\_\_\_. Reflexões sobre uma educação para o uso racional de energia. **Enseñanza de las ciencias**, número extra. vii congresso 2005.

DOMÉNECH, Jose Luis et al. A Teaching of energy issues: a debate proposal for a global reorientation. **Science & Education**, v. 16, p. 43-64, 2007.

\_\_\_\_\_. Como profundizar en el estudio de los cambios que ocurren a nuestro alrededor?: introducción de los conceptos de energia y trabalho. In: GIL-PEREZ et al. **Como promover el interesse por la cultura científica?** UNESCO, 2004.

ESTEBAN, Maria Sandín Esteban. **Pesquisa qualitativa em Educação fundamentos e tradição**. Porto Alegre: Artmed, 2010. 268p.

FELTZ, Marcelo; DEFACCI, Fabrício Antônio; NASCIMENTO; Lerrison. Olhares sociológicos sobre a ciência no século vinte: mudanças e continuidades. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 13, n. 27, p. 284-317. mai./ago. 2011.

FEYNMAN, Richard Phillips. **Física em 12 Lições fáceis e não fáceis**. 5 ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005. 386p.

FEYNMAN, Richard Phillips; LEIGHTON, Robert B; SANDS, Matthew. **The Feynman lectures on physics**, New York, Ed. Addison, Wesley, v. 1, 1977. 23

FRANCO, Maria Amélia Santoro. Pedagogia da pesquisa-ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483-502, 2005.

FREIRE, Letícia de Luna. Seguindo Bruno Latour: notas para uma antropologia simétrica. **Comum**, Rio de Janeiro, v.11, n. 26, p. 46-65, jan/ jun.2006.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. 36. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2014. 189p.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa**. 46. ed. São Paulo: Paz e Terra. 2013. 143p.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005. 213p.

FOUCAULT, Michel. **Vigiar e Punir: nascimento da prisão**. 27. ed. Petrópolis. Vozes. 1977. 228p.

FOUREZ, Gérard. Crise no Ensino de Ciências? **Investigação em ensino de ciências**, v.8, n. 2, p.109-123. 2003.

GALIAN, Cláudia Valentina Assumpção; SAMPAIO, Maria das Mercês Ferreira. Educação em Tempo Integral: implicações para o currículo da escola básica. **Currículo sem Fronteiras**, v. 12, n. 2, p. 403-422, 2012.

GARCÍA, Marta Isabel Gonzáles, CERESO, Jose Antonio López; LÓPEZ, Jose Luis Luján. **Ciencia, Tecnologia y Sociedad**: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Tecnos 2000. 324p.

GIOLO, J. Educação em Tempo Integral: Resgatando Elementos Históricos e Conceituais para o Debate. In: MOLL, J. **Caminhos da Educação Integral no Brasil: Direito a Outros Tempos e Espaços Educativos**. Porto Alegre: Penso, 2012.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. 3. ed. São Paulo: USP, 2012. 396p.

GOLDEMBERG, José; MOREIRA, José Roberto. Política energética no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 55, p. 215-228, 2005.

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

HENRIQUE, Katia Ferreira. **O pensamento físico e o pensamento do senso comum: a energia no segundo grau**. 1996, 92f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 11. ed. Porto Alegre: Bookman. 2011. 743p.

JACQUES, Vinicius. **A energia no ensino fundamental: o livro didático e as concepções alternativas**. 2008, 223f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

KRASILCHIK, Myriam; MARANDINO, Marandino. **Ensino de ciências e cidadania**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2007. 87p.

KUHN, Thomas Samuel. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 10. ed. São Paulo: Perspectiva, 2011. 260p.

\_\_\_\_\_. **A tensão essencial**. Lisboa: Edições 70, 2009. 420p.

LATOURE, Bruno. **Jamais fomos modernos**. 2. Ed. São Paulo: Editora 34, 2011. 150p.

MAMEDE, Maíra; ZIMMERMANN, Erika. Letramento Científico e CTS na formação de professores para o ensino de Ciências. **Enseñanza de las ciencias**, 2005. Número extra. VII congreso. 2005 Disponível em: [http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2005nEXTRA/edlc\\_a2005nEXTRA320letcie.pdf](http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRA320letcie.pdf) Acesso em: .20/10/2013.

MONTENEGRO, Patrícia Peregrino. **Letramento científico**: O despertar do conhecimento das ciências desde os anos iniciais do ensino fundamental. 2008. 175f. Dissertação (Mestrado em Escola, Aprendizagem e Trabalho Pedagógico) – Faculdade de Educação, Universidade de Brasília. 2008.

MORAN, Emílio F. **Nós e a natureza**: uma introdução às relações homem ambiente. São Paulo: Senac, 2008. 304p.

MUENCHEN, Cristiane. **A disseminação dos três momentos pedagógicos**: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS. 2010, 273f. Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

PEDUZZI, Luiz O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: PIETROCOLA, Mauricio et al. **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: UFSC, 2005. p. 151-170.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SCHIRLO, Ana Cristina; SILVA, Sani de Carvalho Rutz da. **Energia elétrica**: uma sugestão de atividade para despertar a cidadania. I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2009.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. Santa Catarina. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 49/1, p. 1-14, mar. 2009.

PRESTES, Rosângela Ferreira; SILVA, Ana Maria Marques da. As contribuições do educar pela pesquisa no estudo das questões energéticas. **Experiências em Ensino de Ciências**, Mato Grosso, v. 4, n. 2, p. 7-20, 2009.

RAMOS, Frederico Augusto. **Energia e Sustentabilidade no Ensino de Física**: Leitura da matriz energética brasileira. 2011, 192f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Pós-graduação Interunidades em ensino de ciências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

REIS, Lineu Belico; FADIGAS, Eliane. Amaral. A.; CARVALHO, Cláudio. Elias. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005. 415p.

REIS, Lineu Belico; SILVEIRA, Semida. **Energia Elétrica para o Desenvolvimento Sustentável**. 2. ed. São Paulo: USP, 2012. 243p.

ROCHA, José Fernando. **Origens e evolução das idéias da física**. Salvador: EDUFBA, 2002. 280p.

SANTOS, Maria Eduarda Moniz Vaz, Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas. **Revista CTS**, v. 2, n. 6, p. 137-157, dez. 2005.

\_\_\_\_\_. **Desafios pedagógicos para o século XXI** Suas raízes em força de mudança de natureza científica, tecnológica e social. Lisboa: Livros Horizonte, 1999. 275p.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Significado da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; AULER, Décio. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Universidade de Brasília, 2011.

\_\_\_\_\_. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria**, v.1, n.1, p. 109-131, 2008.

\_\_\_\_\_. Educação Científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, p. 474-550, set./dez. 2007.

\_\_\_\_\_. **Aspectos sócio-científicos em aulas de química**. 2002, 338f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.

\_\_\_\_\_. **O ensino de química para formar o cidadão**: principais características e condições para a sua implementação na escola secundária brasileira. 1992, 209f. Dissertação (Mestrado em Metodologia de ensino) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1992.

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

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli. P. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí, RS: Unijuí, 2010. 159p.

SARABIA, Bernabé. A aprendizagem e o Ensino das atitudes. In: COLL, César et. al. **Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitude**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. cap. 3, p. 119-177.

SERRANO, Glória Pérez. **Educação em valores: como educar para a democracia**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. 193p.

SOLOMON, J. How children about energy or does the first law come first. **The School Science Review**, p. 415-422, 1982.

SOUSA, Rogério Gonçalves de. **Desafios, potencialidades e compromisso de uma experiência pedagógica para a formação cidadã: Prática CTS construída a partir de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade sobre reciclagem do lixo urbano.** 2007, 196f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico, Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini. Educação científica e movimento C.T.S. no quadro das tendências pedagógicas no Brasil. Pará. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 88-102, 2006.

TESLA, Nikolas. **Minhas invenções: A autobiografia de Nikola Tesla.** São Paulo: Unespe, 2012. 116p.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação.** 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 136p.

TRUMPER, Richard. Children's energy concepts: a cross-age study. **International Journal of Science Education**, v. 15, n. 2, p. 139-148, 1993.

UNESCO. **Década de Educação para o Desenvolvimento Sustentável.** 2005. Disponível em: <<http://www.unesco.org/education/desd/>>. Acesso em: 03 ago. 2013

VIDINICH, Ricardo; NERY, Gustavo. A. L. Pesquisa e Desenvolvimento Contra o Furto de Energia. **Revista e Pesquisa da ANEEL: Setor Elétrico no Caminho da Inovação**, n. 3, jul. 2009.

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

ZABALA, Antônio. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 2010. 224p.

## APÊNDICES

**APÊNDICE A****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**Serviço Público Federal  
Universidade Federal do Pará  
Instituto de Educação em Ciências e Matemática – IEMCI  
Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática – PPGECEM  
Campus Universitário do Guamá – Setor Básico – Av. Augusto Corrêa, 01- Guamá –  
Belém/PA**

Meu nome é Ricardo Haroldo de Carvalho, discente da Universidade Federal do Pará, de pós-graduação *Strictu Sensu*: mestrado, matrícula 201212970019, sob orientação da Prof. Dr<sup>a</sup> Ana Cristina Pimentel Carneiro de Almeida da referida instituição de ensino citada acima. Solicito a prestimosa colaboração aos pais e responsáveis pelo aluno (a)

\_\_\_\_\_ a enviar cópia da conta de luz de sua residência do mês de outubro, e dos meses seguintes: novembro, dezembro de 2012 e janeiro de 2013 para participar do desenvolvimento do projeto: **Eletricidade: consumo, tecnologias e implicações na abordagem CTSA** para coleta de dados (1<sup>a</sup> etapa) e o desenvolvimento de minha dissertação (2<sup>a</sup> etapa). O projeto será desenvolvido na Escola Ensino Fundamental e Médio Benjamim Constant.

Saliento que todas as informações são sigilosas, portanto não serão revelados nomes dos alunos e valores das contas de energia elétrica. É importante dizer que retornarei, caso solicitem, todos os trabalhos construídos como artigo e a dissertação de mestrado referente à pesquisa.

\_\_\_\_\_  
Pais ou Responsáveis

**APÊNDICE B**

Questionário - energia elétrica residencial.

1. Em sua casa, o consumo de energia elétrica é pago mensalmente através da “conta de luz”?

( ) Sim.

( ) Não.

2. Na conta de luz de sua residência existe desconto na tarifa?

( ) Sim.

( ) Não.

( ) Não Sei.

3. Qual o tipo de desconto é realizado na fatura?

## APÊNDICE C

### **Preencha o questionário abaixo.**

Quais os aparelhos eletrodomésticos existem em sua residência? Quantos aparelhos existem de cada tipo? Relate sua convivência com a eletricidade em sua casa.

1 – Ar condicionados. Quantos existem em sua casa? Quantas horas fica(am) ligado(os) por dia, e a noite, aproximadamente, ou explique, qual a frequência que deixa o ligado?

3 – Ventiladores Quantos existem em sua casa? Quantas horas Fica(am) ligado(os) por dia e noite, aproximadamente, ou qual a frequência que se liga este aparelho..

4 - Quando a roupa é passada em sua casa, passa-se tudo de uma vez? Com que frequência se passa roupa em sua casa?

5 - Secador de cabelo Qual a frequência que se liga, por dia aproximadamente.

6 - Televisão Quantas horas Fica(am) ligado(os) por dia aproximadamente ou qual a frequência que se liga ele por dia aproximadamente.

a) Você dorme com a televisão ligada?

7 – Computador e Laptop. Quantos existem em sua casa? Quantas horas Fica(am) ligado(os) por dia aproximadamente? ou qual a frequência que se liga ele por dia aproximadamente.

a) Você deixa o computador ligado e vai fazer outras coisas

8 - Você tem o habito de sair de cômodo de sua casa e deixar a luz ligada?

9 - Você acredita que sua família gasta muita energia elétrica durante o dia?

10 - Quando você dá carga ao celular você deixa o carregador na tomada “dormindo”?

11 - Você cuida para a energia elétrica não seja desperdiçada? Ou você não liga para isso, explique.

12 - Você em casa deixa os aparelhos em “stand by”?

## APÊNDICE D

1ª O que é energia?

2ª Quais os tipos de energia que você conhece que esteja relacionado com seu cotidiano?

3ª A energia elétrica de sua casa vem de onde?

4ª Você conhece alguma relação de energia e a degradação do meio ambiente?

## APÊNDICE E

1 - Em relação a economia e o desperdício de energia elétrica, você já teve **atitudes** em casa que evitasse o desperdício de energia elétrica? Devido às aulas do curso: Eletricidade e economia de energia elétrica residencial.

( ) Sim.

( ) Não.

2 - Quais as atitudes que você utilizou ou utiliza para evitar o desperdício de energia elétrica em sua residência? Pelo que você estudou no curso sobre o consumo de eletricidade?

3 - Os seus pais perceberam essas mudanças de comportamento em relação a economizar energia elétrica em casa?

4 - Você conversou com seus pais sobre as aulas de economia elétrica residencial?

5 - Os seus pais concordaram com essa(as) atitude(s) de economia de energia elétrica?

( ) sim.

( ) Não.

6 - O que você observa de desperdício de energia elétrica em sua residência?

7- Existe algum tipo de desperdício de energia elétrica que você conhece, mas não faz nada para evitar o desperdício devido aos seus pais.

8 – Você ensinou os seus pais ou familiares ou amigos em sua casa sobre o desperdício de energia elétrica?

( ) sim.

( ) Não.

9 - O que você ensinou quanto à economia de energia elétrica?

10 – Todas as lâmpadas de sua casa são incandescentes ou são fluorescentes?

11 - Você pediu alguma vez para os seus pais colocarem lâmpadas fluorescentes em casa? Depois do curso?

12 – Você acredita que é importante este tipo de ensino, que foi proposto no curso sobre energia elétrica e o desperdício. Explique?

**ANEXOS**

## ANEXO 1

### Carta a uma senhora

A garotinha fez esta redação no ginásio:

"Mamy, hoje é dia das Mães e eu desejo-lhe milhões de felicidades e tudo mais que a Sra. sabe. Sendo hoje o dia das Mães, data sublime conforme a professora explicou o sacrifício de ser Mãe que a gente não está na idade de entender mas um dia entenderemos, resolvi lhe oferecer um presente bem bacaninha e fui ver as vitrinas e li as revistas.

Pensei em dar à Sra. o radiofona Hi-Fi de som estereofônico e caixa acústica de 2 alto-falantes amplificador e transformador mas fiquei na dúvida se não era preferível uma tv legal de cinescópio multirreacionário som frontal, antena telescópica embutida, mas o nosso apartamento é um ovo de tico-tico, talvez a Sra. adorasse o transistor de 3 faixas de ondas e 4 pilhas de lanterna bem simplesinho, levava para a cozinha e se divertia enquanto faz comida. Mas a Sra. se queixa tanto do barulho e dor de cabeça, desisti desse projeto musical, é uma pena, enfim trata-se de um modesto sacrifício de sua filhinha em intenção da melhor Mãe do Brasil.

Falei de cozinha, estive quase te escolhendo o *grill* automático de 6 utilidades porta de vidro refratário e completo controle visual, só não comprei-o porque diz que esses negócios eletrodomésticos dão prazer uma semana, chateação o resto do mês, depois enconsta-se eles no armário da copa.

Como a gente não tem armário da copa, me lembrei de dar um, serve de copa, despensa e bar, chapeado de aço tecnicamente subdesenvolvido. Tinha também um conjunto para cozinha de pintura porcelanizada fecho magnético ultra-silencioso puxador de alumínio anodizado, um amoreco. Fiquei na dúvida e depois tem o refrigerador de 17 pés cúbicos integralmente utilizáveis, congelador cabendo um leitão ou peru inteiro, esse eu vi que não cabe lá em casa, sai dessa!

Me virei para a máquina de lavar roupa sistema de tambor rotativo mas a Sra. podia ficar ofendida deu querer acabar com a sua roupa lavada no tanque, alvinha que nem pomba branca, Mamy esfrega e bate com tanto capricho enquanto eu estou no cinema ou tomo sorvete com a turma. Quase entrei na loja para comprar o aparelho de ar condicionado de 3 capacidades, nosso apartamentinho de fundo embaixo do terraço é um forno, mas a Sra. vive espirrando, o melhor é não inventar moda.

Mamy, o braço dói de escrever e tinha um liquidificador de 3 velocidades, sempre quis que a Sra. não tomasse trabalho de espremer a laranja, a máquina de tricô faz 500 pontos, a Sra. sozinha faz muito mais. Um secador de cabelo para Mamy! gritei, com capacete plástico mas passei adiante, a Sra. não é desses luxos, e a poltrona anatômica me tentou, é um estouro, mas eu sabia que minha Mãezinha nunca tem tempo de sentar.

Mais o que? Ah sim, o colar de pérolas acetinadas, caixa de talco de plástico perolado, par de meias, etc. Acabei achando tudo meio chato, tanta coisa para uma garotinha só comprar e uma pessoa só usar, mesmo sendo a Mãe mais bonita e merecedora do Universo. E depois, Mamy, eu não tinha nem 20 cruzeiros, eu pensava na véspera deste Dia a gente recebesse não sei como uma carteira cheia de notas amarelas, não recebi nada e te ofereço este beijo bem beijado e carinhosão de tua filhinha *Isabel*".

## ANEXO 2

### Entendendo energia

Energia, em grego, significa “trabalho” (do grego *enérgeia* e do latim *energia*) e, inicialmente, foi usado para se referir a muitos dos fenômenos explicados através dos termos: “*vis viva*” (ou “força viva”) e “calórico”. A palavra energia apareceu pela primeira vez em 1807, sugerida pelo médico e físico inglês Thomas Young. A opção de Young pelo termo energia está diretamente relacionada com a concepção que ele tinha de que a energia informa a capacidade de um corpo realizar algum tipo de trabalho mecânico.

Antes de 1800 o conceito de força (*vis*) possuía um sentido bastante abrangente, adaptando-se a diferentes campos: força elétrica, força gravitacional, força magnética. Esta abrangência do uso da concepção de força ainda não permitia muitas aproximações entre estas diferentes manifestações, apenas se desenvolviam estudos que buscavam aprofundar a forma como estas forças se manifestavam nos diversos contextos físicos. Contudo, algumas contribuições se orientavam no sentido de identificar regularidades associadas tanto aos fenômenos relativos ao movimento quanto ao calor:

- Galileu Galilei (1564-1642) em sua obra “Diálogos sobre Duas Novas Ciências” chegou a fazer considerações a respeito de regularidades observadas em alguns processos de transformação envolvendo a força gravitacional, mais especificamente sobre o funcionamento do “bate-estacas”; também afirmava conservar-se o que entendia ser o *ímpeto* presente nos corpos em movimento;

- Leibniz (1646-1716) e Huygens (1629-1695) contribuíram para o desenvolvimento da idéia de conservação da *vis viva* em situações onde ocorrem colisões;

- Lagrange (1736-1813) em 1788 estabelece o que entendemos hoje como o princípio da conservação da energia mecânica;

- Joseph Black (1728-1799), Rumford (1753-1814) e Carnot (1796-1832) desenvolveram uma idéia de conservação dentro da própria “Teoria do Calórico”. Assim, no início do séc. XIX, o termo energia passou a ser usado com frequência cada vez maior, sobrepondo-se às concepções de “vis viva” e de “calórico”. Mas foi nas décadas que antecederam a 1850 que as investigações sobre o conceito de energia protagonizaram uma revolução do pensamento científico europeu. Estas investigações estavam relacionadas a uma nova visão da natureza, uma visão a partir da qual se vislumbrava uma espécie de regularidade em diversos tipos de fenômenos físicos e químicos, estava se estruturando o Princípio de Conservação da Energia (Kuhn, 1977). Contribuíram decisivamente para a elaboração deste princípio homens como Julius Robert von Mayer (1814-1878, Alemanha), Hermann von Helmholtz (1821-1894, Alemanha), L. A. Colding (1815-1888, Dinamarca) e James Prescott Joule (1818-1889, Inglaterra).

## ANEXO 3

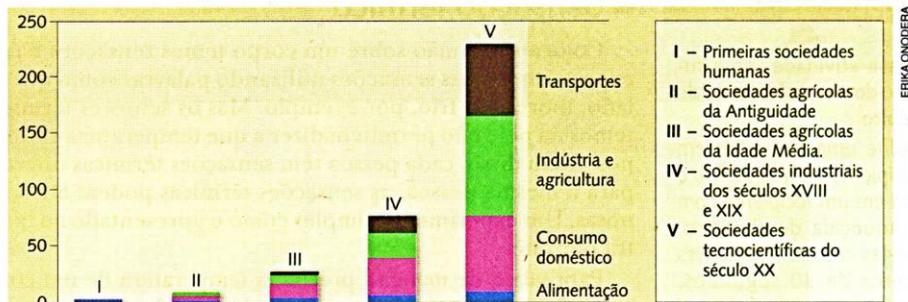


## EXPLORE

### O consumo de energia na História

O gráfico mostra, de forma resumida, a evolução do consumo médio diário de energia, *per capita*, desde as primeiras sociedades humanas (há cerca de 100 mil anos a.C.) até as atuais sociedades tecnocientíficas.

Evolução do consumo médio diário de energia, *per capita* (em  $10^3$  kcal)



#### LER O GRÁFICO

- O que representa a barra de cor preta? Por que essa cor não aparece nas épocas I e II?
- Comparando o consumo total de energia em todos os setores, quantas vezes cada pessoa consumiu mais energia, em média, no século XX que nos séculos XVIII e XIX, aproximadamente?

#### INTERPRETAR

Para responder às questões abaixo, complemente seus conhecimentos consultando livros e outras fontes de dados nas áreas de História e de Geografia.

- Que tipo de energia a humanidade utilizava para se locomover e para transportar cargas nas épocas I, II e III?
- Compare como era obtida a energia, na época III e na época V, para realizar as seguintes atividades:
  - Cozinhar.
  - Iluminar a casa.
  - Ouvir música.
  - Produzir um tecido.
  - Transportar cargas a uma distância de 1.000 quilômetros.

- Associe a existência das fontes de energia e inovações tecnológicas relacionadas a seguir às épocas históricas IV e V:
  - Grande consumo de eletrodomésticos.
  - Usinas hidroelétricas.
  - Usinas termoeletricas.
  - Usinas nucleares.
  - Transporte aéreo de passageiros.
  - Grande expansão das rodovias.
  - Trens a vapor.

- Quais as fontes de energia mais utilizadas atualmente no mundo?

- Em grupo, pesquisem dados sobre a população e as atividades produtivas de cada região brasileira, e, com base neles, proponham uma explicação para as diferenças encontradas entre a região que consome mais energia e a que consome menos.

- Você concorda ou discorda das afirmações a seguir? Justifique suas respostas.
 

"Atualmente, o consumo médio de energia, per capita, é o mesmo em todas as regiões de um mesmo país."

"O consumo médio de energia, per capita, é diferente em bairros de uma mesma cidade."

ANEXO 4

POR UMA NOVA ATITUDE

# Onde está o desperdício de energia?



Destaque da ponte Hercílio Luz, Florianópolis (SC).

## 1. Explorar o problema

O uso da eletricidade não produz, em geral, impacto demasiado sobre o ambiente. O consumo de energia elétrica praticamente não contamina; não emite gases como, por exemplo, o consumo de combustíveis fósseis, como a gasolina ou o carvão.

Talvez o único destaque negativo no uso da eletricidade é para a produção de calor e de ruído. Todos os geradores elétricos produzem calor. Isso pode ser um inconveniente para as pessoas que trabalhem continuamente rodeadas de máquinas. O ruído é outro fator para avaliar ao se adquirir um equipamento elétrico. Atualmente se presta mais atenção a esses aspectos na hora de desenharmos novas máquinas e motores elétricos. Evita-se com isso a agressão e os riscos à saúde. Pensemos, por exemplo, em uma pessoa que trabalha várias horas por dia com um aspirador de pó.

Em uma residência, o consumo de energia elétrica tem vários objetivos: aquecimento, comunicação, conforto, praticidade, segurança, entre outros recursos oferecidos. Lâmpadas, geladeira, televisão, aparelho de som, lavadora, telefone, chuveiro, computador, ferro elétrico: o ser humano consome diariamente grande quantidade de energia elétrica.



Um ferro elétrico, ao ser utilizado por 2 horas diárias, gera um gasto de até R\$ 60,00 por mês. Veja a tabela 2.

## 2. Analisar o problema

### Consumo x desperdício

O consumo brasileiro de energia elétrica por habitante é de 1.800 kWh/ano, valor abaixo da média mundial. Veja a tabela 1.

Tabela 1

Consumo anual per capita de energia elétrica	
Estados Unidos	12.000 kWh/hab.
Japão	7.800 kWh/hab.
Alemanha	7.800 kWh/hab.
Brasil	1.800 kWh/hab.
Mundo	2.800 kWh/hab.

Fonte: Dados obtidos a partir de <http://www.jeav.cta.br>. Acesso em: 20 abr. 2005.

Como se observa na tabela 1, o consumo per capita é bem menor no Brasil que nos países desenvolvidos. E, por se tratar de uma média, traz distorções regionais de consumo: na região Norte o consumo per capita é de 800 kWh/ano, enquanto na região Sudeste o valor sobe para 2.400 kWh/ano.

Apesar de apresentar um baixo consumo por habitante, o Brasil tem altos índices de perdas e desperdício de eletricidade. Para se ter uma idéia, uma simples secretária eletrônica (potência 20 W), ligada durante um mês, contribui com 14,4 kWh (20 W x 24 horas/dia x 30 dias/mês) para a conta de luz do mês, valor significativo quando comparado ao consumo mensal médio brasileiro de 200 kWh (região Sudeste). O mesmo se pode afirmar em relação ao tempo de uso de certos equipamentos domésticos. Veja a tabela 2.

Tabela 2 – Consumo doméstico de energia elétrica

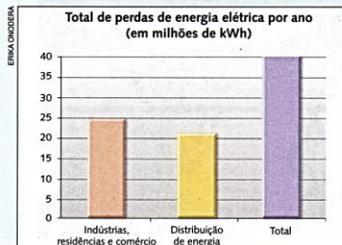
Tempo de uso por dia	Chuveiro (4.000 W)*		Tempo de uso por dia	Ferro elétrico (1.000 W)*		Tempo de uso por dia	Lâmpada (100 W)*		Tempo de uso por dia	Televisão (300 W)*	
	Consumo kWh/dia	Consumo kWh/mês		Consumo kWh/dia	Consumo kWh/mês		Consumo kWh/dia	Consumo kWh/mês		Consumo kWh/dia	Consumo kWh/mês
5 min	0,33	10,00	20 min	0,33	10,00	1 h	0,10	3,00	1 h	0,30	9,00
10 min	0,66	20,00	40 min	0,66	20,00	2 h	0,20	6,00	2 h	0,60	18,00
15 min	1,00	30,00	1 h	1,00	30,00	3 h	0,30	9,00	3 h	0,90	27,00
30 min	2,00	60,00	2 h	2,00	60,00	5 h	0,50	15,00	5 h	1,50	45,00
45 min	3,00	90,00	3 h	3,00	90,00	7 h	0,70	21,00	7 h	2,10	63,00
1 h	4,00	120,00	4 h	4,00	120,00	10 h	1,00	30,00	10 h	3,00	90,00

\*O valor entre parênteses indica a potência dos aparelhos (em watts) obtida por média, no mercado.

Fonte: Disponível em: [http://www.elfsm.com.br/dicas\\_consumo.html](http://www.elfsm.com.br/dicas_consumo.html). Acesso em: 12 dez. 2005.

A Eletrobrás, empresa brasileira que gerencia a produção, a distribuição e o uso de energia elétrica no Brasil, implantou no final dos anos 90 o programa de conservação de energia, o PROCEL. Esse programa visa à imposição de normas para a indústria e a educação da população para o uso racional da energia.

O desperdício de energia no Brasil é grande. Veja o gráfico a seguir. Especialistas do setor de energia apontam, como solução, conter o gasto por meio de técnicas de conservação de energia. Esses especialistas sugerem a substituição de máquinas, motores e sistemas de refrigeração por equipamentos mais eficientes e de menor impacto ambiental. Um exemplo é a troca de metade das lâmpadas utilizadas na iluminação pública por modelos mais econômicos: isso resultaria numa economia de energia equivalente ao total consumido em toda a região Centro-Oeste.



Fonte: Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica (PROCEL).

## Ler a tabela 1 e argumentar

- Dos países listados na tabela 1, qual tem o maior consumo de energia elétrica per capita? Forneça um motivo para explicar esse consumo.
- Pelos dados apresentados na tabela 1, é correto afirmar que o grau de desenvolvimento de um país está relacionado com o nível de consumo de energia? Tente explicar o motivo.

## Ler a tabela 2 e o gráfico

- Qual é o consumo mensal de energia elétrica em sua casa? Há desperdício de energia em sua casa?
- O desperdício nos lares brasileiros está apresentado em algum dos grupos identificados no gráfico? Qual deles?

## 3. Tomar uma decisão

- Quais são os métodos que você utiliza na sua casa para reduzir o consumo de energia elétrica devido à iluminação artificial? E devido ao uso do chuveiro?
- Compare o consumo de energia dos outros países com o do Brasil. Você acredita que o Brasil deverá consumir mais energia no futuro? Na sua opinião, por que isso será necessário?



VICENTE MEMORÁRIA

## ANEXO 5



EXPLORE

## Consumo de energia elétrica residencial

A **potência elétrica** é definida como **energia elétrica por unidade de tempo**. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a potência é medida em **watt (W)**. A legislação que regula a produção de equipamentos elétricos torna obrigatória a indicação em local acessível, da potência elétrica do equipamento.

Os relógios de luz medem o consumo de energia elétrica e o expressam em **quilowatt-hora (kWh)**. Para compreender o significado dessa medida — quilowatt-hora — suponha que um chuveiro elétrico de potência 3.000 W seja utilizado uma hora por dia, durante um mês (30 dias).

Como 1 kW é igual a 1.000 W, a potência de 3.000 W equivale a 3 kW. Em um mês, o tempo de utilização do chuveiro elétrico é de 30 horas (30 dias vezes uma hora = 30 horas). Para saber a quantidade de energia consumida pelo chuveiro em 1 mês, multiplicamos a **potência pelo tempo**:

$$3 \text{ kW} \cdot 30 \text{ h} = 90 \text{ kWh}$$

Para chegar ao custo mensal do uso do chuveiro, basta **multiplicar** o valor unitário da energia fornecida (tarifa) pelo total de energia gasta. Se o kWh custa R\$ 0,25, então o valor a ser pago é de R\$ 22,50 (0,25 reais/kWh · 90 kWh).

REPRODUÇÃO

Todo mês a companhia distribuidora de energia elétrica envia uma conta de luz para as residências. Nela vem definido o valor a ser pago, os impostos e o consumo de energia elétrica.

## CONSTRUIR GRÁFICO E TABELA

- Traga a última conta de luz da sua residência.
  - Construa um gráfico de barras sobre o consumo registrado nos últimos meses.
  - Liste as potências elétricas do chuveiro e de mais dois equipamentos elétricos da sua casa. Reproduza a tabela em seu caderno e complete-a, estimando o consumo mensal (em R\$) de cada equipamento.

Equipamento	Potência elétrica consumida	Estimativa do consumo mensal
chuveiro		

## CALCULAR

- Suponha que uma pessoa utilize um chuveiro elétrico de 4.400 W e tome demorados banhos de 30 minutos diários, ou dois banhos diários de 15 minutos cada um.
  - Quantos kWh serão consumidos pelo chuveiro em um mês?
  - Sabendo que cada kWh custa R\$ 0,25, calcule o custo mensal de uso do chuveiro.
- Calcule o preço da energia consumida mensalmente por uma lavadora de 1.500 W que funciona durante 1 hora todos os dias. (dados: cada kWh custa R\$ 0,25)