

**UNIVERSIDADE CRUZEIRO DO SUL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**O Ensino de Física no Enfoque Ciência, Tecnologia e  
Sociedade (CTS): uma Abordagem da Eletricidade a Partir  
do Método Experimental Investigativo.**

**SÉRGIO LUIS CORRÊA DA LUZ**

**Orientador: Prof. Dr. Mauro Sérgio Teixeira de Araújo**

**Dissertação apresentada ao Mestrado  
em Ensino de Ciências e Matemática,  
da Universidade Cruzeiro do Sul,  
como parte dos requisitos para a  
obtenção do título de Mestre em  
Ensino de Ciências e Matemática.**

**São Paulo**  
**2008**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA CENTRAL DA UNICSUL

L994e	<p>Luz, Sérgio Luis Corrêa da. O ensino de física no enfoque ciência, tecnologia e sociedade (CTS): uma abordagem da eletricidade a partir do método experimental investigativo / Sérgio Luis Corrêa da Luz. -- São Paulo; SP: [s.n], 2008. 237 p. : il. ; 30 cm.</p> <p>Orientador: Mauro Sérgio Teixeira de Araújo. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul.</p> <p>1. Física - Estudo e ensino 2. Construção do conhecimento 3. Movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) 4. Estudo ambiental. I. Araújo, Mauro Sérgio Teixeira de. II. Universidade Cruzeiro do Sul. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.</p> <p>CDU: 53:373.5(043.3)</p>
-------	---

**UNIVERSIDADE CRUZEIRO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO**

**O ensino de Física no enfoque Ciência, Tecnologia e  
Sociedade (CTS): uma abordagem da eletricidade a partir  
do método experimental investigativo.**

**Sérgio Luis Corrêa da Luz**

**Dissertação de mestrado defendida e aprovada  
pela Banca Examinadora em 21/02/2008.**

**BANCA EXAMINADORA:**

**Prof. Dr. Mauro Sérgio Teixeira de Araújo  
CETEC - UNICSUL  
Presidente**

**Profa. Dra. Maria Delourdes Maciel  
CETEC - UNICSUL**

**Prof. Dra. Maria Lucia Vital dos Santos Abib  
FE – Universidade de São Paulo**

**Dedico este trabalho a meus familiares que sempre confiaram em mim, e me motivaram a lutar com dignidade, acreditaram no meu sonho, sempre me apoiaram e torceram pelo meu sucesso profissional e minha felicidade.**

## **AGRADEÇO**

À Ivone, minha esposa, pelo carinho, compreensão, dedicação e força durante toda a trajetória da pesquisa.

Ao professor Mauro, que me acompanhou durante este percurso, meu muito obrigado por depositar confiança na minha capacidade, possibilitando a execução deste trabalho; pela dedicação e paciência ao transmitir seus conhecimentos e por orientar-me com sabedoria visando sempre meu crescimento profissional.

À professora Maria Delourdes pelas inúmeras contribuições que muito ajudaram no encaminhamento desse trabalho.

Aos professores do programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, pelas colaborações para a consecução deste trabalho e para meu crescimento profissional.

Aos colegas mestrando, pelas discussões e colaborações para a realização da pesquisa.

Aos funcionários do programa de pós-graduação, pelo atendimento sempre muito atencioso.

À minha mãe e ao meu pai (in memórian) por me educarem, me darem como alimento o pão e a inquietude para buscar o conhecimento. Obrigado por serem referências.

À CENP/SEE/SP pelo apoio financeiro.

A todos que, direta e indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

A colega Ivanise por orientar-me na correção gramatical.

**Não basta ensinar ao homem uma especialidade. Porque se tornará assim uma máquina utilizável, mas não uma personalidade. É necessário que adquira um sentimento, um senso prático daquilo que vale a pena ser empreendido, daquilo que é belo, do que é moralmente correto. A não ser assim, ele se assemelhará, com seus conhecimentos profissionais, mais um cão ensinado do que uma criatura harmoniosamente desenvolvida. Deve aprender a compreender as motivações dos homens, suas quimeras e suas angústias para determinar com exatidão seu lugar em relação a seus próximos e à comunidade. (EINSTEIN apud ROHDEN, 1993, p. 189)**

LUZ, S. L. C. **O ensino de física no enfoque ciência, tecnologia e sociedade (CTS):** uma abordagem da eletricidade a partir do método experimental investigativo. 2008. 237 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática)–Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2008.

## RESUMO

Nos dias atuais vivenciamos um processo de grandes mudanças nos hábitos da sociedade. Um dos fatores responsáveis por esse processo é sem dúvida o rápido desenvolvimento Científico e Tecnológico presente no nosso cotidiano, desde o fim do século passado. Então, como ensinar Física de forma a contribuir na formação de cidadãos, numa sociedade caracterizada cada vez mais pelas realizações da Ciência e Tecnologia? Neste trabalho relatamos os principais resultados de uma investigação por pesquisa-ação em educação. Trata-se da análise de intervenção pedagógica diagnosticada por meio de uma pesquisa de concepções aplicadas aos estudantes do 3º ano do Ensino Médio sobre as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS). Os dados iniciais obtidos por meio de um questionário semi-estruturado que apontaram preocupações com o meio ambiente; consciência de que a sociedade deve influenciar no desenvolvimento da tecnologia e a importância da escola como facilitadora da apropriação de conhecimento. A partir deste diagnóstico intervimos no ambiente escolar por meio de uma prática metodológica que oportunizou ao estudante, unificar, as diferentes dimensões relacionadas com a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Escolhemos uma situação problema atrelado ao cotidiano do estudante, um chuveiro elétrico e, a partir deste artefato tecnológico, organizamos estratégias de ensino-aprendizado que estimulassem a reflexão e interação com o objeto de estudo. Ao integrar as relações CTSA ao ensino de Física, inquirimos potencializar os estudantes a se apropriar de conhecimentos científicos como dimensão cultural e contribuir para popularizar a Educação Científica, o que acreditamos ser indispensável para o cidadão contemporâneo na sociedade.

**Palavras-Chave:** Física – Estudo e ensino, Construção do conhecimento, Movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), Educação ambiental.

LUZ, S. L. C. **Physics teaching in the focus science, technology and society (STS):** an approach of the electricity starting from the method experimental investigative. 2008. 237 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática)–Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2008.

## ABSTRACT

In the current days we lived a process of great changes in the habits of the society. One of the responsible factors for that process is, without a doubt, the fast Scientific and Technological development, present in our daily one, since the end of last century. Then, how to teach form Physics to contribute in the citizens' formation, in a society characterized more and more by the accomplishments of the Science and Technology? In this work we told the main results of an investigation for research-action in education. It is the analysis of pedagogic intervention diagnosed through an applied research of conceptions to the students of the 3rd year of the high school about the relationships among Science, Technology and Society (STS). The data initials obtained through a questionnaire semi-structured that you pointed concerns with the environment; conscience that the society should influence in the development of the technology and the importance of the school as facilitative of the knowledge appropriation. Starting from this diagnosis we intervene in the school environment through a methodological practice that opportunity to the student, to unify, the different dimensions related with the Science, Technology, Society and Environment (STSE). We chose a situation problem harnessed to the daily of the student, an electric shower and, starting from this technological workmanship, we organized teaching-learning strategies to stimulate the reflection and interaction with the study object. When integrating the relationships STSE to Physics teaching, we inquired to potentiate the students to the appropriate of scientific knowledge as cultural dimension and to contribute to popularize the scientific education, the one that we believed be indispensable for the contemporary citizen in the society.

**Keywords:** Physics – Study and teaching, Knowledge building, STS movement, Environmental education.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	PONTOS DE CONVERGÊNCIA ENTRE O ENSINO CTS E OS PCNEM .....	40
FIGURA 2	RELAÇÕES ENTRE CTS E PCNEM.....	41
FIGURA 3	ASPECTOS SOCIAIS ENVOLVIDOS NA PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO .....	77
FIGURA 4	ASPECTOS ECONÔMICOS E POLÍTICOS NA PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO.....	79
FIGURA 5	TECNOLOGIA COMO AGENTE FACILITADOR DA VIDA COTIDIANA .....	81
FIGURA 6	CIÊNCIA E O COTIDIANO .....	81
FIGURA 7	CIÊNCIA, TECNOLOGIA E O COTIDIANO .....	84
FIGURA 8	TECNOLOGIA E A QUALIDADE DE VIDA.....	85
FIGURA 9	CRESCIMENTO DE PROBLEMAS SOCIAIS OCACIONADOS PELO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO .....	89
FIGURA 10	CONHECIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO AUXILIANDO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS SOCIAIS.....	91
FIGURA 11	A EDUCAÇÃO E O CONHECIMENTO CIENTÍFICO .....	94
FIGURA 12	O CONHECIMENTO CIENTÍFICO E A CIDADANIA.....	96
FIGURA 13	ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA COMO FACILITADORA DO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA .....	98
FIGURA 14	EXPLORAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS PARA SUPRIR A TECNOLOGIA .....	103

<b>FIGURA 15</b>	<b>AGRESSÕES AO MEIO AMBIENTE CAUSADO PELO DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA .....</b>	<b>105</b>
<b>FIGURA 16</b>	<b>RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM GRUPO .....</b>	<b>114</b>
<b>FIGURA 17</b>	<b>AMBIENTE DE INVESTIGAÇÃO NA SALA DE AULA.....</b>	<b>142</b>
<b>FIGURA 18</b>	<b>CHUVEIROS ELÉTRICOS UTILIZADOS NA ATIVIDADE INVESTIGATIVA.....</b>	<b>150</b>
<b>FIGURA 19</b>	<b>LEITURA DO ROTEIRO DA ATIVIDADE PROPOSTA.....</b>	<b>152</b>
<b>FIGURA 20</b>	<b>CARACTERÍSTICA TÉCNICAS DO CHUVEIRO ELÉTRICO.....</b>	<b>155</b>
<b>FIGURA 21</b>	<b>SELO PROCEL .....</b>	<b>159</b>
<b>FIGURA 22</b>	<b>ETIQUETA DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UM REFRIGERADOR .....</b>	<b>160</b>
<b>FIGURA 23</b>	<b>MONTAGEM DAS RESISTÊNCIAS ELÉTRICAS DO CHUVEIRO ..</b>	<b>175</b>
<b>FIGURA 24</b>	<b>CONTROLE DE TEMPERATURA DO CHUVEIRO ELÉTRICO .....</b>	<b>175</b>
<b>FIGURA 25</b>	<b>CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA .....</b>	<b>180</b>
<b>FIGURA 26</b>	<b>ESQUEMA DE UM MEDIDOR ANALÓGICO DE CONSUMO ELÉTRICO .....</b>	<b>181</b>
<b>FIGURA 27</b>	<b>ESTUDANTES ENVOLVIDOS NA PROPOSTA .....</b>	<b>192</b>
<b>FIGURA 28</b>	<b>ESTUDANTES EXPLORANDO O CHUVEIRO ELÉTRICO.....</b>	<b>193</b>
<b>QUADRO 1</b>	<b>CATEGORIAS DE ANÁLISES .....</b>	<b>75</b>
<b>QUADRO 2</b>	<b>VALORES DE RESISTIVIDADE DOS METAIS .....</b>	<b>178</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	A PESQUISA COMO FERRAMENTA PARA COMPREENDER AS FORMAS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	125
TABELA 2	RECURSOS DA INFORMÁTICA COMO FACILITADOR DE ENSINO-APRENDIZAGEM .....	129
TABELA 3	OS DEBATES E DISCUSSÕES COMO FACILITADORES DE UMA AULA DIFERENTE E PARTICIPATIVA.....	134
TABELA 4	REAÇÃO A EXPERIÊNCIA DE APRIMORAMENTO DOS PROCESSOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM.....	194
TABELA 5	CONTRIBUIÇÕES DA PROPOSTA PARA AQUISIÇÃO DE CONHECIMENTO.....	196

# SUMÁRIO

## CAPÍTULO 1

1	INTRODUÇÃO .....	15
1.1	A Sociedade e o Desenvolvimento científico .....	15
1.2	Panorama Atual do Ensino de Física.....	18
1.3	Alguns Aspectos da Proposta Curricular para o Ensino de Física Social.....	23
1.4	O Ensino de Física e as Relações CTS.....	24
1.5	A Perspectiva CTS de Ensino.....	34
1.6	A Perspectiva CTS e os Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio (PCNEM).....	37
1.7	O Enfoque CTS Contemplado Nesta Pesquisa .....	43
1.8	Questão da Pesquisa .....	47
1.9	Objetivo da Pesquisa .....	49
1.9.1	Objetivos Específicos da Atividade Experimental Investigativa .....	50
1.10	Bases Teórico- Metodológica da Pesquisa: A Pesquisa-Ação.....	52

## CAPÍTULO 2

2	PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS DA AÇÃO-INTERVENÇÃO .....	55
2.1	Motivação Para Intervenção no Ambiente Escolar.....	55
2.2	A Pesquisa-Ação: Intervenção no Espaço Escolar .....	56
2.3	A Intervenção em Sala de Aula .....	59
2.3.1	Bases Epistemológicas e Conceituais da Intervenção em Sala de Aula .....	60
2.4	Intervenção Por Meio do Método Experimental Investigativo .....	62
2.5	Abordagem do Enfoque CTS na Intervenção em Sala de Aula .....	64

## CAPÍTULO 3

3	AÇÃO-INTERVENÇÃO EDUCAÇÃO – PARTE I: DIAGNÓSTICO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ESTUDANTES ACERCA DAS RELAÇÕES CTS: ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS SUPERIOR.....	71
---	---	----

3.1	Caminhos Para Análise das Concepções Prévias Sobre CTS .....	71
3.2	O Universo da Pesquisa .....	73
3.3	Objetivo do Levantamento de Concepções Prévias .....	73
3.4	Elaboração das Categorias de Análises.....	74
3.5	Análise das Respostas dos Estudantes.....	76
3.5.1	Influência da Sociedade na Condução e Acompanhamento do Desenvolvimento Científico .....	76
3.5.1.1	Aspectos Sociais Envolvidos na Produção do Conhecimento Científico .....	76
3.5.1.2	Aspectos Econômicos e Políticos Envolvidos na Produção do Conhecimento Científico .....	78
3.5.2	Influência do Desenvolvimento Científico-Tecnológico na Sociedade .....	79
3.5.2.1	Tecnologia Como Agente Facilitador da Vida Cotidiana .....	80
3.5.2.2	Crescimento de Problemas Sociais Ocasionalmente pelo Desenvolvimento Científico e Tecnológico .....	89
3.5.2.3	Conhecimento Científico e Tecnológico Auxiliando na Resolução de Problemas Sociais .....	91
3.5.3	A Escola Como Espaço de Alfabetização Científica .....	93
3.5.3.1	A Educação e o Conhecimento Científico-Tecnológico .....	93
3.5.3.2	O Conhecimento Científico e a Cidadania .....	95
3.5.4	Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável .....	102

#### **CAPÍTULO 4**

4	<b>AÇÃO-INTERVENÇÃO: PARTE II – ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>111</b>
4.1	A Sala de Aula Como Cenário de Ensino Aprendizagem .....	111
4.2	O Seminário Como Espaço de Discussão e Debate.....	117
4.2.1	Estrutura e Funcionamento do Seminário .....	119
4.2.2	Características Gerais do Seminário .....	120
4.2.3	Aspectos Operacionais do Seminário .....	122
4.2.4	Avaliação do Seminário Como Recurso de Aprendizagem.....	124
4.3	O Método Experimental Investigativo no Ensino de Física .....	138

4.3.1	Alguns Pressupostos da Atividade Experimental Investigativa em Sala de Aula .....	143
4.3.2	Aspectos Complementares Abordados na Atividade Experimental: O Choque Elétrico e o Fio Terra .....	145
4.3.3	Implementação da Atividade Experimental Investigativa .....	146
4.3.4	Operacionalização da Atividade Experimental Investigativa .....	150
4.3.5	Análise Quantitativa do Problema e Questões Propostas.....	153
4.3.6	Avaliação da Atividade Experimental Investigativa .....	183
4.3.7	Análise da Aprendizagem de Conceitos Físicos .....	184
4.3.8	Aspectos Comportamentais Relacionados à Atividade Experimental Investigativa .....	191
4.3.9	Percepção dos estudantes Acerca da Atividade Experimental Investigativa.....	193
4.3.10	Reação dos Estudantes à Experiência de Aprendizagem .....	193
4.3.11	Contribuição da Atividade Experimental investigativa para Aquisição de Conhecimento .....	196
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>199</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>213</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>221</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>229</b>

## **CAPÍTULO 1**

### **1 INTRODUÇÃO**

A educação para a cidadania é um imperativo social que tem como tarefa central instrumentalizar as pessoas para uma participação ativa na sociedade. Assim, espera-se: “[...] que a escola possibilite aos alunos integrarem-se ao mundo contemporâneo nas dimensões fundamentais da cidadania e do trabalho” (BRASIL 1999, p. 13). Sabe-se que a interferência da tecnologia na vida do cidadão é incontestável, tanto positivo quanto negativamente, e que a educação é o caminho para a transformação cultural. Essa transformação deve incluir os avanços tecnológicos. Espera-se que os conhecimentos adquiridos na escola tenham sua permanência para além dos seus muros.

#### **1.1 A Sociedade e o Desenvolvimento Científico.**

A sociedade desfruta atualmente de conquistas científicas e tecnológicas advindas das mais diversas áreas de conhecimento, tais como comunicação, medicina, agricultura, sistemas de produção, entre outros. Grande parte destas conquistas afeta diretamente muitos setores que fazem parte do nosso cotidiano, merecendo destaque a área de Educação. Este desenvolvimento científico e tecnológico permitiu diminuir as distâncias, aumentar nossa expectativa de vida, facilitar, em muitos aspectos, nossas tarefas domésticas e profissionais, colocando à disposição significativas quantidades de informações sobre uma gama muito grande de assuntos. Porém, Angotti e Auth (2001, p. 15) alertam para a necessidade de considerarmos alguns aspectos relacionados aos impactos das atividades científicas e tecnológicas em nossa sociedade, afirmando que “a crescente evolução e utilização de novas tecnologias vem acarretando profundas mudanças no meio ambiente e nas relações e nos modos de vida da população”.

Auler e Bazzo (2001), por sua vez, alertam para o fato de que o desenvolvimento tecnológico moderno levou à reestruturação de concepções de

espaço e tempo, bem como de relações sociais e dos limites éticos e políticos que norteiam a sociedade. Essa forte influência da Ciência e da Tecnologia ocasionou, porém, algumas conseqüências desagradáveis. Num primeiro momento lembramos dos prejuízos causados ao meio ambiente pela Ciência e pela Tecnologia e de seus usos militares de impressionante poder destrutivo.

Prendendo-nos um pouco mais nesta linha de raciocínio, podemos citar outras conseqüências que não são tão flagrantes, como por exemplo, o desmatamento para beneficiar a pecuária e a plantação de produtos agrícolas. Nessa mesma linha de raciocínio e sentido, podemos mencionar a indução a um consumismo desenfreado, os sistemas de organização de trabalho severos que não consideram as necessidades humanas e, talvez o mais importante para nós educadores, as condições e manipulações de informações que mascaram a realidade social e não permitem clareza e consciência suficientes acerca do que somos, queremos e necessitamos para podermos praticar uma cidadania fundamentada em fatos concretos. Isso pode gerar limitações em nosso nível de compreensão acerca da realidade que nos cerca e das possibilidades que temos para intervir sobre a mesma (COLOMBO; BAZZO, 2006).

Bazzo (1998) adverte que a confiança na Tecnologia como se essa fosse uma divindade, tornou-se um comportamento tão enraizado na vida contemporânea que predomina na cultura da escola. Assim, continua Bazzo, a lógica do comportamento humano passa a se confundir com a da eficiência tecnológica e as suas razões com as razões da ciência. Tudo isso é reforçado pela exaltação das virtudes da Ciência e da Tecnologia, de modo que seus produtos são vendidos com a pregação de suas qualidades, embasados em depoimentos científicos que lhe conferem status de absoluta confiabilidade.

Demonstrando sua preocupação com a submissão atual da sociedade americana ao cientificismo e a tecnologia, Postman (1994) alerta que o ideal de progresso humano conforme expressado por Bacon no Século XVII, foi substituído pelo de progresso tecnológico, onde a meta passa a ser do nosso ajuste às novas tecnologias e não a redução da ignorância, sofrimento e superstição. Para expressar este estado de dominação, o autor criou o termo Tecnopólio, que ele define como:

[...] é um estado de cultura. Também é um estado da mente. Consiste na deificação da tecnologia, o que significa que ele procura sua autorização na tecnologia, encontra sua satisfação na tecnologia e recebe ordens da tecnologia. Isso requer o desenvolvimento de um novo tipo de ordem social e, por necessidade leva a dissolução de muito do que esta associada com as crenças tradicionais. Aqueles que se sentem mais confortáveis no tecnopólio são as pessoas que estão convencidas de que o progresso técnico é a realização suprema da humanidade e o instrumento com o qual podem ser solucionados nossos dilemas mais profundos. (POSTMAN, 1994, p. 79)

A afirmação de que a presença da Ciência e da Tecnologia é marcante no mundo atual, sendo encontrada em praticamente tudo o que nos rodeia, encontra respaldo quando voltamos nossa atenção para setores como telecomunicações, formas de produção e utilização de energia, aparelhos eletrodomésticos, descobertas astronômicas, entre outros. Ao que tudo indica a Ciência e a Tecnologia exercerão papéis cada vez mais determinantes na configuração social.

Na escola e, mais especificamente no ensino de Física, não podemos continuar ignorando que praticamente todos os aspectos da vida cotidiana estão condicionados, de alguma maneira, pela Ciência e pela Tecnologia. Os conhecimentos básicos dessa disciplina devem ser incorporados ao currículo, por exemplo, a interpretação da história da ciência, portanto, será necessário à realização de um trabalho educativo diferenciado daquele praticado atualmente no ambiente escolar para que possamos contribuir para a formação de cidadãos mais autônomos, atuantes e conscientes, frente aos desafios da sociedade (RICARDO, 2007). Postulamos uma maior aproximação entre o mundo da escola e o mundo da vida, entre o ensino de Física e o contexto cotidiano do estudante, de modo a propiciar um maior vínculo entre a escola e a vida cotidiana, como preceituam as atuais orientações curriculares do Ministério da Educação e Cultura (MEC).

Além de contribuir para resolução de problemas reais e para a tomada de decisões, cremos ser essencial para a superação do desinteresse demonstrado pelos estudantes, de forma generalizada, em relação ao ensino de Física, o uso de abordagens que resgatem a conexão entre a Física e a realidade vivida pelos estudantes (BRASIL, 1999, 2002, 2006).

Defendemos uma proposta educacional que se oriente por princípios democráticos e emancipadores, articulados com os interesses populares e que sejam capazes de subsidiar projetos de ensino de Ciências vinculados a

movimentos pedagógicos orientados para a democratização do saber sistematizado, tornando-o um instrumento de compreensão da realidade cotidiana e para o enfrentamento organizado dos problemas sociais (FREIRE, 1986). Analisando este contexto de mudanças, Angotti e Mion salientam que:

Uma proposta a partir de ‘como funcionam’ os objetos técnicos pode contribuir para a construção da cidadania, a busca e o alcance da conscientização, porém, concebendo este instrumento como objetificação de conhecimentos provenientes de construções humanas. (ANGOTTI; MION, 2005, p. 3).

## **1.2 Panorama Atual do Ensino de Física.**

Temos observado, durante muitos anos, ao lecionar Física no Ensino Médio, que os conteúdos e atividades escolares tradicionalmente ministrados encontram-se bastante distantes do quadro social vivenciado pelo estudante, isto é, que seja capaz de contribuir para o efetivo exercício da cidadania.

Ao olharmos atentamente para o contexto escolar percebemos que o mundo da escola e o mundo dos estudantes não são, muitas vezes e sob vários aspectos, os mesmos. No mundo dos estudantes as inovações científicas e tecnológicas são inúmeras, assim como, os impactos que elas causam sobre suas vidas e ao meio ambiente, a sociedade e a economia. Porém, a escola parece continuar alheia a todo esse processo em que, principalmente nos dias de hoje, essas inovações têm influência muito forte e rápida na sociedade, sinalizando um quadro bastante preocupante, sobretudo devido suas relações políticas, econômicas e nos sistemas de produção.

Nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio (PCN+) (BRASIL, 2002, p. 9) encontramos a mesma preocupação: “Num mundo como o atual, de tão rápidas transformações e de tão difíceis contradições, estar formado para a vida significa mais *do* que reproduzir dados, denominar classificações ou identificar símbolos”.

Esta rápida e drástica evolução das Ciências e da Tecnologia estabelecem e impõem novas formas de organização social e política e uma nova concepção de

cidadania. Discorrendo sobre a Física enquanto construção humana, Cavalcante (1999) afirma:

Temos que pensar organicamente sobre a Física, uma ciência em constante evolução. Este processo evolutivo se torna cada vez mais evidente, visto que o intervalo de tempo entre uma descoberta científica e suas aplicações tecnológicas tem se reduzido drasticamente. Os nossos estudantes não podem receber uma mensagem atemporal e estática sobre Física. Assumindo-se o conhecimento dessa forma, nega-se qualquer tentativa de inseri-lo em um contexto de construção humana (CAVALCANTI, 1999, p. 551).

Esta defasagem entre o mundo da escola e o mundo dos estudantes configura-se, a nosso ver, como uma das causas que os levam a sentirem-se desmotivados em relação à aprendizagem, ao não encontrar significado em seus objetos de estudo. Frequentemente, questões como: “Por que eu estou estudando isto?” ou “Para que isso vai me servir?”, são levantadas pelos estudantes e, não menos frequentes, nossos argumentos para responder a tais questões não lhes soam convincentes.

Uma outra queixa muito comum em relação aos nossos estudantes é que se encontram muito distantes e despreocupados das questões sociais, assumindo uma posição acrítica com relação a importantes problemas atuais. Cabe-nos questionar: E a escola, o que tem feito para mudar este quadro? Nossa resposta é que a escola necessita tornar-se mais participativa na comunidade a qual está inserida e buscar aprimorar os processos de reflexão, assim como, sua capacidade de intervir no processo de ensino-aprendizagem da comunidade escolar. Além dos conteúdos oferecidos pela escola tradicional estarem distantes e disponibilizarem pouca conexão com a realidade individual e social dos estudantes, onde são apresentados dentro de rígidas fronteiras disciplinares, os métodos e estratégias de ensino desenvolvido pela escola levam o estudante à passividade e ao desinteresse.

Uma questão importante a ser considerada é a presença do cotidiano do estudante na sala de aula. Espera-se que através da visão da Física, enquanto Ciência seja possível efetivar um melhor entendimento da natureza do conhecimento científico ao mesmo tempo em que se busca tornar o estudante um elemento ativo no processo ensino-aprendizagem, estabelecendo a ligação do ensino com as questões do vivenciadas pelo estudante, onde acreditamos ser este um procedimento necessário e coerente. Como também, as concepções dos estudantes

sobre o mundo Físico apontam, em sua maioria, para as relações que se estabelecem entre Ciência e Tecnologia e em seu cotidiano. É importante ressaltar que o cotidiano, como elemento de ligação no processo de ensino-aprendizagem, deve ser considerado como ponto de partida para o estabelecimento de um novo conhecimento.

Assim, muito mais do que focar um fenômeno em si, torna-se mais relevante observar inicialmente a interpretação do estudante a respeito desse fenômeno, fundamentada em suas crenças, em seu olhar de mundo. Em outras palavras, o que determina o ato de se apropriar conhecimento é o fato de pôr em confrontação os elementos novos com as idéias já estabelecidas em sua própria estrutura cognitiva (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; GIORDAN; VECCHI 1996; MOREIRA; MASSINI, 1982; MOREIRA, 1998).

Creemos que a questão do cotidiano deva ser explorada dentro do ensino de Física, buscando, em certa medida, vincular o conteúdo da disciplina aos interesses imediatos dos estudantes. Nesse sentido, consideramos de fundamental importância a abordagem de temas que atrelam possibilidades para análise das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que nem sempre são percebidas pelos estudantes como elementos de seu cotidiano e, devem ser levados para a sala de aula, como ponto de partida para o desenvolvimento de um conteúdo, ou como aplicação dos conceitos desenvolvidos.

Outro aspecto importante é destacado por Saad (2001, p. 6) ao afirmar que “a educação formal, nos últimos séculos, persegue os chamados conhecimentos racionais, evidentes, quantificáveis de cada área do saber científico”. Desse modo, também podemos destacar a pouca atenção que se tem dedicado aos aspectos comportamentais e afetivos do estudante. Observa-se que muitos aspectos relacionados aos processos de ensino e aprendizagem não têm merecido a atenção que muitos pesquisadores reconhecem como fundamental para propiciar a construção do conhecimento por parte do estudante (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; VYGOTSKY, 1984).

É importante desenhar novos cenários educacionais, capazes de transpor as limitações do ensino formal, descritivo e axiomático, para estimular-se o imaginário,

o interesse do estudante pela procura de significados, potencializando-o para aprender conceitos formais das Ciências (SAAD, 2001). Essa mudança educacional também é destacada Saad (2001, p. 7) ao afirmar: “Neste contexto, os conteúdos disciplinares e suas molduras pedagógicas devem ser projetados procurando envolver o aluno numa atmosfera participativa e desafiadora”.

O desenvolvimento das chamadas potencialidades de cada estudante implica naturalmente em tirá-lo da condição de espectador e armazenador de informação, transformando-se em reconstrutor de parcela relevante do saber, com um novo papel no contexto educacional (CARVALHO et al., 1999). Demo (2003) também chama a atenção para isso, dizendo que a sala de aula clássica necessita ser repensada e transformada em local de trabalho conjunto. Entretanto, entendemos tratar-se de uma empreitada desafiadora, porque significa privilegiar o estudante em detrimento de uma postura muitas vezes autoritária do professor, dentro do ambiente educacional, ao mesmo tempo em que reivindica deste estudante um nível maior de envolvimento e participação.

Neste novo contexto é necessário que ocorra uma transformação nas salas de aula da maioria de nossas escolas, pois se observa hoje é a reprodução dos paradigmas que exigem formação em massa e em série, sem a preocupação de que o estudante tenha se apropriado, ou não, dos conhecimentos disponibilizados no processo de ensino-aprendizagem (SAAD, 2001).

Para que ocorram as mudanças pretendidas no cenário educativo, é necessário o entendimento de que os estudantes são seres dotados de aspirações, conflitos e desejos, conforme salienta Saad (2001, p. 8): “[...] cada aluno deve ser entendido não apenas como um elemento racional e receptáculo de informação, mas também, um ser particularmente repleto de emoções e sentimentos”.

Os PCN+ também reafirmam a insatisfação com o ensino tradicional ao apontar que:

As características de nossa tradição escolar diferem muito do que seria necessário para a nova escola. De um lado, essa tradição compartimenta disciplinas em ementas estanques, em atividades padronizadas, não referidas a contextos reais. De outro lado, ela impõe ao conjunto de alunos uma atitude de passividade, tanto em função dos métodos adotados quanto da configuração física dos espaços e das condições de aprendizado. Estas, em parte, refletem a pouca participação do estudante, ou mesmo do

professor, na definição das atividades formativas. As perspectivas profissional, social ou pessoal dos alunos não fazem parte das preocupações escolares; os problemas e desafios da comunidade, da cidade, do país ou do mundo recebem apenas atenção marginal no ensino médio, que também por isso precisa ser reformulado (BRASIL, 2002, p. 9).

Também professores, pesquisadores, instituições e grupos de trabalhos têm exposto seu descontentamento com as atividades desenvolvidas pela escola de Ensino Médio. Os conteúdos estão distantes das situações vividas pelos estudantes e existe uma preocupação excessiva com os testes de vestibulares (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992). O GREF (1998) critica a matematização excessiva e desarticulada dos conteúdos físicos, enquanto Ustra, Strieder e Terrazzan (1997) e Pinto e Zaneti (1999) reclamam da falta de atualização dos conteúdos.

Entendemos que uma das funções da escola é preparar o estudante para esse processo que vincula os conteúdos disciplinares com os seus contextos diários, cercados, principalmente, de muitos artefatos tecnológicos. cremos, também, que para isso é necessária a aquisição de algum conhecimento científico, que não precisa, necessariamente, dar-se pelo domínio de sua linguagem formal matemática mais complexa, mas deve permitir a compreensão de suas conseqüências para a sua vida. Afinal, entender o mundo e participar das decisões também faz parte do que chamamos de cidadania, sendo esta também uma forma de participar do poder (BRASIL, 1999).

Quanto ao ensino de Ciências, sabe-se que na maioria das escolas, de todos os níveis, ainda se mantém um ensino que prioriza a mera transmissão de conhecimentos, geralmente fragmentado e de forma mecânica. Esta tradição dificulta o uso das teorias e modelos produzidos para a compreensão dos fenômenos naturais e sociais, além de caracterizar a Ciência como um produto acabado e inquestionável, além de ignorar as transformações sociais que estão acontecendo.

As mudanças ocorridas no cenário educacional brasileiro não se limitam ao aumento significativo de indivíduos com acesso a escola (BRASIL, 1999), agindo também no perfil destes estudantes como nas suas maneiras de expressar suas crenças, valores, expectativas e sua contextualização sócio-familiar, conforme enfatiza Carvalho (2004) ao afirmar que:

Não podemos mais continuar ingênuo sobre como se ensina, pensando que basta conhecer um pouco o conteúdo e ter jogo de cintura para manter-mos os alunos nos olhando e supondo que enquanto prestam atenção eles estejam aprendendo (CARVALHO, 2004, p. 2).

Também compreendemos que apesar de nossa produção acadêmica na área de ensino de Ciências serem comparáveis à produção de países mais avançados (principalmente Espanha e Portugal), os resultados destas pesquisas praticamente não chegam às salas de aula através da prática docente. Temos compreensão, ainda, de que os cursos de formação de professores se encontram muito defasados a respeito da incorporação e debate sistemático desses resultados de pesquisas acadêmicas. Inegável também é o fato de que a maioria dos veículos de disseminação dos conhecimentos acadêmicos produzidos pelos pesquisadores, como as revistas especializadas e os eventos promovidos pelas diversas sociedades educacionais, como SBF (Sociedade Brasileira de Física), SBEM (Sociedade Brasileira de Ensino de Matemática), SBENBIO (Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia), entre outras, continuam distantes da realidade da grande maioria dos professores que atuam nos diversos ambientes educacionais.

Uma outra limitação que detectamos em nossa vivência diária no cenário educacional é o excesso de dependência do livro didático, que impõe aos professores uma seqüência dos conteúdos que devem ser transmitidos durante o ano letivo. O livro didático continua a ser, ainda hoje, o maior instrumento utilizado pelo professor, exercendo uma influência quase hegemônica na seleção de conteúdos e atividades propostas.

### **1.3 Alguns Aspectos das Propostas Curriculares para o Ensino de Física.**

Em 1996, quando da promulgação da atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº. 9394 (LDBEN), o Ensino Médio passou a ser considerado como parte da Educação Básica, tendo sido instituído seu caráter de terminalidade, atribuindo-lhe um sentido próprio e também esclarecendo que este nível de ensino não pode ser considerado apenas como instrumento preparatório para o Ensino Superior (BRASIL, 1996). O artigo 1º § 2º da Lei 9394/96 propõe que Ensino Médio deve ter em vista:

[...] aprimorar o educando como pessoa humana; garantir a preparação básica para o trabalho e a cidadania; dotar os educandos de instrumentos que o permitam continuarem aprendendo, tendo em vista o desenvolvimento da compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos. Na perspectiva da nova Lei, o Ensino Médio, como parte da educação escolar, deve vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social. (Brasil, 1999, p. 22)

O Secretário de Educação Média e Tecnológica do Ministério da Educação, na época da apresentação dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, justificando a necessidade de estabelecer novas diretrizes educacionais para este nível de ensino, comentou:

Tínhamos um ensino descontextualizado, compartimentalizado e baseado no acúmulo de informações. Ao contrário disso, buscamos dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização: evitar a compartimentalização, mediante a interdisciplinaridade; e incentivar o raciocínio e a capacidade de aprender. (Brasil, 1999, p.15).

Se considerarmos o desenvolvimento dos conhecimentos científicos e tecnológicos e suas implicações às novas formas de produção e relações sociais, torna-se justificada a necessidade de serem investigadas e efetivadas mudanças na educação, sendo preciso reestruturar o Ensino Médio, seja em seu aspecto de conteúdos abordados, seja pelos métodos de ensino adotados. Este aspecto foi considerado pela LDB 9394/96 e pelos Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM), que sinalizaram a escola como um espaço favorável à aplicação das novas diretrizes para a educação. Neste sentido, os PCNEM consideram que devido à revolução tecnológica, a nova sociedade deve assegurar à educação condições para promover uma autonomia maior para os estudantes (BRASIL, 1999).

#### **1.4 O Ensino de Física e as Relações CTS.**

A promoção da alfabetização em Ciências e Tecnologia é um dos propósitos da educação com enfoque CTS, indispensável ao exercício de uma cidadania responsável. Temos como objetivo central da educação CTS, no Ensino Médio, o desenvolvimento da alfabetização científica e tecnológica com o propósito de capacitar os estudantes por meio de informações que facilitem a construção de conhecimentos, habilidades e valores necessários para que possam tomar decisões

responsáveis sobre questões de Ciência e Tecnologia e atuar, principalmente na solução de questões, que tenham impactos na qualidade de vida (BRASIL, 1999 e 2002).

Analisando o trabalho de diferentes pesquisadores (ACEVEDO, 2003; AULER; BAZZO, 2001; ANGOTTI; AUTH, 2001; CRUZ; ZYLBERRSZTAJN, 2005) constata-se a existência de um consenso acerca da idéia de que os estudos envolvendo uma articulação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, configurando o enfoque denominado CTS, tiveram basicamente duas vertentes, ou tradições, cuja origem remonta o final dos anos sessenta (1960) e começo dos anos setenta (1970). Uma dessas vertentes dita européia, surgiram a partir de um programa acadêmico formulado por cientistas, engenheiros, sociólogos e humanistas, tendo como pano de fundo a intenção de esclarecer as influências da sociedade sobre as investigações científicas e tecnológicas, explicitando uma visão externalista da ciência.

Por sua vez, a outra vertente, de origem norte-americana, surgiu como um movimento social do qual tomaram parte grupos pacifistas, ativistas dos direitos humanos, associações de consumidores e outros grupos que tinham relação com reivindicações sociais, preocupados com as conseqüências sociais e ambientais desencadeadas pelos produtos tecnológicos.

Referindo-se ao quadro mundial atual sobre os estudos CTS, Vilches (1999) estabelece que:

Este campo de investigação se encontra na atualidade fortemente consolidado a nível internacional. As universidades, administrações públicas, associações e instituições de diferentes âmbitos se preocupam em oferecer cursos, disciplinas e programas sobre os aspectos sociais da ciência e tecnologia. São editados artigos, boletins, revistas e livros e, além destes, existem congressos, simpósios e encontros a nível internacional onde se debate sobre estes temas. (VILCHES, 1999, p. 22, tradução nossa).

Na América Latina, conforme salienta Vaccarezza (1998), a origem do movimento CTS se encontra na reflexão acerca da Ciência e da Tecnologia como sendo competências das políticas públicas e, segundo o autor, o pensamento latino-americano sobre esta perspectiva nasce no final dos anos sessenta (1960) como

crítica a situação da Ciência e da Tecnologia e de alguns aspectos da política estatal.

Organismos internacionais como a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), assim como a Organização dos Estados Americanos (OEA) se constituíram como pontes institucionais importantes para a introdução de políticas de Ciência e Tecnologia na América Latina. Conforme afirma Vaccarezza (1988, p. 7), “[...] a origem do movimento CTS se encontra na reflexão acerca da Ciência e da Tecnologia como competência das políticas públicas” (tradução nossa). O autor destaca, ainda, que apesar de originariamente apresentar um enfoque como movimento CTS, hoje há o predomínio quase que exclusivo da tradição descrita como fundamentos históricos do movimento, acrescentando que “[...] o esforço intelectual de CTS prescinde agora de seu caráter mobilizador e de sua pretensão de mudança”. (tradução nossa)

No Brasil, referindo-se a falta de uma política científico-tecnológica nacional; Auler e Bazzo (2001) consideram que:

Temos aspectos peculiares ao contexto brasileiro, decorrentes, em grande parte, do nosso passado colonial e da nossa posição nas relações econômicas internacionais. Além disso, no contexto da industrialização, a importação/transferência de tecnologia, sem a respectiva transferência de conhecimento, inviabilizou o desenvolvimento científico-tecnológico nacional [...] Como conseqüência não há uma articulação dinâmica entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Também em nossa história, convivemos com um Estado predominantemente autoritário, no qual, geralmente, o povo brasileiro esta alijado de qualquer participação. (AULER; BAZZO, 2001, p. 12)

Diante deste contexto, Colombo e Bazzo (2001) observam o surgimento de preocupações, discussões e reflexões sobre algumas questões mais emergentes, que vem sendo debatidas em nível mundial com relação ao progresso tecnológico, e na determinação de prioridades que os governos, dos mais diferentes países, têm formulado para a tecnologia. Entendemos que este enfoque educacional não deve servir de base para atender interesse de poucos e sua ênfase deve ser direcionada para melhorar a qualidade de vida da população.

Diante do exposto, parafraseando Colombo e Bazzo (Ibid), podemos citar algumas afirmações que necessitam ser aprofundada nas discussões:

- Culturalmente nos foi passado que a tecnologia está diretamente ligada com o progresso, induzindo-nos a novos hábitos sociais.
- A tecnologia é utilizada para sobrepujar a natureza, submetendo-a constantemente a agressões e usos indevidos.
- A automação industrial provocou a alteração do perfil profissional dos trabalhadores, exigindo dos mesmos à busca por uma constante atualização de seus conhecimentos. Com esta nova postura da indústria, o emprego estrutural diminuiu e aumentou o emprego informal.
- O não acesso às tecnologias, por parte da população acentua a exclusão social, aumentando a desigualdade social.

Os aspectos descritos acima mostram a interferência e a magnificência da tecnologia frente ao desenvolvimento humano.

O ensino com enfoque CTS emerge a partir do contexto social, que tem como objetivo proporcionar uma visão multidisciplinar centrada nos aspectos sociais da Ciência e Tecnologia (condições e conseqüências sociais, políticas, econômicas, éticas e ambientais), apresentando origens nas ciências sociais e experimentais (ACEVEDO, 2002). A primeira se refere ao conhecimento científico envolvendo o contexto social e a segunda busca facilitar a compreensão pública através da demonstração de explicações e soluções de alguns problemas sociais. Então entendemos que numa sociedade em que o desenvolvimento da tecnologia se faz crescente é impossível pensar na formação de um cidadão transformador e integrante de um mundo globalizado sem um conhecimento científico mínimo de Ciência. Entretanto, a Ciência ainda oferece somente a descrição de seu instrumental teórico ou experimental, separado da reflexão sobre o significado ético desenvolvido no interior de seu conteúdo e suas relações, principalmente, com o cotidiano do cidadão.

Diversos setores organizados da sociedade, principalmente as ONGs (Organizações não governamentais) que monitoram o meio ambiente, têm chamado atenção às diferentes alterações provocadas pelo homem na natureza e, dentre

estas, podemos destacar a produção e distribuição de energia elétrica, que está diretamente relacionada com grandes impactos ambientais.

Entendemos que o processo educativo tem sido visto como uma das possibilidades para municiar um número grande de pessoas com informações e competências para participar deste debate emergente e, cada vez mais, presente na nossa sociedade. Entretanto, as propostas e os debates em torno desta questão ficam restritos, na maioria das vezes, aos meios técnicos (engenheiros e técnicos industriais) e acadêmicos (professores e estudantes no interior das universidades). (ANGOTTI; AUTH, 2001).

Tendo em vista a importância do ensino de Física no currículo da Educação Básica, cremos que apenas uma população culta em relação a assuntos que envolvam temáticas e aspectos de Ciência e Tecnologia poderá participar efetivamente na avaliação e no controle das deliberações políticas relativas a essas áreas de conhecimento. Entendemos, portanto, ser fundamental a contribuição deste componente curricular para aculturação tecnológica dos estudantes.

É especialmente na escola que a construção dessa cultura deve acontecer, dado o caráter privilegiado deste espaço em meio à sociedade. Neste sentido, pela sua abrangência no contexto nacional, espera-se que caiba à escola pública desempenhar o importante papel de agente responsável pela disponibilidade desses conhecimentos, bem como o desenvolvimento de habilidades necessárias para que ocorra uma maior participação dos indivíduos nos processos de análise crítica das situações e de tomada de decisões relacionadas com a Ciência e Tecnologia.

Este novo contexto social já era mencionado pela Proposta Curricular para o Ensino de Física do Estado de São Paulo, ao reconhecer a rapidez das transformações tanto no conhecimento científico quanto no tecnológico; ao apontar para um trabalho com conteúdos científicos e tecnológicos e suas relações sociais no Ensino Médio, destacando que:

[...] o desenvolvimento científico não pode ser visto à margem da realidade humana, desligado das concepções de mundo, que refletem o meio social e a cultura do seu tempo. Nesse sentido, uma outra questão fundamental, na visão da Física como Ciência, é a relação ciência-tecnologia. O que se pode perceber a partir de um estudo histórico do desenvolvimento científico é que muitas vezes o desenvolvimento tecnológico pressiona a ciência a se

desenvolver, como no caso da Termodinâmica. Em outros, é a ciência que possibilita o avanço tecnológico, como no caso da Eletricidade, que proporcionou o desenvolvimento de uma indústria eminentemente científica. (SÃO PAULO, 1990, p. 8)

Então, o ensino com enfoque CTS propõe ensinar Física de modo a propiciar uma formação integral do estudante, ou seja, disponibilizar conhecimentos científicos e tecnológicos e a percepção de sua aplicação, objetivando uma melhor integração com o meio físico e social. De uma forma um pouco mais pontual poderíamos dizer, em termos de Ensino Médio, que o ensino com perspectiva CTS procura esclarecer esta dicotomia entre Ciências e Tecnologia e promover uma tomada de consciência pela sociedade sobre suas interações e imbricações, com o objetivo de capacitar o estudante para que possa efetuar tomada de decisões como cidadãos conscientes.

De maneira convergente a este raciocínio, podemos apresentar algumas citações de autores que vêm trabalhando sobre esta perspectiva. Neste sentido, Auler e Bazzo (2001, p. 12) defendem que: “[...] há indicativos de que além de conhecimentos/informações necessários para uma participação mais qualificada da sociedade, necessitamos também iniciar a construção de uma cultura de participação”. Por sua vez, Angotti e Auth (2001) colocam que é importante buscar:

Uma formação que esteja voltada para ampliar as condições para o exercício da cidadania possibilitando assim enfrentar os problemas/situações que nos desafiam ou nos são impostos cotidianamente. (ANGOTTI; AUTH, 2001, p. 25)

Acevedo e Vazquez (2003, p. 2), também estabelecem que o ensino com enfoque CTS potencialize uma alfabetização científica e tecnológica para todas as pessoas, afirmando que este enfoque educacional deve apresentar-se: “Com vistas à formação de atitudes, valores e normas de comportamento, para que possam exercer responsabilmente sua cidadania e tomar decisões democráticas na sociedade”.

Poderíamos dizer, ainda, que o ensino CTS seja, em última instância, uma outra maneira de perceber a função da escola diante do contexto em que está inserida. Este enfoque fornece uma visão mais ampla das imbricações existentes entre os três elementos que integram a sigla CTS, sem, todavia, perder o domínio

das partes que o compõe. Deste modo, provavelmente o aspecto mais relevante seja justamente a capacidade deste tipo de abordagem promover a compreensão das relações existentes entre seus três elementos constituintes, de forma indissociável.

Assim, entendemos que numa abordagem CTS compete conferir aos agentes educacionais a responsabilidade de assumir uma consciência que promova uma maneira de pensar e agir mais humanística no ensino de Ciências, sem perder de vista a importância da aquisição dos conhecimentos científicos. Mais ainda, o enfoque CTS tende a mostrar com maior nitidez que estes conhecimentos científicos podem contribuir significativamente para a melhoria de vida de seus estudantes.

Segundo Auler, Strieder e Cunha (1997), entre os principais problemas encontrados à dinamização do enfoque CTS nas aulas de ciências naturais localiza-se na formação inicial do professor, que acontece numa perspectiva disciplinar; tornando obscura uma análise de suas concepções prévias (e também dos estudantes) sobre ciências devido a falta de resultados claros e positivos em relação a utilização do enfoque CTS em sala de aula.

Ainda de acordo com os pesquisadores, no ensino médio, a implementação CTS, consiste em mudar o aspecto da Ciência tradicional. Para isso, segundo Auler (1997, p. 3): “É preciso envolver agência e agentes de mudança de currículos do ensino, o governo, os centros de pesquisa, os formuladores de currículo e os professores”.

Portanto, entendemos que o ensino de Física tem como objetivo a implementação do movimento CTS onde deve relacionar: Ciência e vida, enfatizar a dimensão falível da Ciência; desenvolver-se por meio de ilustrações e atividades investigativas; construir uma imagem humana da Ciência e destacar que o entendimento sobre CTS volta-se, basicamente, para a compreensão pública da Ciência; centrarem-se nos aspectos científicos mais relevantes para o público leigo, não deixando de respeitar seus valores, direito à informação e incentivo a capacidade decisória do cidadão (; ACEVEDO; VAZQUEZ; MANASSERO, 2003; AULER, 1997; BAZZO, 1998; CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2005).

Se tivéssemos que resumir em dois princípios os objetivos de ensino CTS, eles seriam:

a) Analisar e desmistificar as funções da Ciência e da Tecnologia, com o propósito de torná-las acessível e interessante aos estudantes.

b) Propiciar uma aprendizagem com caráter social, potencializando os indivíduos para participar das decisões relacionadas a temas científicos e tecnológicas (ACEVEDO, 2002).

Temos consciência que as implicações sociais da Ciência e Tecnologia são cada vez mais flagrantes em nossas vidas, tornando necessário o esclarecimento das relações existentes entre elas e de seus impactos sobre a sociedade (ANGOTTI; AUTH, 2001; AULER; STRIEDER; CUNHA, 1997)

A escola, como parte integrante e atuante dessa sociedade, não pode furtar-se de tal responsabilidade. Ao contrario, a escola deve ser instigadora na busca de informações científicas, tecnológicas, sociais e culturais necessárias a um palco de debates e tomadas de decisões para a resolução de problemas vivenciados em nosso cotidiano, considerando os diversos aspectos envolvidos (CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2005).

Neste sentido, Cruz e Zylbersztajn (2005) referindo-se à importância do engajamento escolar neste movimento, afirmam que:

Segundo uma perspectiva educacional abrangente, o papel mais importante a ser cumprido pela educação formal é o de habilitar o aluno a compreender a realidade (tanto do ponto de vista dos fenômenos naturais quanto sociais) ao seu redor, de modo que ele possa participar de forma crítica e consciente dos debates e decisões que permeiam a sociedade na qual se encontra inserido. É esta a perspectiva que fundamenta os argumentos a favor da alfabetização científica da população em geral, que fornece um fundamento racional sólido para que o ensino das ciências se torne cada vez mais relevante para um público cada vez mais amplo. (CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2005, p. 171)

Entretanto, a concepção que considera a Ciência e a Tecnologia como conhecimento neutro, objetivo e essencialmente factual ainda é predominante na maioria de nossas escolas, embora, muitos esforços estejam sendo feitos através dos debates, eventos e publicações sobre o tema, como por exemplo, na Revistas

de Ensino de Física e Revista Ciência e Educação, simpósios e encontro de educadores sobre o ensino de Física entre outros (AULER; BAZZO, 2001).

Apesar do empenho mencionado acima, abordagens que envolvem os impactos da Ciência e Tecnologia sobre a sociedade ainda são muito incipientes, de modo que estes importantes aspectos permanecem distanciados das discussões e do mundo dos estudantes, sendo muitas vezes entendidos como uma modalidade de conhecimento erudito sem relevância prática ou efeito sobre sua realidade de vida (AULER; BAZZO, 2001).

Deste modo, a escola se isenta da responsabilidade que lhe é inata, isto é, de promover o desenvolvimento de habilidades e competências voltadas ao processo de tomada de decisões, mas oportuniza a busca de alternativas de práticas pedagógicas para o ensino de Física, como a trilhada ao longo deste trabalho.

Neste sentido e referindo-se mais especificamente ao ensino de Física, Angotti e Auth (2001) nos advertem que:

No ensino de Física, por exemplo, por vezes esquecemos da nossa responsabilidade na construção da cidadania dos envolvidos, ao priorizar os valores internos dessa ciência, 'acima de qualquer suspeita ou acontecimento'[...]. Ensinar e aprender Física são ao mesmo tempo adquirir conhecimentos científicos históricos e socialmente construídos, de modo a propiciar o entendimento de fenômenos da natureza bruta, bem como da transformada, com os quais interagimos diariamente. (ANGOTTI; AUTH 2001, p. 184)

Ao considerar as conseqüências sociais causadas pelo conhecimento Científico e Tecnológico, o enfoque CTS propõe uma alfabetização científica para o público em geral, valorizando abordagens de cunho interdisciplinar e procurando dar significado aos conteúdos científicos, mostrando sua relevância na resolução dos problemas cotidianos dos estudantes e, fundamentalmente, envolvendo-os neste processo de aprendizagem, como bem coloca Auler (1997):

[...] poderá contribuir para a formação de cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, capazes de utilizar as leis e teorias científicas na compreensão do mundo natural e tecnológico, bem como para a adoção de atitudes e posicionamentos críticos em relação a CT. (AULER; STRIEDER; CUNHA, 1997, p. 188)

Creemos que a idéia principal neste tipo de enfoque é propiciar ao estudante a oportunidade de uma formação escolar mais completa, como destaca Krasilchik

(1985, p. 8) ao afirmar que os “conhecimentos factuais e técnicos possam fundamentar suas convicções políticas, éticas, religiosas, etc.”. Além disso, espera-se que os estudantes estejam aptos a tomar decisões frente às novas situações com que possam se deparar ao longo da vida, em relação ao contexto da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade, bem como de suas múltiplas interações (BRASIL, 1999).

Uma abordagem CTS não trata de mudanças apenas metodológicas ou da reordenação dos conteúdos tradicionais, mas sim de um novo enfoque dado às atividades pedagógicas envolvidas (CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2005). O enfoque CTS não destitui nem pormenoriza o aspecto cognitivo, mas desloca-o de sua posição central para colocá-lo a serviço da resolução dos problemas do cotidiano, de forma contextualizada e interdisciplinar (AULER, 2003). Auler (2003) referindo-se à orientação de aprendizagem pós-mudança conceitual assinala que ela aponta para um ensino de Ciências que valoriza as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e que a perspectiva cognitivista continua presente.

Enfocar a Ciência e Tecnologia através de uma visão CTS não diminui a importância destes temas, mas permite analisá-los como instituições que influem e são influenciadas pela sociedade ao discutir sobre seus produtos (como por exemplo, o chuveiro elétrico, objeto de nossa investigação). Mais ainda, acompanhar o direcionamento que a sociedade, principalmente os setores de produção e político, possa dar a Ciência e a Tecnologia.

O enfoque CTS permite trabalhar com práticas de ensino que possibilitam ao professor e aos estudantes eleger as estratégias que mais convêm para o alcance do objetivo do estudo a ser realizado. Hofstein (1988 apud Santos, 2000, p. 135) aponta entre outras possibilidades metodológicas a realização de palestras, demonstrações, sessões de discussões, solução de problemas, simulações, debates, projetos individuais e de grupo, pesquisa de campo e ação comunitária. Quanto aos conteúdos acreditamos que não existem critérios rígidos para sua seleção, todavia eles precisam evidenciar as inter-relações e interdependências entre os elementos que constituem o tripé CTS.

### 1.5 A Perspectiva CTS de Ensino.

Diversos pesquisadores, (ACEVEDO; VAZQUEZ, 2003; ANGOTTI; AUTH, 2001; AULER E BAZZO, 2001; CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2005), envolvidos com as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade concordam que a imagem da Ciência divulgada pelos meios de comunicação em geral e, comungada pela sociedade, é caracterizada como uma atividade neutra e objetiva, ou seja, livre de qualquer influência externa e preocupada apenas com a busca da verdade. Nesta mesma concepção, a Tecnologia é vista como ciência aplicada e, por conseqüência, com as mesmas características, objetivando somente satisfazer as necessidades sociais.

Temos convicção de que um ensino-aprendizagem desenvolvido dentro de uma perspectiva CTS pode acrescentar aos estudantes, importantes conceitos (ACEVEDO; VAZQUEZ, 2003), tais como:

- Aumento da compreensão dos conhecimentos científicos e tecnológicos, assim como suas relações e diferenças, com o propósito de aumentar a motivação dos estudantes para a aprendizagem de conteúdos relacionados com a Ciência e a Tecnologia.
- A emergência de valores importantes que podem possibilitar aos estudantes entenderem melhor como a Ciência e Tecnologia podem contribuir com a sociedade, considerando a ética como elemento importante e central nas suas mediações, possibilitando aos mesmos uma intervenção mais qualificada no âmbito social.
- O desenvolvimento de capacidades que possibilitem uma melhor compreensão acerca dos impactos sociais da Ciência e, sobretudo, da Tecnologia, permitindo a inclusão e participação efetiva dos estudantes como cidadãos na sociedade civil, pois “esse ponto de vista é, sem dúvida, o que tem maior interesse numa educação obrigatória e democrática para todas as pessoas” (ACEVEDO; VAZQUEZ, 2003, p. 3).

Entendemos também que a perspectiva CTS não nos leva a uma forma especial e específica de Educação, tampouco pode ser reduzida a uma forma de ordenar e selecionar conteúdos no currículo, ainda que também o seja. Na perspectiva CTS, os conteúdos deixam de ter a importância em si e passam a ser percebido de maneira contextualizada em meio a problemas de relevância social ou de vivência diária (AULER, 1997).

Nesta mesma perspectiva, ao priorizar a questão dos conteúdos conceituais, atitudinais, procedimentais e a organização dos currículos mediante temáticas de relevância social ou cotidiana, caminhamos para uma renovação profunda e radical no ensino de Ciências. Esta perspectiva requer, portanto, uma nova referência metodológica que pode ser enriquecida pela utilização, entre outros elementos, do método experimental investigativo (CARVALHO et al., 1999).

Portanto, a viabilidade de usar estratégias de ensino que contemplem a investigação através de problemas mais abertos, enfatizando aspectos que potencializem a participação dos estudantes visando estimular, negociar e buscar consenso para resolver problemas em grupo, tem como objetivo oportunizar ao estudante desenvolver seu nível de consciência a ponto de propiciar a tomada de decisões frente às situações específicas que envolvam conhecimentos de Física e Tecnologia.

Nesta perspectiva de construção coletiva, os papéis de professores e estudantes necessitam ser redefinido profundamente. Destacamos, a seguir, algumas orientações de metodologias CTS consideradas desejáveis aos professores (ANGOTTI; AUTH, 2001; AULER; BAZZO, 2001; AULER, 2005; AULER; STRIEDER; CUNHA, 1997; CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2005):

- Promover a identificação nos estudantes de temáticas ou problemas de estudo.
- Organizar material de instrução em torno de tópicos de relevância;
- Fomentar a perspectiva de construção de perguntas pelos estudantes;
- Motivar os estudantes a utilizarem uma ampla variedade de recursos, como textos científicos, pesquisas sobre o conteúdo

estudado, experimentos com utilização do método investigativo, etc., em suas perguntas e respostas;

- Proporcionar oportunidades para que os estudantes apliquem conceitos e habilidades em situações novas;
- Estender o estudo da Ciência e de outras áreas do currículo escolar e sua relação com a comunidade.

Entendemos que os estudantes devem ser envolvidos em atividades que contemplem a perspectiva CTS, orientados por temática ou questões problematizadoras, sendo para isso necessário enfatizar estratégias que potencializem o estudante a:

- Construir-se em sujeito ativo mais do que receptivo;
- Ter maior responsabilidade na programação das atividades;
- Dirigir sua atenção para fora da classe, a fim de obter respostas aos questionamentos;
- Aplicar a informação apreendida em aula e no seu cotidiano;
- Converter-se em agente de mudança;
- Compreender o impacto da Ciência e da Tecnologia na comunidade;
- Atuar de um modo responsável sobre a base da sua compreensão;
- Compreender a importância de ser cientificamente culto;
- Dar continuidade a sua educação após o período de escolarização,

As características desejáveis, (ANGOTTI; AUTH, 2001; AULER; BAZZO, 2001; AULER, 2005; AULER; STRIDER; CUNHA, 1997; CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2005) acima mencionadas, são, a nosso ver, adequadas a um ensino e aprendizagem com perspectiva CTS, devendo ser complementadas e aprofundadas por meio do método investigativo. Nesta organização metodológica de ensino (que será detalhada no capítulo III) devemos considerar também os conhecimentos trazidos pelos estudantes, ou seja, seus conhecimentos prévios e priorizar, em

algum nível, seus interesses culturais, sociais, afetivos e técnico-científicos como elementos relevantes de estudos que podem ser envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. Introduzindo estas modificações metodológicas estaremos defendendo princípios capazes de alterar significativamente nossa atuação no contexto da sala de aula.

### **1.6 A Perspectiva CTS e os Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio (PCNEM).**

Partindo dos princípios definidos pela LDB 9394/96, o Ministério da Educação elaborou um conjunto de orientações e sugestões com o intuito de auxiliar na construção de um currículo mínimo para o Ensino Médio, baseado em competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes. Estas orientações foram apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM – em 1999 (BRASIL, 1999). Dando continuidade a este trabalho, em 2002 foi publicado o PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002) e mais recentemente, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006).

O reconhecimento, pelos PCNEM, das rápidas e profundas mudanças sociais que estão ocorrendo em nossa sociedade, impulsionadas pela Ciência e pela Tecnologia é expresso nestes documentos orientadores. Exemplo disto pode ser verificado em uma das proposições apresentadas pelo PCNEM:

[...] uma proposta curricular que se pretenda contemporânea deverá incorporar como um dos seus eixos as tendências apontadas para o século XXI, a crescente presença da ciência e da tecnologia nas atividades produtivas e nas relações sociais. (BRASIL 1999, p. 24)

Os PCNEM defendem necessidades urgentes de mudanças no quadro educacional atual, reconhecendo que os velhos paradigmas educacionais, com seus currículos estritamente disciplinares, se revelem cada vez menos adequados ao contexto nacional atual, uma vez que este tradicionalismo anacrônico traz prejuízos tanto para a aprendizagem como para o próprio convívio dos estudantes com o contexto social (BRASIL, 1999, 2002).

Acreditamos ser natural que uma proposta alternativa com enfoque CTS tenda a estabelecer um projeto de ensino-aprendizagem que priorize os conhecimentos prévios adquiridos pelos estudantes no seu cotidiano que sejam dinâmicos, ativos e comprometidos com uma formação humanista e, estejam próximos das questões reais apresentadas pela vida comunitária, assim como, pelas circunstâncias econômicas, sociais e ambientais. O trabalho interdisciplinar compõe um dos eixos norteadores desta proposta, na medida em que:

Cada disciplina ou área de saber abrange um conjunto de conhecimentos que não se restringem a tópicos disciplinares ou a competências gerais ou habilidades, mas constituem-se em síntese de ambas as intenções formativas.[...] Equacionar e resolver problemas reais, não se apartam de aspectos gerais e abstratos, de valores éticos e estéticos, ou seja, estão também associados a visões de mundo. (BRASIL, 2002, p. 13).

Igualmente, os PCNEM apresentam as disciplinas científicas como cultura construída social e historicamente, que têm em comum a investigação da natureza e do desenvolvimento tecnológico, além de compartilhar linguagens necessárias para a representação e sistematização do conhecimento de fenômenos ou processos naturais e tecnológicos (BRASIL, 1999), inferindo-se daí que, em alguma medida, os aspectos formais também devem ser contemplados na abordagem dos conteúdos científicos.

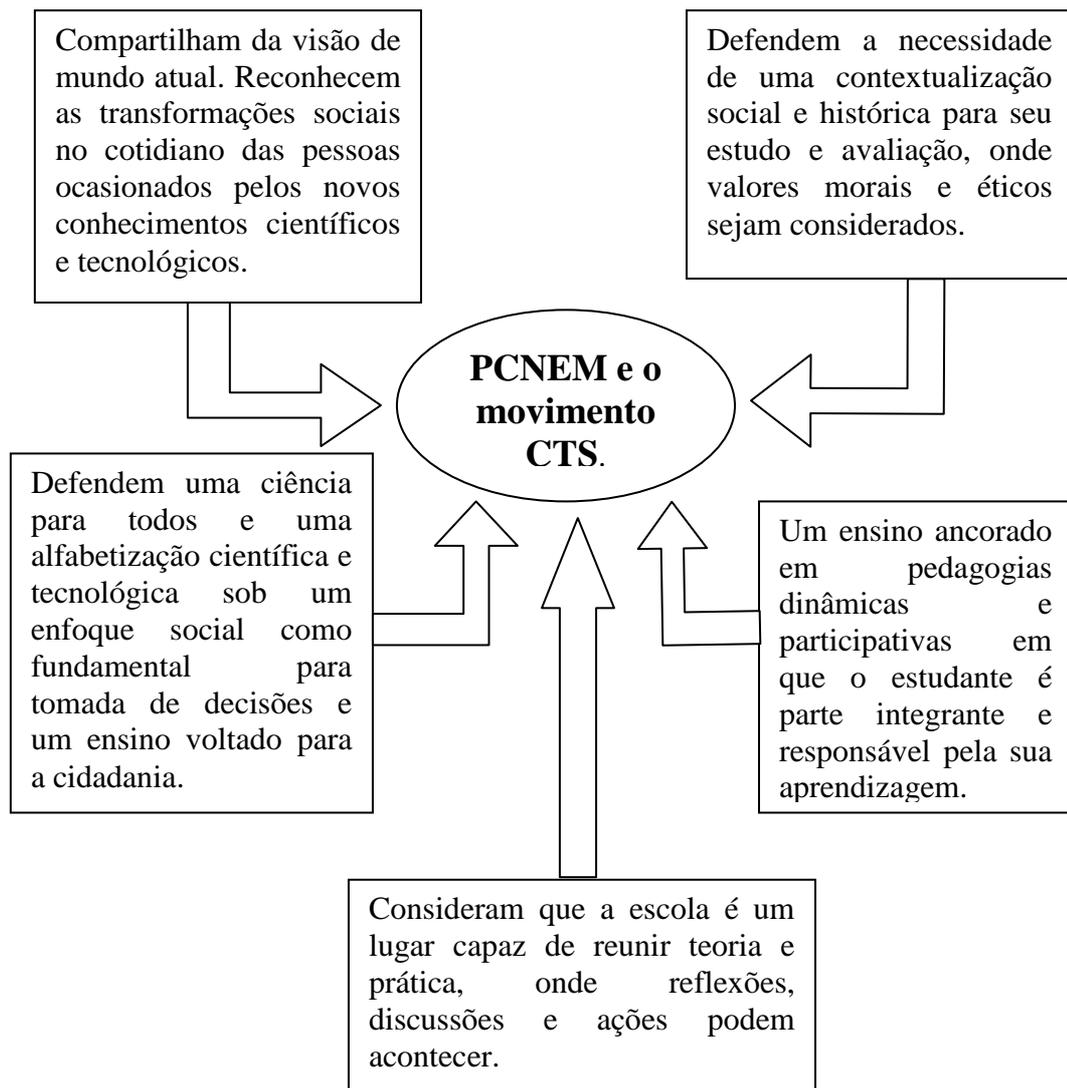
Nota-se, com clareza, a sugestão de um ensino de Ciências que considere os aspectos tecnológicos e suas implicações sociais, inclusive a contextualização, outro de seus eixos estruturados, conforme chamamos a atenção para a afirmativa dos Parâmetros Curriculares Nacionais:

Em termos gerais, a contextualização no ensino de Ciências abarca competências de inserção da Ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da Ciência no mundo contemporâneo. (BRASIL, 2002, p. 31)

Para exemplificar o conjunto de competências relativas à contextualização sócio-cultural através da Ciência e Tecnologia, fizemos uma análise dos trabalhos de Cruz e Zylbersztajn (2005), Auler e Bazzo (2001), Angotti e Auth (2001) e os PCN+ (2002), o que nos permitiu apontar os seguintes elementos que se entrelaçam e se complementam:

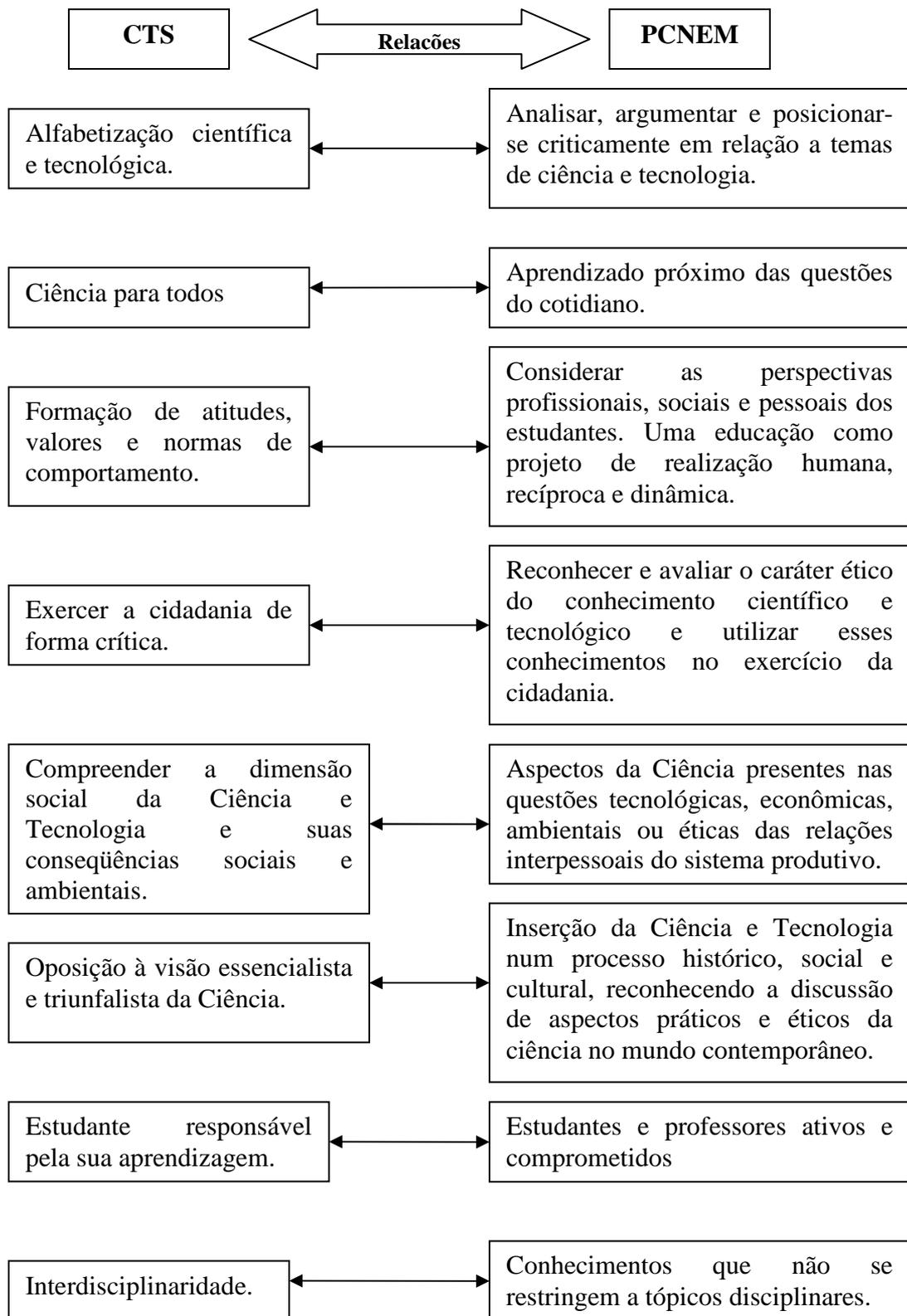
- Ciência e Tecnologia na história: compreender o conhecimento científico e tecnológico como resultado de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social. (BRASIL, 2002).
- Ciência e Tecnologia na cultura contemporânea: compreender a Ciência e Tecnologia como parte integrante da cultura humana e contemporânea. (CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2005).
- Ciência e Tecnologia na atualidade: reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social. (AULER; BAZZO, 2001).
- Ciência e Tecnologia, ética e cidadania: reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento Científico e Tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania. (ANGOTTI; AUTH, 2001)

Fazendo-se um paralelo entre as propostas apresentadas para o ensino CTS e as orientações sugeridas pelos PCNEM, observamos vários aspectos de similaridade, tanto em relação aos aspectos filosóficos e epistemológicos quanto aos objetivos manifestados por ambos. Para ilustrar estes aspectos convergentes, destacamos alguns exemplos que serão apresentados na figura 1 com mais detalhes:



**FIGURA 1 - PONTOS DE CONVERGÊNCIA ENTRE ENSINO CTS E OS PCNs.**

Com o objetivo de identificar as orientações semelhantes entre os PCNEM e o movimento CTS e assim facilitar sua comparação, elaboramos as relações entre as principais orientações conforme está ilustrado na figura 2:



**FIGURA 2: RELAÇÃO ENTRE CTS E PCNEM**

Cabe salientar que a Ciência e Tecnologia aumentam sua participação no cotidiano da população em um ritmo cada vez mais veloz, principalmente no desenvolvimento científico e na fabricação de produtos tecnológicos. Neste sentido, seus produtos, ou seja, novas informações, novos aparatos ou sistemas, estão fazendo parte da sociedade numa rapidez cada vez maior. A sociedade, por sua vez, vem influenciando as pesquisas científicas e tecnológicas de uma forma marcante, por meio de decisões políticas, pelo incentivo ao consumo ou necessidade de novas descobertas, principalmente na área da saúde.

Neste contexto, entendemos que a escola necessita estar atenta para poder orientar os estudantes que estão imersos nesse complexo quadro social que estão vivenciando. Entretanto, a situação nos parece muito preocupante na medida em que observamos a ausência da escola nesse processo e, ainda mais grave, praticando na maioria das vezes uma concepção educacional que estimula a passividade dos estudantes. Portanto, este é um momento em que a aquisição compreensiva e crítica dos conhecimentos Científicos e Tecnológicos constitui ferramentas fundamentais para a interação em seu meio natural e social, necessários para a sua participação democrática e inserção no mercado de trabalho (BRASIL, 1999, 2002)

O enfoque CTS, apesar de embrionário no cenário educacional brasileiro, está se desenvolvendo através de trabalhos solitários, com o objetivo de corrigir essas deficiências, configurando-se como uma proposta de ensino de Ciências que pode ser adaptada a nossa realidade e as necessidades dos estudantes. Principalmente no que se refere à escola pública brasileira, a partir da promulgação da nova Lei de Diretrizes e Bases da educação nacional (1996) e, mais tarde, com a elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), passou-se a contar com orientações e apoios legais que podem estimular e viabilizar a implantação de propostas inovadoras, com destaque para o ensino centrado nas orientações CTS, que contempla inúmeras finalidades educacionais.

Os nítidos pontos de convergências entre um ensino de Ciências ancorado no enfoque CTS e as orientações curriculares apresentadas para essa mesma área do Ensino Médio, por meio dos PCNEM, podem, se corretamente explorados, incentivar e dar sustentação à implementação de currículos estruturados a partir dessas

perspectivas. Este procedimento possibilita, desta maneira, incentivar a elaboração e aplicação de uma proposta educacional que atenda as orientações presentes em ambos. Entretanto, entendemos ser importante deixar claro que nenhuma proposta de mudança educacional ocorre sem a mudança de postura e engajamento do professor, conforme atesta Colombo e Bazzo (2006) ao afirmarem que:

Esta abordagem requer uma reestruturação das práticas didáticas pedagógicas, através de uma nova postura epistemológica dos professores. Desse modo a educação estará contribuindo para a formação de profissionais com discernimento no trato da Ciência e da Tecnologia não apenas como instrumento de poder, mas sim de desenvolvimento humano. (COLOMBO; BAZZO, 2006, p. 15)

Os pesquisadores propõem ainda que os estudantes não só adquiram conhecimentos e habilidades para o exercício de uma profissão, mas elementos que os leve a refletir sobre os resultados, conseqüências sociais e ambientais das inovações científicas e tecnológicas.

### **1.7 O Enfoque CTS Contemplado Nesta Pesquisa.**

Neste trabalho discutimos como os estudantes do 3º ano do Ensino Médio podem realizar uma atividade experimental investigativa em sala de aula. Partimos da suposição de que as atividades experimentais constituem-se em um recurso didático para o ensino de Física e que estas podem e devem se constituir numa ancoragem fundamental para aulas de Física neste nível.

Sabe-se que na rede de ensino pública do Estado de São Paulo freqüentemente encontramos professores de Física, assim como nós, preocupados e insatisfeitos com sua atividade profissional que realizam na escola, por não conseguir motivar seus estudantes para aprender Física. Muitos professores verificam, durante o desenvolvimento de sua prática de sala de aula, a presença majoritária de estudantes pouco interessados e que, em geral, manifestam não gostar de Física por considerá-la não somente difícil, mas, principalmente, uma das disciplinas menos interessantes do currículo.

Temos convicção de que a maioria dos estudantes do Ensino Médio, que estudam fundamentos da Física, não prosseguirá seus estudos posteriores visando

tornarem-se Físicos. Alguns poucos estudantes utilizarão parte dos conhecimentos adquiridos em trabalhos correlatos, ou seja, em outra atividade, sendo que muitos egressos do Ensino Médio não tornarão a envolver-se com esses conhecimentos. Acredita-se, entretanto, que prosseguindo ou não os estudos, todos os estudantes, sem exceção, poderão fazer bom uso dos conhecimentos da Física como recurso capaz de auxiliar na resolução de diversos problemas em sua vida pessoal, social e profissional.

Partimos do pressuposto de que atividades experimentais investigativas constituem-se em um importante recurso didático ao ensino de Física, com o potencial para incrementar e tornar esta disciplina mais prazerosa para os estudantes. Considerando que os estudantes encontram-se em meio a uma sociedade onde o avanço da tecnologia é uma de suas características marcantes; que novos aparatos tecnológicos surgem a cada momento; que uma grande parcela desses estudantes não tem acesso direto a esses mesmos aparatos, seja por contato através da mídia (jornais, revistas, televisão), ou por outras formas, acredita-se que o conhecimento de Ciências se torna essencial para a compreensão e discussão do papel do estudante na sociedade, principalmente se for implementado por meio de uma prática de ensino envolvente, como a atividade experimental que incorpora aspectos investigativos.

Entendemos que a Física desenvolvida na Educação Básica deva permitir aos estudantes pensar e interpretar o mundo que os rodeia. Para tanto, devemos abolir desta disciplina excessos de aulas expositivas que visam apenas apresentar aspectos teóricos dos temas tratados, bem como sessões exaustivas de resolução de problemas padrão e exercícios numéricos e, em quantidade extremamente menor, práticas experimentais rigidamente orientadas e de cunho verificacionista das leis, princípios e modelos apresentados, ainda que essas modalidades de experimentação possam contribuir para o desenvolvimento de algumas competências específicas e o alcance de determinados objetivos educacionais.

No atual ensino de Física também se destaca um professor que fala em demasia e que trata somente de conhecimentos tidos como teóricos, onde os estudantes são elementos passivos que escutam e copiam em seus cadernos fórmulas para, posteriormente, fazerem muitos exercícios numéricos.

Ao procurar por recursos que pudessem ser aplicados nas aulas de Física no Ensino Médio e apontassem para uma prática de ensino que potencializasse nossos estudantes a serem mais críticos, responsáveis e conscientes de sua aprendizagem, encontramos o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) como uma alternativa promissora.

O ensino de Física sob este enfoque vem ao encontro de expectativas que vislumbram a utilização de metodologias que possibilitem a contextualização, a interdisciplinaridade e o desenvolvimento de importantes competências para relacionar Ciência e Tecnologia e estas com aspectos sociais, econômicos e ambientais. O enfoque CTS considera o caráter institucional das diretrizes curriculares e destaca a compreensão da interferência causada pela tecnologia sobre o meio ambiente e social; enfatiza a formação social e conceitual do estudante, assim como o responsabiliza por sua aprendizagem.

Apesar de ser um desafio utilizar o enfoque CTS, as possibilidades vislumbradas têm levado educadores a explorarem suas potencialidades no contexto da sala de aula. Dentre elas, destacamos o aumento do interesse, estímulo e motivação dos estudantes, assim como a construção de uma imagem mais realista e contextualizada da ciência, atraindo a atenção de estudantes que nunca haviam percebido a necessidade de se preocupar com o ensino de Física e facilitando a contextualização do conhecimento científico (AULER; BAZZO, 2001).

Para colocar em prática tais orientações e sugestões com vistas à implementação do ensino com enfoque CTS, elegemos como tema de trabalho as 'formas de produção de energia elétrica', suas vantagens e desvantagens, com ênfase no meio ambiente. Apresentada sob forma de seminários e uma atividade experimental investigativa, denominada 'o chuveiro elétrico um aparelho resistivo'. Esta proposta de intervenção tinha como objetivo explorar os conceitos físicos e tecnológicos implícitos nesse aparato tecnológico, assim como o custo da utilização deste utensílio na conta de consumo de energia elétrica residencial e vincular sua utilização com a dependência da produção de energia. Acreditamos que a opção pelo enfoque CTS atende à necessidade de se ensinar conteúdos que correspondam a questões vivenciadas pelos estudantes no seu cotidiano e que possam potencializá-los para compreender a relação da Ciência com a Tecnologia,

permitindo, ainda, capacitá-los para tomar decisões na sociedade na qual estão inseridos.

Nossa escolha por trabalhar balizado por uma linha temática, além de seguir a maioria das sugestões apresentadas para o ensino sob enfoque CTS, é justificada também pelas orientações educacionais complementares dos Parâmetros Curriculares Nacionais PCN+ do Ensino Médio (BRASIL, 2002) e, observam que, trabalhos ancorados por temas podem transformar-se em estruturadores da ação pedagógica ao articularem conhecimentos e competências.

Atendendo a esse conjunto de orientações, cabe ressaltar que nossa proposta investigativa teve como objetivo propiciar a compreensão dos conceitos científicos vinculados a alguns aparatos tecnológicos presentes no cotidiano do estudante, além de focar as transformações sociais provocadas pelo desenvolvimento científico, a fim de permitir, aos estudantes, compreender as novas condições em que se encontra o mundo contemporâneo e, mostrar a Ciência e Tecnologia, como instrumentos essenciais à construção da cidadania (BRASIL, 1999). Sugerimos, ainda, a investigação dos conhecimentos científicos e tecnológicos a partir de fenômenos, procedimentos e equipamentos que fazem parte do cotidiano dos mesmos, para, então, estabelecer relações mais abstratas e universais com conceitos fundamentais da Física (BRASIL, 1999, 2002; ANGOTTI; MION, 2005; ANGOTTI; AUTH, 2001).

Estes objetivos também são reforçados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM):

Mais que uma simples reformulação de conteúdos ou tópicos, pretende-se promover uma mudança de ênfase, visando à vida individual, social e profissional, presente e futura, dos jovens que freqüentam a escola média. (BRASIL, 1999, p.236), ratificado pelos PCN+ Ensino Médio (BRASIL, 2002, p. 60).

Creemos que uma concepção curricular que contemple estes direcionamentos deve, naturalmente, expressar a contemporaneidade. Portanto, mudanças na seleção, tratamento de conteúdos e incorporação de aparatos tecnológicos devem ser elementos capazes de facilitar a relação entre a teoria e a prática, assim como, proporcionar diferentes conexões entre a Ciência e a Tecnologia, para que estes

elementos sejam explorados e conectados a conteúdos do currículo das disciplinas do Ensino Médio; como neste trabalho, onde é enfocada, especificamente, a disciplina de Física.

Com o objetivo de atender às transformações requeridas para os processos de ensino e aprendizagem, buscamos, no desenvolvimento deste projeto de pesquisa, realizar uma ação-intervenção no espaço escolar de modo que, em nossa prática pedagógica, pudéssemos adequar os conteúdos escolares às exigências que se impõem na atualidade. Acreditamos que ao buscar elementos por meio da pesquisa-ação e contextualizando conteúdos vinculados ao cotidiano dos estudantes é possível conseguir modestos, porém significativos resultados.

### **1.8 Questão da Pesquisa.**

A Tecnologia pode ser compreendida como o conhecimento que nos permite controlar e modificar o mundo. Atualmente essa Tecnologia está associada diretamente ao conhecimento científico, de forma que hoje Tecnologia e Ciência são termos indissociáveis, o que tem levado a Tecnologia a ser vista como ciência aplicada. Em geral, a Tecnologia é reduzida apenas ao seu aspecto técnico, mas na perspectiva de formar estudantes que possam compreender como a Tecnologia tem influenciado o comportamento humano é essencial que haja uma discussão dos valores envolvidos nas decisões individuais.

Destacamos o ensino com enfoque na relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade devam ser articulados por meio de temas que destaquem aspectos científicos e tecnológicos que sejam potencialmente problemáticos do ponto de vista social, ou seja, envolvam um problema em torno do qual existam diferentes possibilidades associadas a diferentes conjuntos de crenças e valores que fazem parte do cotidiano dos estudantes (ANGOTTI; DELIZOICOV; PERNAMBUCO, 2002; BRASIL, 2002). Na discussão desses temas considera-se importante evidenciar o poder de influência que os estudantes podem ter na sociedade, como cidadãos, bem como as questões éticas e os valores humanos relacionados à produção e ao emprego do conhecimento produzido pela Ciência e pela Tecnologia.

O enfoque CTS sustenta uma filosofia de ensino que deixa de ensinar conceitos pelos conceitos, não que estes não tenham valores, mas porque a sua importância será percebida melhor se os estudantes forem estimulados a dar sentido aos problemas propostos (ACEVEDO, 2002; CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2005). Esta proposta pode auxiliar o estudante na construção individual de sua aprendizagem, permitindo atribuir significados a um determinado objeto de estudo que possa ser potencialmente significativo, ou seja, facilitador de uma aprendizagem significativa, na medida em que incentiva a confrontação de pontos de vista, possibilita análise crítica, incentiva formulação de questões e fomenta a realização de pesquisas sobre o objeto de estudo (AULER; BAZZO, 2001; AULER, 2003; CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2005).

Neste contexto, uma atividade experimental investigativa transforma-se numa ferramenta importante para o ensino-aprendizagem, pois auxilia na problematização do objeto de estudo e facilita identificar, inicialmente, o que o estudante sabe e, principalmente, o que deve saber para potencializar seu conhecimento prévio acerca do problema proposto e, assim, contribuir para que o mesmo se sinta capaz e com vontade de resolvê-lo e, talvez, por ele mesmo identificado.

Portanto, por meio de uma atividade experimental investigativa temos a oportunidade de disponibilizarmos conteúdos de ensino vinculados ao dia-a-dia sob a forma de desafio, problematizando-os de maneira que desperte o interesse do estudante para sua resolução e, também possibilita uma intervenção do professor de forma a ajustar os progressos e as dificuldades e, assim, respaldando uma apropriação autônoma dos conteúdos pelo estudante. Este é um processo que contribui não só para o estudante aprender determinados conteúdos, mas para que também aprenda a aprender e aprenda o que pode aprender. Então, sua repercussão não se limita só ao que o estudante sabe, mas também ao que sabe fazer e a como se apropriou do conhecimento.

É possível estabelecer uma série de questões capazes de nortear e caracterizar uma intervenção no ambiente escolar por meio de uma atividade experimental investigativa, refletindo os anseios de quem busca contribuir para o aprimoramento dos processos de ensino e aprendizagem em Física, entre as quais podemos mencionar:

- Que ações nos permitem conhecer os conhecimentos prévios dos estudantes em relação aos novos conteúdos de aprendizagem?
- Que atividades são capazes de estabelecer desafios acessíveis para o estudante, isto é, que considerem suas competências atuais e façam progredir com a ajuda necessária?
- Que atividades são capazes de provocar um conflito cognitivo e promover uma atividade mental no estudante necessária ao estabelecimento de relações entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios?
- Que tipo de atividade pode promover motivação e interesse nos estudantes?
- De que maneira é possível fazer o estudante vincular o que aprendeu com os aspectos de seu cotidiano?
- Que atividades podem estimular o estudante a adquirir habilidades relacionadas com o aprender a aprender e que lhe permitam ser cada vez mais autônomo em suas aprendizagens?

A partir desses questionamentos, sintetizamos nossas preocupações investigativas por meio da formulação de uma questão de pesquisa capaz de convergir para todos estes aspectos, ou seja: em que medida o uso de um conjunto de procedimentos didático-pedagógicos centrados em um enfoque CTS, vinculado ao ensino pela pesquisa e a uma atividade experimental investigativa, vem oportunizar ao estudante a ter idéias claras das relações entre a Física, a Tecnologia e a Sociedade, assim como sua aplicação no cotidiano?

### **1.9 Objetivo da Pesquisa**

Tendo em vista a perspectiva de ensino caracterizada anteriormente, a questão que se coloca é: como seria possível implementar uma prática de ensino pautada na ação-reflexão-ação a partir de como funcionam os aparatos tecnológicos? É possível transformar o estudante em um cidadão crítico e atuante no seu meio social, ao oportunizar-lhe conhecimentos de Física, por meio de teorias e princípios físicos envolvidos no funcionamento desses aparatos tecnológicos?

Nossa proposta é alcançar uma prática de ensino que direcione os estudantes a construir o seu conhecimento mediante uma integração entre os conteúdos específicos e os processos de produção desse mesmo conteúdo. Portanto, faz parte de nossa pesquisa conhecer as concepções dos estudantes em relação às questões da Ciência, Tecnologia e Sociedade e analisar como o processo escolar pode contribuir para o aprimoramento das mesmas.

Deste modo, buscamos implementar uma intervenção no ambiente escolar empregando uma atividade experimental investigativa, abordando conceitos de eletricidade desenvolvida a partir da perspectiva CTS, enfatizando o chuveiro como objeto gerador e desencadeador de discussões, pesquisas e seminários. Neste processo, buscamos privilegiar também uma abordagem dialógica e contextualizada, tendo em vista uma interface entre o ensino de Física e o enfoque CTS.

As atividades propostas se justificam na medida em que venham estimular a motivação, interdisciplinaridade e facilitar a aprendizagem de conteúdos pelos estudantes, propiciando ainda a adoção de posicionamentos críticos acerca de conceitos científicos e de seus impactos sobre suas vidas, como também defendem outros pesquisadores (ANGOTTI; DELIZOICOV; PERNAMBUCO, 2002; ANGOTTI; MION, 2005; AULER; BAZZO, 2001).

### **1.9.1 Objetivos Específicos da Atividade Experimental Investigativa.**

É objetivo desta investigação, por meio de uma intervenção, propiciar aos estudantes a aquisição de diversas competências e habilidades específicas, bem como desenvolver ações pedagógicas direcionadas ao alcance de tais objetivos, capazes de promover:

- Exploração das concepções prévias dos conceitos físicos envolvidos na atividade.
- A compreensão sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.
- Relacionamento entre Ciências e Tecnologia com os fenômenos do cotidiano.
- O trabalho em grupo de forma solidária.

- Compreensão da importância do papel dos conceitos e modelos físicos como elementos potencializadores da interpretação de fenômenos físicos, bem como a influência desses conhecimentos sobre a Tecnologia.
- A utilização da experimentação investigativa como base para a ocorrência de momentos de reflexão, indagação e conscientização.
- Propiciar a tomada de consciência acerca da necessidade do uso racional da energia elétrica.
- Um olhar crítico sobre a atividade experimental investigativa.
- Inter-relacionamento dos aspectos teóricos com o experimento realizado.
- Respeito às diferentes opiniões.
- Possibilidades de debater a validade do experimento e dos seus resultados.
- A aquisição de habilidades práticas.
- Estímulo à produção e a formulação de hipóteses.
- Interpretação de dados e obtenção de conclusões.

Neste sentido, para atingir os objetivos traçados acima e buscar responder à questão da pesquisa, elaboramos, aplicamos e avaliamos uma seqüência didática que contemplou conteúdos científicos, tecnológicos e suas implicações sociais e econômicas. Mais especificamente, selecionamos conteúdos e estratégias seguindo a temática “O chuveiro elétrico: um aparelho resistivo”, que contempla os conceitos científicos necessários à compreensão de fenômenos e fatos cotidianos dos estudantes relacionados a este tema e ao objeto tecnológico, bem como ao estímulo a mudança de hábitos (banhos curtos) na utilização do chuveiro elétrico visando provocar diminuição do consumo de energia elétrica residencial e, conseqüente, menor custo mensal e diminuição de impactos ambientais.

Dentre as competências e habilidades a serem desenvolvidas na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias podemos vincular algumas que podem ser associadas diretamente com a atividade experimental investigativa, conforme os PCNEM destacam:

- Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos;
- Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si;

- Elaborar síntese ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados;
- Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar irregularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar;
- Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas;
- Construir e investigar situação-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma ou outra situação, prever, avaliar, analisar previsões. (BRASIL, 1999, p. 237)

A partir dessas orientações articulamos os conteúdos às estratégias de intervenção visando desenvolver uma seqüência didática que pudesse ser aplicada em salas de aula do Ensino Médio. Como ferramenta auxiliar e avaliativa, elaboramos um roteiro semi-estruturado da atividade experimental investigativa para acompanharmos seu desenvolvimento e o produto da seqüência didática aplicada, assim como os aspectos afetivos e cognitivos dos estudantes, de forma a permitir reflexões e ajustes necessários durante e após o processo.

#### **1.10 Base Teórico-Methodológica da Pesquisa: A Pesquisa-Ação.**

Ao analisar o processo de ensino-aprendizagem praticado no âmbito da disciplina de Física acreditamos ser relevante desenvolver uma proposta que leve os estudantes a construir conhecimento mediante uma interação harmoniosa entre os conteúdos específicos e as estratégias metodológicas. Assim, por meio dessa interação, promovemos facilmente a apropriação dos conteúdos propostos pelos estudantes. Ao lançar um olhar analítico para dentro da sala de aula diagnosticamos quais seriam as expectativas dos estudantes a uma intervenção no ambiente escolar, a partir de então, desenvolvemos um questionário destinado a levantar suas concepções sobre as relações CTS que, aliado a uma estratégia pedagógica planejada, pudessem contribuir para uma aprendizagem significativa. Dessa forma, ao estabelecer o confronto com a realidade, no momento da intervenção, procuramos manter a posição de pesquisador enquanto desempenhava o papel de professor, buscando analisar criticamente a abordagem didática empregada, os seus efeitos, contribuições e limitações.

Esta pesquisa teve como base teórico-metodológica a pesquisa social, sendo feita a opção pela pesquisa-ação por oferecer uma perspectiva mais abrangente, permitindo examinar relações entre indivíduos e as situações presentes no seu cotidiano. Também se justifica a escolha pelo fato da pesquisa-ação apresentar um caráter dinâmico, transpessoal e sensível, capaz de propiciar ao pesquisador autor de sua prática e do seu discurso, uma abordagem com diversos indicadores dos acontecimentos da pesquisa (BARBIER, 2002).

Conforme Thiollent (2003, p. 15), na pesquisa-ação os pesquisadores podem desempenhar “[...] um papel ativo no equacionamento encontrado, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função do problema”. Por outro lado, nossa intervenção, também atende o que aponta Barbier (2002, p. 54), na medida em que o autor apregoa: “[...] a pesquisa-ação reconhece que o problema nasce num determinado contexto de um grupo”. Então, o pesquisador identifica este problema e seu papel consiste em ajudar a coletividade a determinar todos os detalhes mais importantes ligados ao mesmo, através da tomada de consciência dos atores do problema identificado, numa ação coletiva (BARBIER, 2002; THIOLENT, 2003). Esse processo inclui o diagnóstico de uma determinada situação, que em nosso caso seria inicialmente as concepções dos estudantes sobre as relações CTS, com propósito de formular uma estratégia de intervenção que possibilitasse criar um espaço de reflexão e de análise das atividades desenvolvidas pelos estudantes, pois entendemos que eles devem adquirir, fundamentalmente, competências para investigar, criticar e refletir sobre as atividades de Física realizadas em sala de aula.



## **CAPÍTULO 2**

### **2 PRESUPOSTOS METODOLÓGICOS DA AÇÃO-INTERVENÇÃO**

Sempre que nos propomos a ensinar determinados conteúdos escolares colocamos em funcionamento, quase sem pretender, uma série complexa de idéias sobre o que significa aprender na escola e sobre como podemos ajudar os estudantes nesse processo. Essas idéias, que viemos traçando ao longo de nossa atividade escolar, graças à experiência e a reflexão, constituem nossa concepção de aprendizagem e ensino.

#### **2.1 Motivação Para Intervenção No Ambiente Escolar**

Ao analisarmos os resultados da pesquisa sobre concepções e crenças em relação a CTS (ACEVEDO et al., 2002), cujos estudantes manifestaram um grande interesse e necessidade de melhorar suas concepções sobre Ciência e Tecnologia (principalmente em relação ao impacto ambiental causado pelo uso indiscriminado e insustentável de matéria prima extraída da natureza), obtivemos subsídios para direcionar as ações de uma intervenção no ambiente escolar através de um planejamento com enfoque em Ciências e Tecnologia.

Numa perspectiva CTS, entendemos ser necessário planejar e desenvolver uma atividade que contemple os objetivos do movimento e seja capaz de oportunizar ao estudante uma alfabetização científica e tecnológica necessária para exercer uma cidadania responsável. Nossa proposta tem como objetivo facilitar uma conexão entre a atividade desenvolvida em sala de aula com a vida cotidiana do estudante. Portanto, escolhemos para desenvolver neste trabalho uma atividade experimental investigativa denominada: “O chuveiro elétrico um aparelho resistivo”, cuja intervenção permite explorar conteúdos físicos pertinentes ao programa proposto para a 3ª (terceira) série do Ensino Médio, de forma contextualizada, através das tecnologias envolvidas no objeto de estudo e suas implicações ao nosso cotidiano. O estudo destes conhecimentos científicos e tecnológicos agindo como

facilitador da interação dos estudantes com seu meio físico e social torna-os significativos, à medida que se pode influir nessa relação.

A atividade proposta envolve uma situação-problema e ao abordar questões contraditórias, como as influências da tecnologia contemporânea, e quais as vantagens e desvantagens da análise da potência do chuveiro elétrico, podem ser tomadas como um exemplo de atividade em consonância com o enfoque CTS. Portanto, tendo em vista a questão central da pesquisa a ser enfrentada, procuramos desenvolver as diversas etapas de pesquisa que dão suporte e são narradas neste trabalho, que é apresentado seguindo uma estrutura de capítulos e tópicos que ilustram os resultados obtidos nesta investigação.

A partir da atividade experimental investigativa, objetivamos buscar perspectivas capazes de desenvolver nos estudantes uma postura de contínua busca de conhecimentos que favoreça a apreensão significativa dos conteúdos de Física e os possibilite a expor suas idéias e problematizar o fenômeno estudado, como também, procurar alternativas de soluções de problemas.

Sabe-se que para o sucesso da intervenção no ambiente escolar é fundamental que o professor domine os conteúdos a ensinar e tenha responsabilidade em lançar questionamentos, estabelecer inquietações e desafios aos estudantes, incentivando-os a buscar explicações às provocações, para que possa sair da postura de ouvinte passivo e passar a participar das aulas, fazendo perguntas, expondo dúvidas, apresentando sugestões para solucionar o problema proposto.

## **2.2 A Pesquisa – Ação: Intervenção no Espaço Escolar.**

Uma primeira reflexão nos direciona para as constantes transformações sofridas pelos conhecimentos científicos a respeito da compreensão dos fenômenos naturais e sociais, o que impede que sejam considerados como prontos e acabados (CARVALHO, 2004).

Entendemos que este contexto precisa ser levado em consideração na abordagem dos conceitos contidos nas teorias. Da mesma forma, devemos

considerar quais critérios deverão ser eleitos para a seleção dos conteúdos que farão parte do planejamento de nossa intervenção. Por último, a relação Ciência e Tecnologia não podem ser desconsideradas, principalmente, por ter uma forte presença da tecnologia no cotidiano das pessoas. O benefício desta relação e o direcionamento que as pesquisas na área de tecnologia trazem para a sociedade contemplam uma abordagem que aponta também para o desenvolvimento Científico e Tecnológico que precisa ser considerado em nossa intervenção no ambiente escolar.

Uma segunda reflexão nos aponta para a sala de aula clássica, que necessita se transformar em ambiente de trabalho coletivo. Mas para este novo contexto, o estudante deve ser entendido como um indivíduo com potencial para absorver novas informações que facilitarão a apropriação de conhecimentos (LUZ; ARAÚJO; MACIEL, 2006).

Uma atividade que facilita a absorção de conhecimentos é a técnica de seminários, por tornar possível desenvolver a capacidade de pesquisa e análise sistemática de informações, como também estimula o raciocínio e a reflexão sobre os temas pesquisados e permiti uma apresentação clara do seu trabalho (LUZ; ARAÚJO; MACIEL, 2007). Tomando como base esta preocupação, organizamos um seminário sobre este tema, que daria suporte ao nosso trabalho experimental-investigativo, tendo como tópicos a serem debatidos: os impactos ambientais provocados pelas várias formas de obtenção de energia elétrica.

Considerando as diferentes possibilidades de explorar o tema “Produção de energia elétrica, impacto ambiental e CTS”, procuramos refletir sobre: em que medida os elementos de análise dos cientistas, técnicos e outros grupos, poderiam relacionar o aumento do consumo de energia elétrica com os impactos ambientais prejudiciais ao ser humano; como facilitar aos estudantes pensarem e interpretarem o mundo que os rodeia, o dia-a-dia vivido por eles.

Esta preocupação assume papel fundamental na abordagem de conteúdos relevantes do currículo de Física. Ao refletir sobre este aspecto, vislumbramos valer-se de uma prática de ensino denominada atividade experimental investigativa que possibilita promover um ambiente de aprendizagem focado na reflexão sobre o

objeto de estudo, assim como, deve contribuir com o desenvolvimento do pensar científico do estudante. Esta prática favorece, também, uma melhor conceituação dos conteúdos envolvidos, porque os estudantes colocam em confronto suas concepções prévias com as do grupo durante as apresentações dos resultados da pesquisa (ASTOLFI; DEVELAY, 1991).

Uma atividade experimental investigativa nos proporciona a possibilidade de problematizar um fenômeno e criar situações para discussões e interpretações e, assim, oportunize ao estudante construir, modificar, enriquecer e diversificar seus esquemas de recepção do conhecimento (GIORDAN; VECCHI, 1996). Esta prática de intervenção permite ao estudante um melhor entendimento dos conceitos físicos e proporciona-lhe oportunidade de avançar na compreensão de como a Física está presente no seu cotidiano. Sem dúvida, para um melhor entendimento da natureza do conhecimento científico e da visão do estudante como elemento ativo no processo ensino-aprendizagem, ao efetuarmos a conexão dos conteúdos pesquisados com as questões do cotidiano, facilitamos a compreensão dos conceitos envolvidos dos aparatos tecnológicos ou fenômenos físicos com os interesses imediatos dos estudantes.

A partir de uma atividade experimental investigativa, capaz de agregar questões do dia-a-dia, estabelece-se uma nova dinâmica em sala de aula, tornando-a muito mais interessante. Assim, cremos ser possível redimensionar os conteúdos, conferindo-lhes sentido, bem como estimular a participação, despertar a curiosidade e o interesse, propiciando a construção de um ambiente motivador que possibilite desenvolver as potencialidades dos estudantes e uma compreensão mais abrangente da Física (ACEVEDO, 2004; ARAÚJO; ABIB, 2003; CARVALHO et al., 1999; CARRASCOSA; VILCHES; VALDES, 2006).

Entendemos que no mundo onde vivemos os conhecimentos científicos, não só fazem parte da vida das pessoas, como também exercem forte influência sobre elas. Porém, precisamos ficar atentos para avaliar se este desenvolvimento do conhecimento não acarreta impactos ao ambiente, como destaca Angotti e Auth (2001, p. 15): “[...] o desenvolvimento atribuiu ao homem à tarefa de dominar/explorar a natureza, aliada ao também crescente processo de

industrialização, o desenvolvimento centrado na ciência e tecnologia (C & T) passou a ser visto como sinônimo de progresso”.

### **2.3 A Intervenção em Sala de Aula.**

Para que possamos adquirir dados para análise do problema colocado, devemos nos preocupar com a metodologia que será utilizada. Então, como parte da metodologia de ensino para elaboração e aplicação da proposta didática, vale-nos, inicialmente, uma adaptação do resultado da pesquisa de concepções de Acevedo (2002). As etapas de intervenção no ambiente escolar foram direcionadas pelo resultado da pesquisa preliminar que apontou para os conceitos de transposições didáticas.

Segundo Giordan e Vecchi (1996, p. 170), “um dos motores favoráveis à conceitualização parece-nos ser representado pela confrontação, a qual pode colocar o aprendiz em conflito com suas próprias concepções, o que o leva a procurar outros elementos mais pertinentes”. Astolfi e Develay (1991, p. 52) também destacam: “a transposição é inerente a toda integração de um conceito [...] que permitam ao ditata construir proposições sistemáticas de transposição didática”.

Uma proposta que objetiva uma apropriação de conteúdos pelo estudante pode ser facilitada por meio de três grandes critérios teóricos, estruturantes do ensino, que são o conteúdo, a metodologia e o papel do professor. Estes, segundo Carvalho (2004, p. 2), devem ser: “critérios estruturantes que visem clarear e organizar as muitas influências sofridas na disciplina. Esses critérios devem dar sentidos e propor respostas a questões cotidianas do ensino e da aprendizagem em sala de aula [...]”.

Os PCN+ também destacam os temas estruturadores como balizadores do desenvolvimento de competências e habilidades em Física, ao apontarem que:

Devem estar relacionados, portanto, com a natureza e a relevância contemporânea dos processos e fenômenos físicos, cobrindo diferentes formas de abordagem, privilegiando as características mais essenciais que dão consistência ao saber da Física e permitem um olhar investigativo sobre o mundo real. (BRASIL, 2002, p. 69)

Complementarmente aos critérios estruturantes para o ensino de Ciências, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) defendem a utilização dos três momentos pedagógicos que se configuram como uma dinâmica de atuação do professor em sala de aula por meio da problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Estes procedimentos nos permitiram o direcionamento da intervenção no ambiente escolar, aplicando uma atividade experimental investigativa.

Carrascosa, Vilches e Valdes (2006) destacam as atividades experimentais investigativas como sendo caracterizadas pelo uso de problemas abertos, com grau de dificuldade compatível com a série do estudante. Essas atividades favorecem, segundo os autores, a reflexão sobre o objeto de estudo, incentivando a interação entre grupos de estudantes, assim como sendo capaz de potencializar a discussão do objeto de estudo, dando uma dimensão do papel da Ciência e Tecnologia e sua influência no cotidiano do estudante.

Carvalho et al. (1999, p. 42), por sua vez, defendem que atividade experimental investigativa tem “o objetivo de levar estes estudantes a procurar possíveis explicações causais para o fenômeno observado, ou seja, serem ativos no processo de construção do conhecimento”. A concepção integradora do movimento CTS é uma característica apontada por Cruz e Zylbersztajn (2005, p. 171) para que o estudante “possa participar, de forma crítica e consciente, dos debates e decisões que permeiam a sociedade na qual se encontra inserido”.

### **2.3.1 Bases Epistemológicas e Conceituais da Intervenção em Sala de Aula.**

Tradicionalmente a ciência, principalmente a Física estudada no Ensino Médio é tratada como uma atividade neutra e desinteressante, isto é, uma combinação de lógica e experiência, com desenvolvimento linear e comutativo, ou seja, uma visão fortemente marcada pelo empirismo/positivismo lógico. Esta visão, contudo, não conseguiu ser sustentada no decorrer do século XX, principalmente pelos questionamentos de epistemólogos como Popper, Bachelard e Kuhn, sendo os principais mencionados por Carvalho (2004), que destaca:

Essas linhas filosóficas influenciaram diretamente quase a totalidade das pesquisas em ensino de ciências feitas nas últimas décadas, as quais direcionaram para a busca de soluções para o problema da construção racional do conhecimento científico. Entretanto, ao procurarmos soluções para o nosso problema [...], além da influência da filosofia da ciência sobre as concepções do que seja o próprio conhecimento científico, temos de pensar no estudante que está sendo levado a aprender. (CARVALHO, 2004, p. 4)

Compartilhamos com a pesquisadora sobre a análise dessas teorias epistemológicas, mas partindo de um princípio de que o professor deve dominar o conteúdo para que tenha sucesso em sua atividade docente e possibilite ao estudante se apropriar de saberes e venha construir seu conhecimento, como também enfatiza Carvalho (2004):

As obras de Piaget, quando identificaram o indivíduo como construtor de seu próprio conhecimento e descreveram o processo de construção desse conhecimento, chamando atenção tanto para a continuidade como para a evolução desse processo deram ferramentas importantes para o entendimento do processo de aprendizagem em sala de aula [...]. (CARVALHO, 2004, p. 5)

Entendemos nesse sentido ser fundamental que as atividades docentes balizem num planejamento, que propicie aos estudantes, uma interação que lhes permita se apropriar dos conhecimentos científicos, como chama atenção Coll e Martin (1987):

Para a aprendizagem ser significativa, duas condições devem ser cumpridas. Em primeiro lugar, o conteúdo deve ser potencialmente significativo, tanto do ponto de vista da sua estrutura interna, como do ponto de vista de sua possível assimilação. Em segundo lugar, deve-se ter uma atitude favorável para aprender significativamente, ou seja, o aluno deve estar motivado para relacionar o que aprende com o que já sabe. (COLL; MARTIN, 1987, p. 54)

Se considerarmos que existe um significado dado aos conteúdos e que ele passa a ter sentido dentro do contexto histórico e social do estudante, então este conteúdo necessita ser transposto adequadamente de modo a facilitar a construção de conhecimentos com significado (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; LABURÚ, 2006), como apontam também Giordan e Carvalho destacando que:

[...] o saber ensinado é pelas concepções anteriores que o aprendente tem sobre o assunto, e assim suas representações prévias se arraigam ainda mais profundamente. (GIORDAN; VECCHI, 1996, p. 52)

[...] os alunos trazem para as salas de aula noções já estruturadas, com toda uma lógica própria e coerente e um desenvolvimento de explicações causais que são fruto de seus intentos para dar sentido às atividades cotidianas, mas diferentes da estrutura conceitual e lógica usada na definição científica desses conceitos, [...]. (CARVALHO, 2004, p. 5).

## **2.4 Intervenção Por Meio do Método Experimental Investigativo.**

A prática educativa estrutural desta pesquisa é o método experimental investigativo, operacionalizado por meio de uma perspectiva dialógica, a partir da seleção de conteúdos de ensino da disciplina que darão ancoragem aos estudantes para que se aproprie dos conhecimentos discutidos durante as aulas experimentais, como destaca Carrascosa; Vilches e Valdes (2006, p. 163) que: “Uma prática de laboratório que pretenda se aproximar a uma investigação tem que ser um trabalho puramente experimental e integrar muitos outros aspectos da atividade científica igualmente essencial”.

Nossa proposição para esta atividade investigativa foi articulada com situações potencialmente significativas para o estudante e a problematização aconteceu a partir dos conhecimentos prévios que funcionaram como obstáculos pedagógicos envolvidos na atividade (ASTOLFI; DEVELAY, 1991; GIORDAN; VECCHI, 1996). Portanto, demarca a inserção de conhecimentos necessário à compreensão do problema e direcionado para a perspectiva do desenvolvimento de competências que possibilitasse uma apropriação destes conhecimentos. Para Carvalho e Acevedo, uma situação problema significa:

Os problemas abertos são situações gerais que são apresentadas aos grupos ou à classe, nas quais se discute desde as condições de contorno até as possíveis soluções para a situação apresentada. (CARVALHO et al. 1999, p. 87)

A situação problemática deve ser interessante para o aluno, e de preferência envolver a relação Ciência/Tecnologia/Sociedade. Os alunos vão enfrentar essa situação problemática aberta primeira de uma forma qualitativa, buscando elaborar hipóteses, identificar situações de contorno e limites de suas hipóteses. (ACEVEDO, 2004, p. 31)

Assim, precisamos considerar os conhecimentos prévios que o estudante traz para a sala de aula como um obstáculo pedagógico a ser superado além de ser o ponto de partida do processo de ensino-aprendizagem; precisamos considerar, também, que o conhecimento adquirido pelo estudante fora da escola é totalmente desestruturado, e que compete ao contexto escolar propiciar a oportunidade de organizar estas informações através de uma prática de ensino motivadora e interessante para o estudante, porque segundo Giordan e Vecchi (1996):

Os conhecimentos são dificilmente transmissíveis, tanto de maneira individual quanto no plano social, sua transferência, de um nível de ensino ao outro, tampouco parece fácil, [...]. O ensino não cumpre um papel integrador, em particular perante o fluxo de informação oriundo das mídias. (GIORDAN; VECCHI, 1996, p. 23)

Entendemos ser necessária uma articulação estruturada entre a conceituação científica e as concepções prévias dos estudantes, que precisam ser conhecidas, problematizadas e superadas, culminando com uma aprendizagem significativa que, segundo Moreira (1998, p. 62), “[...] ocorre quando uma informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz”. (grifo do autor).

A permanente e sistemática ação-reflexão-ação na atividade educacional são consideradas fundamentais, visto que a prática escolar requer tomada de decisões a todo o momento e nas diversas esferas, como chama atenção Angotti (2002):

[...] são, em síntese, três grandes eixos balizadores que estruturam a atuação docente nessa perspectiva de educação: 1º) o conhecimento que se quer tornar disponível; 2º) as situações significativas envolvidas nos temas e sua relação com a realidade imediata em que o aluno está inserido; 3º) os fatores ligados diretamente à aprendizagem. (ANGOTTI; DELIZOICOV; PERNAMBUCO, 2002, p. 292)

Destacamos, também, a necessidade do professor ao organizar suas atividades, ter acesso a uma variedade de materiais adequados à atividade planejada; de escolhê-los e adaptá-los à sua prática. Outro ponto importante que deva ser considerado, é que o professor deve organizar suas atividades a partir da oralidade. Cremos ser esta uma prática bastante presente em nossa cultura, o que torna mais envolvente a aula, oportuniza a introdução de novos conhecimentos e

facilita a promoção do desenvolvimento da utilização de textos científicos, bem como sua interpretação.

Para levantarmos os elementos que apontariam o procedimento adequado para executar a intervenção no ambiente escolar elaboramos uma pesquisa com abordagem qualitativa, que oportunizou uma análise desses elementos com base em respostas a um questionário semi-estruturado onde se permitiram dispor de um amplo panorama dos conhecimentos prévios e crenças sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), por meio das respostas dos estudantes.

## **2.5 Abordagem do Enfoque CTS na Intervenção em Sala de Aula.**

Aliado à experimentação investigativa, consideramos relevante para o desenvolvimento deste trabalho, considerar os momentos pedagógicos como orientações metodológicas sugeridas por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), os critérios estruturantes para o ensino das ciências de Carvalho (2004), as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNEM (BRASIL, 1999), um ensino por investigação proposto por Carvalho et al. (1999), as concepções integradoras de CTS (CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2005), as orientações curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) e os PCN+ (BRASIL, 2002), que constituem elementos fundamentais e norteadores que balizaram o desenvolvimento deste trabalho.

Nesta perspectiva, em 2006 elaboramos e executamos uma intervenção nas aulas de Física das 3ª séries do Ensino Médio de uma escola pública E. E. Leopoldo José de Sant’anna, localizada na cidade de São Vicente, litoral de São Paulo, objetivando explorar os conhecimentos científicos e tecnológicos implícitos num aparato tecnológico. Para esta intervenção planejamos a realização de seminários abordando temas sobre as formas de produção energética, com o objetivo de dar suporte à atividade investigativa que relaciona os conteúdos da disciplina ministrada, ou seja, eletricidade, com o dia-a-dia do estudante. Atuamos como mediador dos seminários e direcionamos as apresentações dos estudantes de modo a estabelecerem relações diretas entre as formas de produção de energia com as situações e ou necessidades vivenciadas no seu cotidiano.

Durante os seminários foi amplamente discutido a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Sob este enfoque, o ensino de Ciências, tende a contemplar com maior facilidade aspectos como a contextualização e a interdisciplinaridade, como também a relação entre Ciência com a Tecnologia, considerando seus aspectos institucionais, ao compreender a interferência que causam sobre o meio ambiente e na sociedade, bem como enfatizar a formação social do estudante, além da conceitual e, responsabilizando-o por sua aprendizagem e decisões que venha a tomar.

Para dar ancoragem a essa intenção, gostaríamos de citar Delizoicov (2002) destacando que:

Essa relação entre Ciência e Tecnologia, aliada à forte presença da tecnologia no cotidiano das pessoas, já não pode ser ignorada no ensino de Ciências, e sua ausência aí é inadmissível. Consideram-se, ainda, os efeitos da ciência/tecnologia sobre a natureza e o espaço organizado pelo homem, o que leva a necessidade de incluir no currículo escolar uma melhor compreensão do balanço benefício-malefício da relação ciência-tecnologia. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PRENAMBUCO, 2002, p. 69)

Estes aspectos são convergentes com as orientações curriculares presentes nos PCNEM e na atual LDB, que estabelecem:

[...] cabe compreender os princípios científicos presentes nas tecnologias, associá-los aos problemas que se propõe solucionar e resolver os problemas de forma contextualizada, aplicando aqueles princípios científicos a situações reais ou simuladas. (Brasil, 1999, p.34)

Reforçando os aspectos de cidadania e a importância dos conteúdos científicos e tecnológicos que devem permear as abordagens educacionais, Ricardo (2002) também destaca que:

Em seu artigo 35 a LDB estabelece as finalidades do Ensino Médio como sendo as de consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental, preparar o aluno para o trabalho e para a cidadania, a formação ética e desenvolvimento do pensamento crítico, e a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, entre outras. (RICARDO 2002, p. 145)

Cruz e Zylbersztajn (2005, p. 180) reforçam estas idéias, apontando 11 (onze) objetivos que se destacam na edição 1990-1991 do “Handbook da NSTA (National Science Teachers Association)”:

- 1) A identificação de problemas sociais relevantes para os estudantes e de interesse e de impacto local ou mundial
- 2) O emprego de recursos locais (humanos e materiais) para localizar a informação que será empregada na resolução dos problemas.
- 3) A participação ativa dos estudantes na busca de informações que podem ser aplicadas para resolver problemas da vida real.
- 4) A extensão da aprendizagem para além do período de aula, da classe e da escola.
- 5) O enfoque para o impacto da ciência e da tecnologia sobre os estudantes, de forma individual.
- 6) A visão de que o conteúdo científico que os estudantes devem dominar para resolver provas ou exames.
- 7) A ênfase no processo de aquisição das habilidades que os estudantes necessitam para resolver seus próprios problemas.
- 8) A intensificação da orientação vocacional para as carreiras científicas e técnicas.
- 9) A oferta de oportunidade aos estudantes para atuar em suas próprias comunidades e colaborar na solução dos problemas detectados.
- 10) A identificação dos meios nos quais a ciência e a tecnologia exercerá impacto sobre a sociedade no futuro.
- 11) A cessão de certa autonomia aos estudantes durante o processo de aprendizagem.

Também podemos afirmar que o objetivo central deste trabalho, foi desenvolver a alfabetização científica e tecnológica e o letramento científico (ACEVEDO; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2003; AULER, 2005; KRASILCHIK; MARANDINO, 2004). É oportuno lembrar que os processos de alfabetização científica e letramento científico, embora intimamente relacionados, guardam especificidades, que apontam para situações distintas. Enquanto a alfabetização científica se refere à importância de preparar o estudante para a vida em uma sociedade científica e tecnológica, na qual o conhecimento assume um papel essencial, dentro de uma perspectiva crítica da Ciência e Tecnologia, o letramento científico se refere ao uso do conhecimento científico e tecnológico nas situações vivenciadas pelo estudante, como destaca Krasilchik e Marandino (2004, p. 22): “[...] que ser letrado cientificamente significa não só saber ler e escrever sobre Ciência, mas também cultivar e exercer as práticas sociais envolvidas com a ciência”.

Desse modo, busca-se auxiliar o estudante a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre as questões de Ciência e Tecnologia na sociedade e atuar nas soluções de tais questões. Deste modo, esta proposta de trabalho está vinculada a três objetivos gerais, visando atender aos domínios conceitual, procedimental e atitudinal, ou seja:

- a) Aquisição de conhecimentos: capacidade de relacionar conceitos físicos envolvidos no funcionamento do chuveiro elétrico (corrente elétrica com temperatura e consumo; pressão da água com a energização da resistência elétrica);
- b) Desenvolvimento de habilidades: Através do manuseio, descobrir o 'como funciona'. Práticas tecnológicas envolvidas no funcionamento do chuveiro elétrico (observar e simular o funcionamento do objeto de estudo);
- c) Desenvolvimento de valores e atitudes: Potencializar o estudante a uma atitude consciente ao utilizar o chuveiro e como a utilização tecnológica afeta nossas vidas (banhos curtos; custo de um banho; volume de água usado).

Portanto, esta intervenção no ambiente escolar pontua algumas características ou estratégias listadas por Cruz e Zylbersztajn (2005, p. 180), ao sugerir: o enfoque de conceitos científicos e tecnológicos; utilização de processos de investigação e abordagem das interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Ao adquirir conhecimentos científicos e tecnológicos, espera-se que o estudante vislumbre por meio dos aspectos relacionados ao seu interesse pessoal e vinculado a seu dia-a-dia e, assim, oportunize apropriar-se de uma postura cívica, principalmente, no que se refere ao uso racional da energia e do consumo de água, como também, valorizar sua perspectiva de aprimoramento cultural.

Ao priorizar enfoques de aspectos científicos e tecnológicos vinculados aos aparatos tecnológicos disponibilizados no cotidiano oportunizamos a participação ativa dos estudantes na obtenção de informações, solução de problemas e tomada de decisão e, também, promovemos a interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade que têm como princípio o desenvolvimento de valores e conceitos por meio de temas que abranjam diretamente o cotidiano do estudante (ANGOTTI; DELIZOICOV, 1992; BRASIL, 2002).

Nesse sentido, consideramos relevante formar cidadãos que possam compreender como a tecnologia tem influenciado no comportamento humano, buscando desenvolver atitudes em prol de um desenvolvimento sustentável. Entendemos que a educação com enfoque CTS, no Ensino Médio, tem potencial de municiar-se o estudante com conhecimento sobre explicações técnicas de funcionamento de determinados artefatos tecnológicos. Não queremos simplesmente prepara-los para saber lidar com essa ou aquela ferramenta tecnológica ou desenvolve-los para compreensão dos conceitos implícitos nesses aparatos tecnológicos, mas sim, instrumentalizá-los para absorver novas tecnologias e, potencializar, a informação científica por meio de temas que permitam a introdução de problemas sociais a serem discutidos, propiciando o desenvolvimento da capacidade de reflexão e de tomada de decisões. Por isso, a abordagem dos temas é feita por meio da introdução de problemas, cujas possíveis soluções são propostas em sala de aula após a discussão de diversas alternativas surgidas a partir do conteúdo científico implícito no objeto de estudo, de suas aplicações tecnológicas e conseqüências sociais (ANGOTTI, DELIZOICOV; PERNAMBUCO, 2002; BRASIL, 2002).

Entendemos que a Ciência e a Tecnologia fazem parte da atividade humana, considerando seu contexto de produção, sua adaptação e uso a elas destinadas. Mas ao disponibilizarmos adequadamente estes conhecimentos a grande maioria dos estudantes, juntamente com um trabalho docente direcionado à apropriação crítica, constitui um grande desafio que precisa ser enfrentado, como tão bem destaca Carvalho (2004) ao afirmar que:

Um ensino que vise à aculturação científica deve ser tal que leve os estudantes a construir o seu conteúdo conceitual participando do processo de construção e dando oportunidade de aprenderem a argumentar e exercitar a razão, em vez de fornecer-lhes respostas definitivas ou impor-lhes seus próprios pontos de vistas transmitindo uma visão fechada das ciências. (CARVALHO, 2004, p. 3)

Compreendemos que as intervenções no contexto escolar, devam ter como meta provocar a construção ou discussão de um tema, acompanhado de debates, com o objetivo de facilitar a apropriação, pelos estudantes, do aspecto teórico implícito nessa argumentação no ambiente da sala de aula. Assim procedendo,

entendemos que podemos nos instrumentalizar para nossa prática cotidiana nesse ambiente.

É fato que os professores precisam habituar-se ao uso crítico, consciente, articulado e sistemático de fontes alternativas como: livros, revistas, jornais, filmes educativos, CD-ROM, TVs educativas e de divulgação científica e, porque não, utilizar também a sala de informática que hoje faz parte de inúmeras escolas. Outro fator preponderante é a ausência de resultados das recentes pesquisas em Ensino de Ciências deveria ser disponibilizada aos docentes dos dois níveis de ensino (Ensino Básico e Superior) publicadas em artigos dos diversos periódicos, como por exemplo, a Revista Brasileira de Ensino de Física, editada pela SBF (Sociedade Brasileira de Física), o Caderno Brasileiro de Ensino de Física, editado pela UFSC e a Revista Ciência e Educação, publicada pela UNESP-Bauru.

Entendemos, também, que espaços de divulgação científica e cultural como museus, laboratórios abertos, planetários, feiras e exposições, clubes de ciências, precisam também ser explorado, como os citados por Louzada e Araújo (2007) e Elias, Araújo e Amaral (2007) destacando os espaços não formais de educação como forma de aculturação dos estudantes.



## **CAPÍTULO 3**

### **3 AÇÃO-INTERVENÇÃO: PARTE I – DIAGNÓSTICO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ESTUDANTES ACERCA DAS RELAÇÕES CTS E ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.**

A aprendizagem dos conteúdos de Física pode ser articulada por meio dos objetivos propostos pela relação CTS, que sinaliza para a necessidade de investigar alternativas para a aula, visando proporcionar novos cenários úteis para o ensino e aprendizagem da disciplina de Física (CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2005). Portanto, com o objetivo de buscar instrumentos adequados, válidos e confiáveis, que apontassem para uma prática pedagógica capaz de conduzir o estudante a se apropriar de uma nova visão de mundo, através de atitudes e comportamentos que determinarão suas decisões futuras frente ao desenvolvimento da Ciência, procurou-se avançar em relação à qualidade da Educação oferecida em nossa escola.

#### **3.1 Caminhos Para Análise das Concepções Prévias Sobre CTS.**

A maioria das investigações dirigidas a diagnosticar as opiniões e atitudes em CTS é centrada freqüentemente nos estudantes, porque acreditamos no interesse da didática do Ensino de Física em melhorar a prática de ensino dessa disciplina. Cruz e Zylbersztajn (2005, p. 171): enfatizam que: “[...] as propostas de alfabetização científica e tecnológica apresentam como objetivo básico que todos os cidadãos venham a conhecer melhor a Ciência e a Tecnologia”.

Como temos consciência da importância da tecnologia na sociedade atual, preparamos um questionário para diagnosticar inicialmente as atitudes e crenças que os estudantes do 3º ano do Ensino Médio têm sobre Ciência e Tecnologia. Este “mapeamento” foi importante, pois sabemos que os estudantes estão se preparando por meio da educação escolar para serem cidadãos conscientes e ativos em uma sociedade bastante heterogênea.

Com o objetivo de pesquisar as concepções dos estudantes acerca da Ciência, enfocando suas relações com a Tecnologia e com a Sociedade, desenvolvemos um questionário semi-estruturado com 20 questões fechadas e 5 questões abertas, envolvendo linguagens diferentes, abrindo desta forma o leque de possibilidades para analisar o que pensam os estudantes, buscando dados significativos e pertinentes ao objetivo da pesquisa. A opção pelo questionário teve como objetivo a pretensão de conhecerem-se as concepções de um grande número de estudantes da série terminal do ensino básico, isto é, 3º ano do Ensino Médio do contexto escolar onde ocorreria a intervenção após o diagnóstico.

Desenvolvemos um questionário a partir de uma leitura crítica dos artigos de Acevedo et al. (2002) e Cruz e Zylbersztajn (2005, p. 171-195), sendo definidas 20 proposições valoradas em 4 (quatro) posições: CT (concordo totalmente), CP (concordo parcialmente), DP (discordo parcialmente) e DT (discordo totalmente), relacionados com os tópicos sugeridos por Acevedo (2002, p.3) que correspondem as seguintes situações:

- Ciência e Tecnologia. Definições e relações
- Influência da sociedade na Ciência e Tecnologia.
- Relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.
- Influência da Ciência e a Tecnologia na sociedade.
- Influência da Ciência escolar na sociedade.
- Características dos cientistas.
- Construção social do conhecimento científico.
- Construção social da Tecnologia.
- Natureza da Ciência.

O questionário (APÊNDICE A) produziu informações obtidas por meio de resposta única para as questões fechadas onde o estudante selecionou a opção que melhor se ajustava a sua opinião, entre as alternativas fechadas disponíveis e, respostas dissertativas, para as questões abertas, onde responderam de acordo com suas concepções e conhecimentos sobre os temas às perguntas elaboradas.

Cada questão apontou para um tema ou situação que queríamos conhecer como dados prévios para a pesquisa. Estes dados nos forneceram as concepções e

crenças dos estudantes sobre CTS. Estas questões se constituíram numa poderosa e minuciosa descrição de informações distribuídas em diferentes categorias (MANASSERO; VASQUEZ; ACEVEDO, 2001; VAZQUES; MANASSERO, 1997; 1998) citadas por Acevedo (2002). Ainda segundo Acevedo (2002, p. 4), “com a utilização de todas as questões deste questionário é possível obter-se um diagnóstico de atitudes sobre CTS que permitam disponibilizar um amplo panorama de atitudes e crenças dos alunos”.

### **3.2 O Universo da Pesquisa.**

O questionário foi aplicado no 2º semestre do ano de 2006 com um total de 104 estudantes de três diferentes turmas de 3ª séries do Ensino Médio, matriculados numa escola pública do Estado de São Paulo, especificamente na E. E. Leopoldo José de Sant’anna, na cidade de São Vicente. O universo da pesquisa escolhido foi composto por estudantes que compareceram regularmente na escola no período escolhido para aplicação do questionário.

### **3.3 Objetivos do Levantamento de Concepções Prévias.**

No contexto do desenvolvimento da pesquisa, o planejamento, a execução e a avaliação do levantamento de concepções prévias dos estudantes pautaram, conforme enfatizados por Cruz (2005), Franco (2003), Bardin (1977) e Acevedo (2002), nos seguintes objetivos:

1. Identificar as concepções presentes nos estudantes quanto às relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).
2. Identificar o posicionamento dos estudantes frente às questões de impacto causadas pelo desenvolvimento científico-tecnológico na forma de organização da sociedade.
3. Oferecer subsídios e propostas que tenham como objetivo a incorporação de questões relativas à CTS no Ensino Médio.

Destacamos algumas questões mais específicas que direcionaram este trabalho para uma coleta de dados que proporcionasse a análise e interpretação das respostas dos estudantes sobre a importância da Ciência e Tecnologia no seu cotidiano, como seguem:

- Os estudantes identificariam claramente a existência de uma recíproca e complexa relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade?
- Qual o posicionamento dos estudantes frente às questões de impactos causados pelo desenvolvimento científico e tecnológico na forma de organização da sociedade?
- De que forma as questões dessa natureza podem ser testadas em atividades de ensino de Física?

A partir destes questionamentos, elaboramos as categorias de análises, cujas etapas necessitaram de inúmeras leituras dos dados obtidos por meio do questionário de concepções e crenças sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade de forma a identificá-las, organizá-las, dividi-las e sintetizá-las (BARDIN, 1977; FRANCO, 2003).

### **3.4 Elaboração das Categorias de Análises.**

Com o objetivo de melhor analisar as concepções e crenças dos estudantes, elaboramos 8 (oito) diferentes categorias à priori, seguindo preceitos destacados por Franco (2003, p. 52) ao afirmar que: “[...] seus respectivos indicadores são predeterminados em função da busca a uma resposta específica do pesquisador”. Na análise dos diferentes aspectos da relação CTS que pretendíamos mapear e identificar nas concepções dos estudantes, onde consideramos o conceito de categorização destacado por Franco (2003, p. 51) que: “[...] considera como sendo uma operação de classificação de elementos de um conjunto, por diferenciação seguida de um reagrupamento baseado em analogias, a partir de critérios definidos”. Também Bardin (1977) enfatiza que:

O critério de categorização pode ser semântico (categorias temáticas): por exemplo, todos os temas que significam a ansiedade, ficam agrupados na categoria ansiedade, enquanto que os que significam a descontração ficam agrupados sob o título conceitual de descontração, sintático (os verbos, os

adjetivos), léxico (classificação das palavras segundo seu sentido) e expressivo (categorias que classificam as diversas perturbações da linguagem). (BARDIN, 1977, p. 117)

Ao considerar os aspectos acima, procuramos elaborar as categorias de análise como molar e molecular, conforme definido por Franco (2003, p. 54): “[...] importante encontrar alguns princípios organizatórios, que seria, nas categorias mais amplas ou molares, para depois classificar os indicadores (categorias moleculares) em módulos interpretativos menos fragmentados”. Estas categorias foram utilizadas para sistematizar a análise de comentários, menções e respostas atribuídas à Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) pelos estudantes que às relacionaram significativamente. Segundo Franco (2003, p. 55): “Mediante este procedimento, as categorias iniciais, fragmentadas e extremamente analíticas, passam a ser indicadoras de categorias mais amplas que, ao serem formuladas, passam, igualmente, a incorporar pressupostos teóricos”.

Pode-se afirmar que estes pressupostos teóricos estão relacionados com os objetivos que nortearam a elaboração do questionário. O quadro 1, a seguir, ilustra de maneira clara, o procedimento que adotamos para categorizar as respostas dos estudantes.

<b>CATEGORIAS MOLARES</b>	<b>CATEGORIAS MOLECULARES</b>
Influência da sociedade na condução e acompanhamento do desenvolvimento científico e tecnológico.	Aspectos sociais envolvidos na produção do conhecimento científico.
	Aspectos econômicos e políticos envolvidos na produção do conhecimento científico e tecnológico.
Influência do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade.	Tecnologia como agente facilitador da vida cotidiana.
	Crescimento de problemas sociais ocasionado pelo desenvolvimento da ciência e tecnologia.
	Conhecimento científico e tecnológico auxiliando na resolução de problemas sociais.
Escola como espaço de alfabetização científica e tecnológica.	Importância da educação.
	Conhecimento científico e a cidadania.
Meio ambiente e desenvolvimento sustentável.	Exploração de recursos naturais.

**QUADRO 1: CATEGORIAS DE ANÁLISE.**

### **3.5 Análise das Respostas dos Estudantes.**

Tínhamos como propósito analisar as respostas dos estudantes, explicitadas no questionário de diagnóstico sobre concepções das relações CTS e, a partir de então, implementar detalhadamente, durante a intervenção em sala de aula, alguns dos aspectos mais relevantes verificados a partir do levantamento realizado, que potencializasse o entendimento das relações CTS, implícito nos conteúdos de Física.

#### **3.5.1 Influência da Sociedade na Condução e Acompanhamento do Desenvolvimento Científico.**

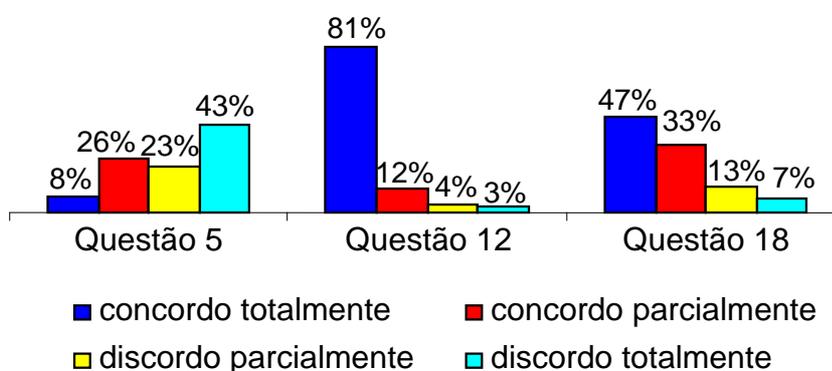
Nessa categoria reunimos respostas que fizeram menção às influências do desenvolvimento em Ciência e Tecnologia na organização da sociedade ao indicarem situações que alteram hábitos, aspectos de organização do cotidiano ou apontaram para possíveis soluções de problemas que afetam toda a comunidade. Podemos destacar neste agrupamento de respostas que os estudantes consideraram um aspecto relevante no processo de classificação, que segundo Bardin (1977, p. 118): “Classificar elementos em categorias impõe a investigação do que cada um deles tem em comum com outros. O que vai permitir o seu agrupamento é a parte em comum entre eles”.

##### **3.5.1.1 Aspectos Sociais Envolvidos na Produção do Conhecimento Científico.**

A alta porcentagem de respostas com posições pouco enfáticas apresentadas na questão nº. 5 (FIGURA 4) revela indícios de que a Ciência pode estar sendo considerada como uma verdade absoluta por uma parcela significativa dos estudantes, de modo que, 34% concordam total ou parcialmente com a afirmativa colocada nesta questão, enquanto 66% discordam total ou parcialmente da mesma. Ao analisar estas respostas, somos levados a refletir sobre a pouca influência da escola em modificar as concepções dos estudantes em relação à Ciência. Este quadro se encontra em consonância com o citado por Acevedo (2002, p. 6) quando conclui: “que os alunos não têm uma opinião claramente definida acerca desta questão”.

Consideramos necessário que ocorram interações dos membros da comunidade científica com os demais segmentos da sociedade devem ocorrer de modo a facilitarem o desenvolvimento de tecnologias que venham a ser absorvidas pela própria sociedade (ACEVEDO, 2002). Portanto, a maioria dos estudantes (93%) aponta ser necessário um estreitamento de relações entre cientistas e comunidade, conforme respostas à questão nº. 12 (FIGURA 3), onde crêem na necessária influência da sociedade no desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico, provavelmente para que ocorram benefícios para a população, como por exemplo, atender suas necessidades de saúde, educação, saneamento básico, entre outros. Somente uma minoria, 7% dos estudantes, respondeu negativamente esta questão, por acreditarem que os cientistas são pessoas distantes da sociedade, pouco envolvidas com as problemáticas sociais.

A maioria dos estudantes acredita que a influência social é um fator relevante para o desenvolvimento do conhecimento, uma vez que, segundo suas concepções, a Ciência pode responder com soluções as necessidades humanas da sociedade.



**FIGURA 3: ASPECTOS SOCIAIS ENVOLVIDOS NA PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO**

Questão 5: O conhecimento científico não pode ser alterado uma vez descoberto.  
 Questão 12: A sociedade deve participar do desenvolvimento tecnológico.  
 Questão 18: A sociedade pode influenciar nas decisões do governo sobre ciência e tecnologia.

A população tem pouca tradição na participação direta às questões de planejamento e execução de projetos que incluam o processo de desenvolvimento tecnológico. Parece-nos muito positivo que algumas respostas tenham apontado para a necessária vinculação entre propostas políticas e desenvolvimento Científico e Tecnológico, quando 76% dos estudantes concordaram total ou parcialmente na

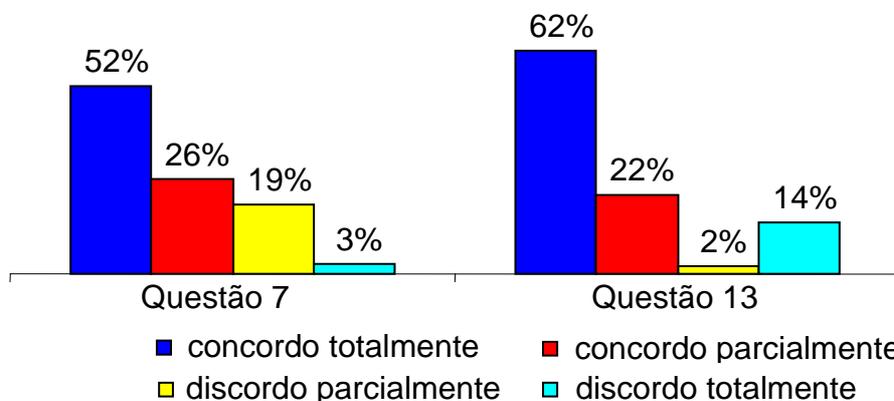
questão 18 que a sociedade pode influenciar nas decisões sobre Ciência e Tecnologia. Esse fato parece indicar que, mesmo vivendo num ambiente, que na maioria das vezes é hostil à participação social nas decisões políticas e econômicas, é possível, através da educação em Ciências promover o interesse, a discussão e a participação da comunidade escolar em questões dessa natureza. O objeto de estudo dessa pesquisa – o chuveiro elétrico: um aparelho resistivo – tinha como foco principal, abordar os aspectos econômicos ligados ao consumo de energia elétrica da comunidade envolvida na pesquisa, concebendo, assim, uma atividade educacional intensa e intimamente ligada às dimensões sociais, política e econômica.

Ao estabelecermos uma relação entre consumo de energia, aspectos econômicos e apreensão de conhecimentos tínhamos, como objetivo, potencializar os estudantes a vislumbrarem, por meio da intervenção no ambiente escolar, o valor monetário implícito no artefato tecnológico e os interesses econômicos envolvidos na sua utilização, por exemplo, o consumo de energia, capacidade de instalação residencial, tensão elétrica compatível, entre outros. Podemos ainda considerar a possibilidade dos estudantes estarem detectando uma das características mais marcantes do sistema econômico atual, ou seja, uma crescente dependência do desenvolvimento da Ciência e Tecnologia aos ditames do mercado consumidor e aos interesses do mercado financeiro, que são aspectos diretamente impactantes no orçamento das famílias.

### **3.5.1.2 Aspectos Econômicos e Políticos Envolvidos na Produção do Conhecimento Científico e Tecnológico.**

Mesmo considerando a complexidade da produção e desenvolvimento da Tecnologia, buscamos reunir, nesse enfoque, respostas e comentários referentes preferencialmente aos aspectos políticos e econômicos presentes no processo de desenvolvimento em Ciência e Tecnologia. O gráfico (FIGURA 4) mostra por meio das respostas dos estudantes às questões, um estreito vínculo da responsabilidade do Estado, tendo como representante o Governo e a classe política, a responsabilidade de ser o facilitador na obtenção de apoio financeiro, quando na

questão nº 7 constata-se que 78% dos estudantes concordam que este encargo é do Governo, assim como o desenvolvimento Científico-Tecnológico.



**FIGURA 4: ASPECTOS ECONÔMICOS E POLITICOS NA PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO**

Questão 7: Os políticos têm responsabilidade no desenvolvimento tecnológico do país.  
 Questão 13: A ciência e tecnologia necessitam de investimento do governo para se desenvolver.

Ao analisarmos as respostas da questão 13 verificamos que, 84%, vinculam ao Governo à responsabilidade de fazer investimentos que promovam o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia, sendo clara a percepção dos estudantes quanto a importância de ações governamentais, que destinem recursos financeiros capazes de promover o desenvolvimento de novas tecnologias e o progresso científico e, beneficiar a grande maioria da população.

### 3.5.2 Influência do Desenvolvimento Científico – Tecnológica na Sociedade.

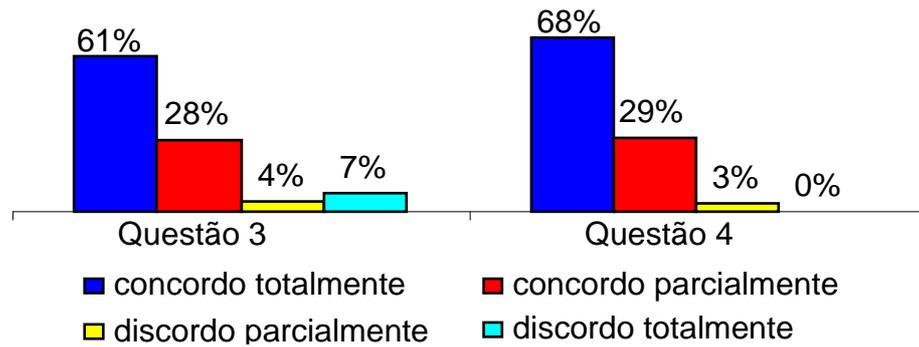
Nesta categoria foram reunidas respostas dos estudantes que fizeram menção ao desenvolvimento Científico e Tecnológico na organização da sociedade, ao indicarem situações que alterem hábitos, aspectos de organização do cotidiano e apontem para possíveis soluções que abranja toda a comunidade. É interessante observar que muitas vezes os estudantes restringem seus comentários a posicionamentos que, de alguma forma, espelham suas idéias ou visões acerca de aspectos da nossa cultura como algo diretamente relacionado com a vida cotidiana, sendo enfatizado por eles como agentes facilitadores do dia-a-dia. Por outro lado, outros apresentam visões que indicam claramente a relação da tecnologia a problemas sociais. Nesse caso a tecnologia é vista como um processo que pode

contribuir para a resolução dos problemas ou para o aumento da ocorrência e agravamento deles.

### **3.5.2.1 Tecnologia Como Agente Facilitador da Vida Cotidiana.**

O gráfico (FIGURA 5) mostra que a Tecnologia é vista, muitas vezes, como simples sinônimo de máquinas e instrumentos tecnológicos que teriam a função de facilitar a vida das pessoas, por exemplo, a automação de vários serviços prestados a população. Entretanto, a identificação da Tecnologia com artefatos tecnológicos é uma realidade do cidadão comum que não consegue vincular o desenvolvimento tecnológico com os saberes da ciência. Mas os impactos das transformações tecnológicas, conforme concordância de 89% das respostas à questão 3 ao indicar a ocorrência de uma acelerada mudança nos hábitos e costumes da sociedade, detectada pelos participantes da pesquisa no ambiente onde vivem. É possível inferirmos que a transformação comandada pela freqüente introdução de inovações em produtos e serviços é o pano de fundo destas alterações na vida cotidiana dos cidadãos. Estes impactos podem ser entendidos pela proliferação do uso da internet, telefone celular, computadores, CDs, DVDs, MP3, filmadoras digitais assim como os serviços remotos (bancos, comércio eletrônico, informações, educação) entre outros.

Ao verificarmos as respostas à questão 4, detectamos que 97% dos estudantes manifestaram-se positivamente sobre a importância do conhecimento de Ciências para compreender o funcionamento de aparelhos e instrumentos utilizados em seu cotidiano. Portanto, entendemos que há uma nítida percepção da importância da apropriação de conhecimentos científicos para entender melhor o mundo ao qual estão inseridos e, nesse sentido, acreditamos ser fundamental a importância do estudo de Física na vida escolar do estudante, que é participante de uma sociedade altamente tecnológica e que disponibiliza vários artefatos tecnológicos para utilização ou simplesmente para consumo.



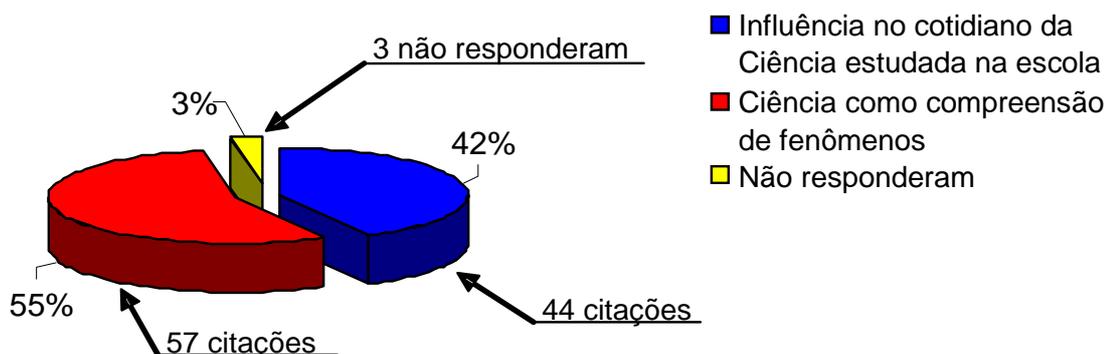
**FIGURA 5: TECNOLOGIA COMO AGENTE FACILITADORA DA VIDA COTIDIANA**

Questão 3: O uso da tecnologia altera hábitos e costumes da sociedade.  
 Questão 4: O conhecimento de ciências facilita o entendimento do funcionamento dos aparelhos que usamos em nosso dia-a-dia.

Outra situação avaliada no questionário disponibilizado aos estudantes para pesquisa foi à análise das respostas as questões abertas (FIGURAS 6, 7, 8), onde foi relacionada, respectivamente, a compreensão da influência da Ciência em seu cotidiano, o domínio do conhecimento como facilitador do processo de tomada de decisões e a avaliação da Tecnologia como benéfica para a qualidade de vida.

*Questão 1: O que você pensa a respeito da Ciência em seu cotidiano?*

As respostas dos estudantes foram categorizadas em: influência da Ciência escolar no cotidiano e Ciência como compreensão de fenômenos naturais (FIGURA 6), que possibilitou um leque de análises sobre como a escola oportuniza ao estudante a possibilidade de apropriação de conceitos Físicos que o habilite a compreender seu cotidiano.



**FIGURA 6: CIÊNCIA E O COTIDIANO**

Na categoria Influência no cotidiano da Ciência estudada na escola, citado por 44 estudantes, as respostas apontam para uma Ciência que é capaz de fornecer subsídios para a compreensão dos avanços científicos que são vivenciados no cotidiano pela população. Esse conhecimento serve como um alicerce estruturado, onde permite compreender o impacto da Ciência sobre o cotidiano, o que pode ser percebido em alguns relatos reproduzidos abaixo:

[...] Facilita a compreensão das coisas que usamos no dia-a-dia.

[...] É importante porque compreendemos melhor os acontecimentos do cotidiano.

[...] A ciência está relacionada com o cotidiano.

[...] Ciência é uma disciplina muito importante na escola, ao compreender os conceitos científicos, compreendemos melhor o nosso cotidiano, desde o funcionamento de nosso corpo até objetos tecnológicos.

[...] O estudo de ciência contribui amplamente para entendermos fatos e fenômenos.

[...] O ensino de ciência relacionado com o cotidiano facilita a compreensão das descobertas e inovações científicas.

[...] O conhecimento de ciências é fundamental para um dia-a-dia melhor, independente do grau de escolaridade de cada indivíduo da população.

Entendemos ser de fundamental importância que o conhecimento de Ciências seja socializado por meio da escola, oportunizando aos estudantes meios para apropriar-se desse conhecimento e, assim, poderem analisar e fazer uso do mesmo nas situações que os cerca. Conforme os estudantes responderam, fica evidente que todo o cidadão necessita conhecer os avanços científicos pelo qual o mundo passa, cabendo, portanto, ao currículo escolar de Ciência dispor de conteúdos que facilitarão a visualização e entendimento de conceitos básicos e suas leis gerais.

Na categoria Ciência como compreensão de fenômenos naturais, citados por 57 estudantes, os dados apontam para importância do ensino de Ciências para compreender os fenômenos e fatos da vida cotidiana de qualquer indivíduo, uma vez que evidenciaram que a Ciência é capaz de potencializá-los a um melhor entendimento dos fenômenos naturais, do meio ambiente e dos vários aspectos que envolvem o seu cotidiano. Portanto, uma abordagem do conhecimento científico que promova a ligação de questões do cotidiano com conceitos científicos ou da Ciência, tende a facilitar o processo de ensino e aprendizagem, conforme alguns relatos dos estudantes:

[...] A Ciência é importante porque compreendemos melhor os acontecimentos do cotidiano.

[...] A Ciência possibilita a compreensão e entendimento do meio ambiente.

[...] A Ciência nos ajuda a compreender fatos e fenômenos naturais e contribui para tomada de decisões em nosso dia-a-dia.

[...] A Ciência pode mudar o pensamento e a visão das pessoas.

[...] Todas as pessoas deveriam conhecer ciências, porque é muito importante saber como tudo funciona.

[...] A Ciência é necessária para entender os fenômenos naturais e aprender a respeitá-los.

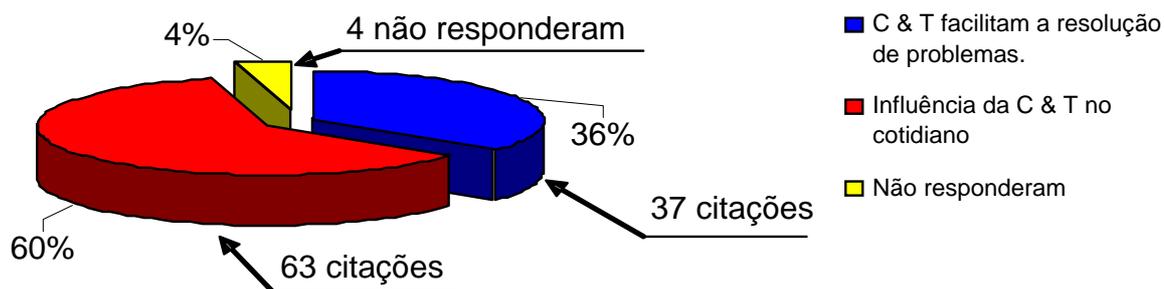
[...] devemos entender Ciências porque ela está presente em tudo a nossa volta.

A partir desses relatos, considera-se fundamental propiciar a construção de um novo conhecimento que passe pela compreensão e interpretação do estudante sobre os fenômenos naturais e que afetam de alguma maneira a sua vida. As leis fundamentais em termos de suas fórmulas continuam, sem dúvida, a fazer parte dos conteúdos de Ciências, mas a forma de desenvolver esses conteúdos deve valorizar as concepções dos estudantes e permitir a contextualização do fenômeno em estudo.

O conhecimento da Ciência e da Tecnologia como facilitador do processo de tomada de decisões, muitas vezes relacionadas com a resolução de problemas, foi analisado por meio das respostas dos estudantes à questão:

*Questão 2: O conhecimento de Ciências e Tecnologia facilita a tomada de decisões no cotidiano? Por quê?*

Entendemos que a incorporação prática de inúmeros conceitos científicos ampliou a presença da Ciência na vida cotidiana, onde se fez necessário o desenvolvimento de competências e habilidades para inferir e fazer julgamentos nas atividades do dia-a-dia do estudante. Esses aspectos nos permitiram elaborar (FIGURA 7) as seguintes categorias: Ciência e Tecnologia facilitam a resolução de problemas e Influência da Ciência e Tecnologia no cotidiano:



**FIGURA 7: CIÊNCIA, TECNOLOGIA E O COTIDIANO**

Na categoria Ciência e Tecnologia facilitam a resolução de problemas do cotidiano, encontramos 37 citações, sendo alguns relatos reproduzidos a seguir:

[...] Mais acesso à informação pode facilitar minhas decisões.

[...] Existem situações que se torna necessário o conhecimento científico para tomarmos uma decisão.

[...] Conhecendo mais Ciências é se manter mais informado, tomamos decisões com fundamentos.

[...] Com o conhecimento de Ciências os problemas ficam mais fáceis de entender e resolver.

[...] A compreensão de Ciências nos ajuda a tomar decisões melhores.

[...] A ciência é um componente essencial para explicar fatos e solucionar problemas.

[...] Facilita a compreender o mundo que vivemos e a tomar decisões na resolução de problemas.

A busca de informações e a maior compreensão sobre os fatos e processos naturais possibilitados pelo desenvolvimento deste trabalho estimularam a adoção de uma postura investigativa que contribuiu para a formação científica do estudante, influenciando suas tomadas de decisões e eventualmente auxiliando a resolução de alguns problemas.

Na categoria Influência da Ciência e Tecnologia no cotidiano foram agrupadas as respostas de 63 estudantes, que reconhecem Ciência e Tecnologia com seus conjuntos de teorias com capacidade de desenvolver produtos que beneficiem a população. Além disso, a incorporação de conhecimentos científicos como parte cultural dos indivíduos, auxilia o seu desenvolvimento profissional e promove percepção claramente de sua ligação com o mundo, como relatam os estudantes:

[...] A Ciência e Tecnologia poderá ajudar no desenvolvimento profissional e na formação do jovem.

[...] A Ciência alterou nossas vidas e sem perceber passamos a fazer muitas coisas de forma diferentes.

[...] com o conhecimento sobre Ciências poderei saber qual o melhor produto para adquirir, e evitar um custo maior.

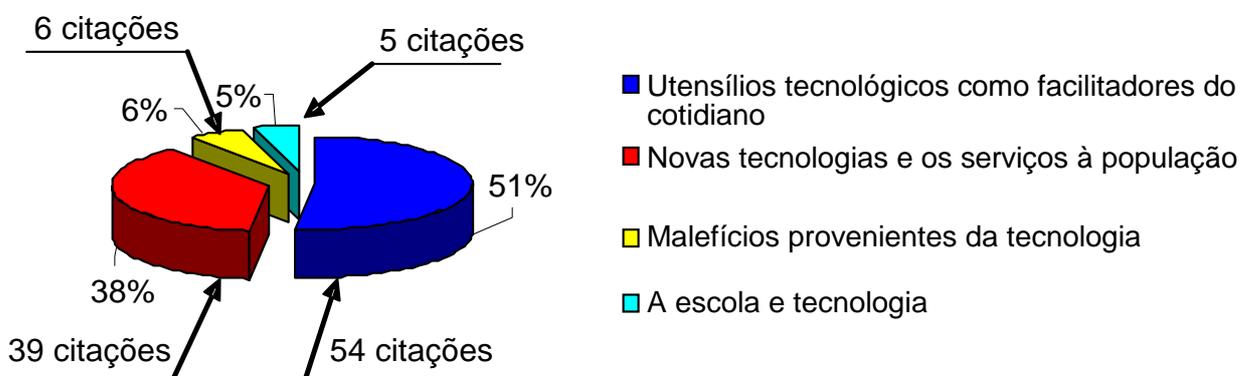
[...] a tecnologia nos facilitar a ligação com o mundo.

[...] a tecnologia nos traz benefícios, facilidades, praticidade e conforto.

Os impactos na vida cotidiana dos cidadãos decorrentes da dinâmica das transformações tecnológicas foram amplamente refletidos nas respostas dos estudantes, que apontam para o atendimento de suas necessidades sociais imediatas e na proporção que são absorvidas pela população que passa a fazer uso da tecnologia disponível, como telefone celular, computadores, DVDs, MP4, entre outros. Por sua vez, o desenvolvimento de artefatos tecnológicos para facilitar à comunicação, o trabalho cotidiano, a medicina, entre outros, foram aspectos analisados por meio da questão:

*Questão 4: Descreva alguma situação do cotidiano em que a Tecnologia melhorou a qualidade de vida? Por quê?*

Esta questão foi elaborada com o propósito de levantarmos dados que apontassem para o uso da tecnologia no cotidiano do estudante. Os resultados analíticos estão esboçados na figura 8:



**FIGURA 8: TECNOLOGIA E A QUALIDADE DE VIDA**

As respostas dos estudantes deram origem às categorias:

- Utensílios tecnológicos como facilitadores do cotidiano, onde os estudantes identificam os objetos e aparelhos tecnológicos, como TV, geladeira, etc.
- Em novas tecnologias e os serviços à população (Sistemas de transporte, serviços, comunicação e saúde), são identificados processos e serviços que envolvem a contribuição da Tecnologia. Quanto aos malefícios provenientes da tecnologia, os estudantes destacaram situações, provavelmente do seu contexto de vida, voltado para os desempregos estruturais, provocados pela automação e mecanização industrial, que vitimou pessoas de seu entorno com o desemprego.
- A escola e a tecnologia abordam aspectos como a importância de se buscar um ensino de Ciências que estimule o estudante a refletir sobre o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia, assim como sua utilização no cotidiano da população.

Na primeira categoria (Utensílios tecnológicos como facilitadores do cotidiano), são representativas as seguintes respostas:

[...] O desenvolvimento de outras formas de energia para suprir a demanda do consumo elétrico provocado pela aquisição de TV, computador, ventiladores, geladeiras, etc., pela população.

[...] A tecnologia melhorou os utensílios que utilizamos no dia-a-dia, como a TV, o aparelho de som, o controle remoto, o telefone, portanto facilitou nossa vida.

[...] O uso de utensílios na cozinha facilitou muito o trabalho da dona de casa.

[...] O desenvolvimento de celulares mais sofisticados para melhor se comunicar.

[...] com o forno de microondas a comida é rapidamente aquecida.

[...] quando está muito calor é só ligar o ventilador de teto que melhora nossa qualidade de vida.

Nas respostas observamos nitidamente a citação de equipamentos e dispositivos utilizados rotineiramente e que facilitam a vida cotidiana. Como

podemos analisar, o acervo de aparatos tecnológicos é abundante entre a comunidade pesquisada, provavelmente no domicílio ou cotidiano da maioria dos estudantes que participaram da pesquisa, estando presentes inúmeras práticas de base científica, que motivaram as respostas.

Na segunda categoria (Novas tecnologias e os serviços à população), podemos apresentar as seguintes respostas:

[...] Os meios de transportes melhoraram de forma considerável a vida das pessoas.

[...] desenvolvimento de medicamentos e produtos de proteção à saúde das pessoas.

[...] Pela internet fica fácil resolver problemas entre outras coisas (estudar, trocar e-mail, pagar contas, comunicar-se).

[...] O uso do computador para a comunicação melhorou a informação.

[...] Hoje temos mais facilidade em resolver problemas, por meio da tecnologia, sem necessidade de sairmos de casa.

[...] A facilidade de aquisição de aparelhos eletrônicos para entretenimento melhorou a qualidade de vida de muita gente.

[...] O desenvolvimento da tecnologia tornou o cotidiano das pessoas mais fácil.

Estas respostas apontam para a existência de processos (comunicação, transporte, atendimento à saúde, etc.) que puderam ser aprimorados por meio de contribuições do desenvolvimento tecnológico.

Na categoria 3 (Malefícios provenientes da tecnologia), analisamos algumas preocupações dos estudantes relacionadas com a Tecnologia, como o desemprego e problemas ambientais, conforme salientam os seguintes relatos:

[...] A automação industrial gerou muito desemprego.

[...] Não acredito que a tecnologia tenha melhorado a qualidade de vida da população, porque em alguns casos, até prejudicou, por exemplo, extinções de postos de trabalho, desmatamento e o aumento de lixo.

[...] Trouxe muitos benefícios, mas também é fator de desemprego da população.

[...] A tecnologia melhorou muito a qualidade de vida das pessoas, mas aumentou o número de desempregados.

[...] a tecnologia aumentou a quantidade de desempregados.

[...] a tecnologia deixou vários vizinhos sem emprego e piorou a qualidade de vida deles.

Ao analisar as respostas, constatamos que a Educação e as demais condições sociais não são suficientes para garantir que todos os indivíduos de uma comunidade se beneficiem das conquistas tecnológicas, pois muitos são atingidos pelo desemprego provocado pelo desenvolvimento tecnológico e são impelidos para atividades informais, como o comércio ambulante. Entretanto, devemos apontar como positivo que uma grande quantidade de pessoas se qualifica para prestar novos serviços a população, como por exemplo, a manutenção de computadores pessoais, assim como outra que se capacitam para assumirem novos postos de trabalho na indústria.

Por fim, na categoria 4 (Escola e a Tecnologia), se destacam a menção do papel da escola como agente promotor do entendimento das contribuições advindas da tecnologia e da importância do ensino de Ciências em instrumentalizar o estudante para que possa refletir sobre os impactos do desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia. Nesta categoria, podemos destacar a(s) resposta(s):

[...] A tecnologia está se desenvolvendo rapidamente, para que possamos entender esse desenvolvimento é fundamental a ajuda da escola.

[...] Ciências é uma disciplina muito importante na escola, pois ao entender os conceitos científicos ficam mais fáceis compreender o cotidiano, desde o funcionamento de nosso corpo até o funcionamento de alguns objetos tecnológicos.

[...] na escola posso entender através da matéria de ciências o funcionamento de vários aparelhos eletrônicos.

[...] para entender tecnologia a escola é fundamental.

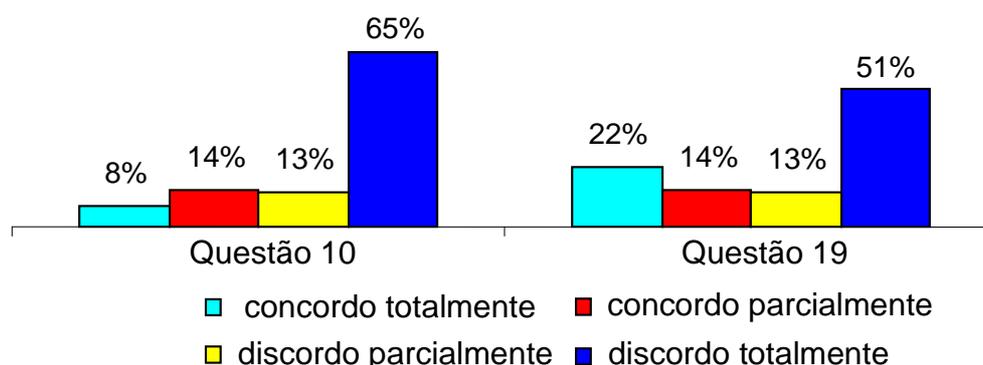
[...] no ensino de ciências é possível compreender como as coisas funcionam, por exemplo, porque o navio não afunda e o avião voa.

De modo geral, acreditamos que algumas manifestações dos estudantes provenham de uma visão limitada do que seja Tecnologia, confundindo-a apenas com uma Ciência aplicada ou a uma descrição de artefatos tecnológicos, e não a reconhecendo como um campo próprio do saber, como por exemplo, as engenharias. Portanto, assumimos a Tecnologia como um processo e não simplesmente como um produto que tem como objetivo resolver um problema prático e, nesse sentido, adota e utiliza procedimentos e conhecimentos estruturados que formam um campo próprio de saber.

Portanto, cremos que uma atividade experimental investigativa pode afastar, dos estudantes, a concepção de Tecnologia como uma mera aplicação da Ciência e que visa à criação de produtos tecnológicos presentes no cotidiano das pessoas. No nosso entender, tal concepção tem levado a pura descrição de artefatos tecnológicos com fins ilustrativos para as aulas de Ciências, e não rompe com a idéia de um ensino conteúdista de aulas expositivas. Entretanto, uma aula que investigue um artefato tecnológico e amplie as discussões para outros aspectos relevantes pode potencializar o estudante a entender a aplicação dos conceitos científicos que propiciam o funcionamento desse artefato tecnológico e as correlações com aspectos sociais, econômicos e ambientais que caracterizam o “contorno” deste artefato.

### 3.5.2.2 Crescimento de Problemas Sociais Ocasionados Pelo Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Nessa subcategoria procuramos reunir o posicionamento dos estudantes, por meio de gráfico (FIGURA 9), onde fizeram referências a alguns aspectos negativos relacionados ao desenvolvimento Científico e Tecnológico. Ao considerar aspectos gerais das respostas, analisamos que não priorizam nenhum problema social em particular, identificando apenas os mais graves e que precisam de atenção por parte das autoridades.



**FIGURA 9: CRESCIMENTO DE PROBLEMAS SOCIAIS OCASIONADOS PELO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO**

Questão 10: O conhecimento científico deve ficar restrito ao cientista.

Questão 19: A tecnologia é responsável pelo desemprego de grande parte da população.

O acesso às informações de natureza científica e tecnológica tende a facilitar a vida dos indivíduos, possibilita, por exemplo, o processo de tomada de decisões em seu cotidiano. Neste sentido, observamos na questão 10 que 78% dos estudantes consideram importante que os cientistas informem a sociedade, de maneira compreensível, sobre suas pesquisas e, discordam que o conhecimento científico deve ficar restrito ao pesquisador, somente uma minoria (22%) discorda desta posição.

O aspecto referente ao desemprego causado pela automação industrial foi evidenciado por vários estudantes que responderam à questão nº 19, sendo que 64% discordam totalmente ou em parte que a tecnologia seja a responsável pelo desemprego da população. Entendemos que estes resultados apontam para uma conscientização, que se por um lado, as indústrias estão alterando profundamente seu modo de produção, principalmente, devido à automação industrial que introduziu novas tecnologias em seus parques industriais e estão substituindo a presença do homem em vários setores, por outro lado, esta mesma tecnologia oferece oportunidades e exige do indivíduo, além de cultura adequada, habilidades complementares e diversificadas daquelas de sua experiência individual ou formação profissional. Cremos que hoje o cidadão tenha que estar preparado para enfrentar este novo modelo de profissional que a indústria está buscando no mercado de trabalho.

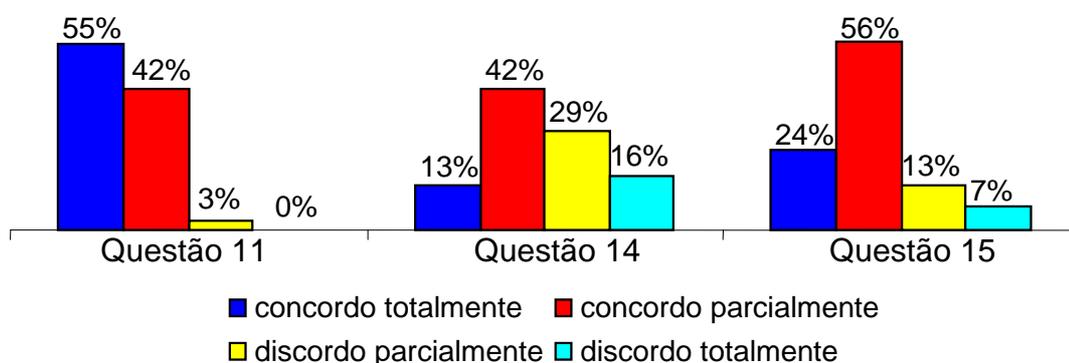
Outros 36% apontam uma estreita relação do desenvolvimento tecnológico com o aumento do desemprego provocado pela implementação da tecnologia na indústria, talvez pela experiência observada em seu entorno, pois acreditamos que esses estudantes convivam com a dificuldade de ingresso no mercado de trabalho e, também, tenham conhecimento, ou convivam com o fantasma do desemprego que afeta grande parte da população. Esta postura nos parece relevante, porque a medida que as empresas se esvaziam ou diminuem seus postos de trabalho devido a implantação de sistemas automáticos, fica muito caracterizado ou visível, o crescimento de desemprego. Por outro lado, as áreas de serviços, como turismo, estética, entretenimento, etc., estão em expansão, abrindo vagas e oportunizando colocações aos indivíduos com pouco preparo profissional e educacional, fato este,

bastante característico na comunidade escolar em que foi efetuada esta pesquisa, porque a maioria dos estudantes convive com indivíduos que trabalham no comércio da cidade.

Acreditamos ser desnecessário enfatizar que a capacidade de inserção no mercado de trabalho depende do nível educacional disponibilizado a população e cremos também que o movimento CTS pode ser um grande facilitador dessa empreitada, porque enfatiza o letramento e a alfabetização científica em Ciência e Tecnologia, portanto, esta intimamente conectada a esse propósito potencializador de uma educação tecnológica. Em linhas gerais, segundo a ótica dos estudantes, a questão da tecnologia está intimamente ligada com o conhecimento adquirido na escola e este relacionado à condução para um bom emprego.

### 3.5.2.3 Conhecimento Científico e Tecnológico Auxiliando na Resolução de Problemas Sociais.

Para 97% dos estudantes que responderam a questão 11 (FIGURA 10), a tecnologia tem como objetivo o progresso e o bem estar da humanidade, sendo que apenas 3% discordam dessa influência positiva da tecnologia em suas vidas. A leitura que fazemos desses dados é que a maioria dos estudantes tem acesso a algum tipo de facilidade promovida pela Tecnologia, enquanto uma parcela minoritária dos indivíduos (3%) encontra-se excluída do acesso aos produtos tecnológicos.



**FIGURA 10: CONHECIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO AUXILIANDO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS SOCIAIS**

Questão 11: A tecnologia tem como objetivo o progresso e o bem estar da humanidade.  
 Questão 14: A automação industrial melhorou as condições de emprego para a população.  
 Questão 15: A tecnologia deixa o Brasil com mais vantagem econômica.

As opções da sociedade por um caminho que promova o seu desenvolvimento apresentam implicações em sua estrutura política, econômica, social e cultural. Por exemplo, certas escolhas políticas podem trazer prejuízos para as pessoas que as efetuaram. Assim, provavelmente os 3% dos estudantes que discordam da questão 11, entendem que o progresso tecnológico pode conduzir também a uma aceleração da exclusão econômica através do desemprego, o que pode ser inferido quando analisamos algumas respostas fornecidas ao questionário aberto aplicado ao final da intervenção (APENDICE A), onde os estudantes se manifestam sobre a tecnologia como: “[...] traz muitos benefícios à população, mas também causa desemprego”; e também “[...] não acredito que a tecnologia tenha melhorado a qualidade de vida, em alguns casos até mesmo prejudicou. Ex: fechou postos de trabalho, aumento do desmatamento e do lixo etc.”. Porém, a grande maioria dos estudantes julga que a Tecnologia proporciona progresso e bem estar à sociedade, seja por meio do acesso aos aparatos tecnológicos ou pelos processos e serviços disponibilizados, que foram identificados nas respostas apresentadas no questionário aberto.

Na questão 14, entendemos ser contraditória a percepção dos estudantes sobre os efeitos sociais da evolução tecnológica, já que 55% concordam de alguma maneira que a evolução industrial melhorou as condições de emprego, enquanto outros 45% discordam da maior empregabilidade por ela propiciada. Cremos que o contexto familiar e social dos estudantes que responderam a pesquisa seja caracterizado por um número significativo de desempregados, em decorrência provavelmente da tecnologia. Há, portanto, um equilíbrio entre as respostas, de modo que, percebem tanto uma contribuição positiva da Tecnologia para a geração de emprego quanto negativa. Se por um lado não podemos invalidar as conquistas tecnológicas, por outro não devemos deixar de considerar que essa nova postura global nas formas de produção em grande escala propiciada nas últimas décadas, principalmente pela informatização, automação industrial, entre outros processos, reduziu drasticamente o nível de emprego para cidadãos sem qualificação em atividades técnicas e administrativas.

A interferência da tecnologia na vida econômica do país e por conseqüência na vida cotidiana de sua população, é bastante expressiva, à medida que 80% dos estudantes concordam, em parte, com a afirmativa apresentada na questão nº. 15. Entendemos, também, que não basta utilizar bem as tecnologias, faz-se necessário recriá-las e assumir a produção tecnológica de maneira que sua ação reflita sobre nossas vidas, como exemplo, podemos citar a disponibilidade tecnológica nos dias atuais para os avanços na Medicina, por meio de tomografias e das diferentes formas diagnósticas de patologias, assim como na comunicação, entre outros. Em um mundo globalizado, o acesso da população aos conhecimentos científicos e tecnológicos potencializa o seu nível cultural e educacional, assim como a implementação de políticas de investimento nesta área que podem aumentar a competitividade econômica do país e, promover reflexos positivos para a população, como a geração de renda e emprego, superávits comerciais etc.

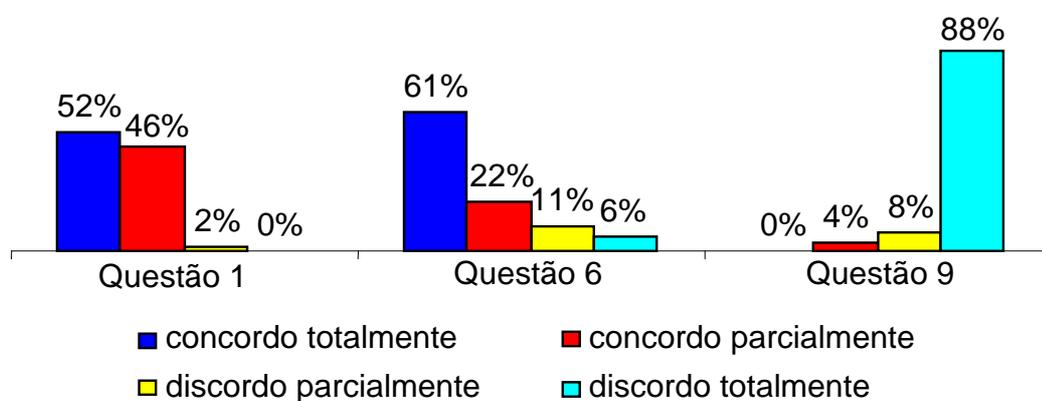
### **3.5.3 A Escola Como Espaço de Alfabetização Científica.**

A necessária alfabetização Científica e Tecnológica como parte essencial da educação básica de todas as pessoas, aparece claramente em documentos que explicitam orientações curriculares da política educacional vigente (BRASIL, 1999, 2002, 2006). Estas orientações induzem a uma forte promoção da alfabetização Científica e Tecnológica necessária para os indivíduos viverem nos dias de hoje inseridos em um mundo cada vez mais impregnado de Ciência e Tecnologia. Neste sentido, Krasilchik e Marandino (2004, p. 20) destacam que a alfabetização científica “permite que o indivíduo esteja apto a resolver, de forma imediata, problemas básicos, relacionados ao seu dia-a-dia”.

#### **3.5.3.1 A Educação e o Conhecimento Científico e Tecnológico.**

Qualquer intenção de melhorar a alfabetização científica tem que começar considerando a quem, e por que proporcionar esta educação científica. Entendemos que os desenvolvimentos pessoais, sociais e culturais dos estudantes constituem uma das finalidades da escola, portanto, a educação em Ciência pode contribuir positivamente com este propósito, porque integra o currículo da educação básica do Ensino Médio, onde acreditasse ser reconhecida como etapa relevante na formação e desenvolvimento de aptidões nos estudantes.

Compete às Ciências abordadas nos ambientes escolares proporcionar um olhar próprio sobre o mundo e sobre os problemas da sociedade contemporânea. A educação científica é decisiva na construção de conhecimentos específicos relacionados com fenômenos e aspectos da vida cotidiana das pessoas e possibilita o desenvolvimento de competências que facilitarão a tomada de decisão sobre fatos do seu dia-a-dia. Esta importância da educação científica pode ser verificada por meio das respostas à questão 1, onde 98% dos estudantes (FIGURA 11) concordam que o estudo de Ciências estimula o interesse pelo conhecimento científico, o que pode desencadear uma série de possibilidades de intervenção nos espaços escolares.



**FIGURA 11: A EDUCAÇÃO E O CONHECIMENTO CIENTÍFICO**

Questão 1: O estudo de ciências estimula o interesse pelo conhecimento científico.  
 Questão 6: Para entender ciências é necessário experimento prático.  
 Questão 9: A ciência deve ser eliminada da escola.

No processo de abordagem no ambiente escolar do conhecimento científico, a questão 6 (FIGURA 11), indica que 83% dos estudantes concordam que deva ser empregada a prática experimental como facilitadora do entendimento de Ciências. Torna-se evidente que essa maioria de estudantes compreende a importância das atividades práticas como metodologia de ensino eficaz para promover a aprendizagem dos conteúdos científicos. Estas respostas nos balizaram para o direcionamento de ações que facilitassem a apropriação de conteúdos de Física a partir de atividades experimentais investigativas adequadas a cada situação de aprendizagem e que fosse capaz de proporcionar a compreensão, por exemplo, do funcionamento de um artefato tecnológico e, também, abrir espaço para discutir

aspectos econômicos e sociais a eles relacionados. As várias possibilidades de enfoques que a prática experimental no ensino de Física, e de Ciência em geral, pode assumir, são analisadas em diferentes trabalhos publicados nos últimos anos (ANGOTTI; MION, 2005; ARAÚJO; ABIB, 2003; CARVALHO et al., 1999; CARVALHO et al., 1998).

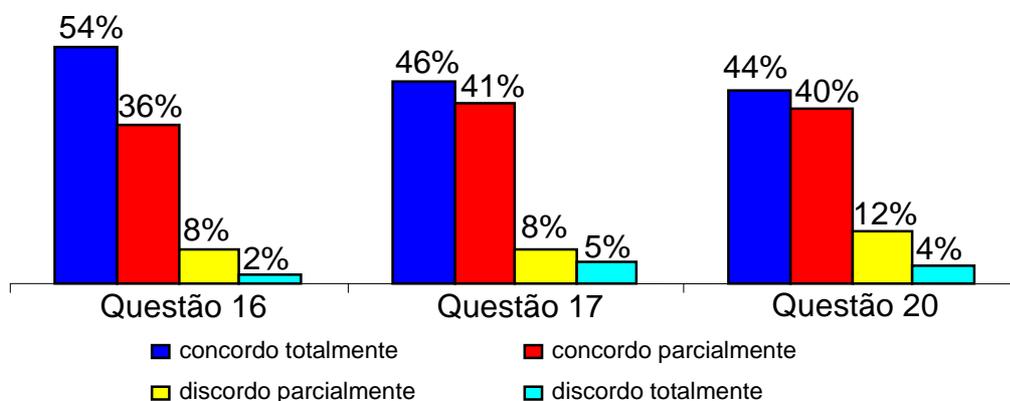
A questão nº 9 (FIGURA 11) foi formulada com o objetivo de verificar a receptividade da Ciência no contexto escolar. Detectamos, felizmente, que 96% dos estudantes são favoráveis à presença da disciplina de Ciências no currículo escolar, sendo que 88 % discordam plenamente de sua exclusão das escolas, resultado bastante satisfatório, embora não possamos atrelar este resultado diretamente com a disciplina de Física, porque esta disciplina não tem sido das mais atrativas no cenário escolar. Medir a receptividade da Ciência neste contexto teve como objetivo pontuar possibilidades e, a partir deste, propor metodologias que venham a proporcionar aulas de Física mais agradáveis e interessantes.

Sabemos, sem dúvida, que a evolução das Ciências, entre elas a Física, está na base dos principais componentes responsáveis pelo desenvolvimento tecnológico. Também acreditamos que uma abordagem da disciplina de Física, como parte integrante da cultura geral, deve ser absorvida pelo estudante. Portanto, o professor tem muita responsabilidade no ensino-aprendizagem de conteúdos que façam sentido para o estudante e promova uma melhor percepção de sua importância como instrumento de compreensão da realidade e promotor da emancipação e autonomia individual.

### **3.5.3.2 O Conhecimento Científico e a Cidadania.**

São cada vez maiores e mais elevadas as qualificações exigidas para o mercado de trabalho, fato que coloca uma grande pressão sobre as contínuas necessidades educacionais da população. Neste sentido, Krasilchik e Marandino (2004, p. 14), destacam que “[...] o processo de alfabetização em Ciências é contínuo e transcende o período escolar, demandando aquisição permanente de novos conhecimentos”. Também constatamos que 87% dos estudantes responderam afirmativamente a questão 17 (FIGURA 12), concordando que a

qualificação técnica e cultural facilitará sua escolha profissional, o que poderá potencializá-los a enfrentar os novos desafios do mundo do trabalho.



**FIGURA 12: O CONHECIMENTO CIENTÍFICO E A CIDADANIA**

Questão 16: A escola pode ser facilitadora para a compreensão de Ciência e Tecnologia.  
 Questão 17: O conhecimento sobre ciências pode ajudar na escolha da profissão.  
 Questão 20: Por meio da ciência, podemos modificar as formas de entender e interpretar fatos.

É desnecessário enfatizar que a capacidade científica e tecnológica de um país é absolutamente dependente do nível de educação adequado de sua população, porque Educação, Ciência e Tecnologia estão intimamente relacionadas (AULER, 1997; 2003; AULER; BAZZO, 2001). Ao longo do tempo, à medida que cresceram os conteúdos científicos, tornou-se proporcionalmente cada vez maior o número de pessoas capazes de posicionar-se nas fronteiras dos conhecimentos das várias áreas do saber e, portanto, com dificuldade em entendê-las. Na mesma proporção cresceu a ignorância tecnológica da maioria da população que, em conseqüência, não entende minimamente como funciona a maioria dos aparelhos eletroeletrônicos com que se defronta no dia-a-dia.

É preciso ter presente que o mundo em que o cidadão vive demanda conhecimentos básicos de Ciências e das Tecnologias mais utilizado. Esta é uma exigência para que o indivíduo não seja um incapacitado diante dos bens e serviços disponibilizados em seu cotidiano, porque poderá enfrentar dificuldades e, conseqüentemente, se expõe a riscos pessoais ao manipular essas novas tecnologias, por exemplo, quando necessita utilizar um caixa automático de um banco. Em outras palavras o sistema educacional deve, em todos os níveis,

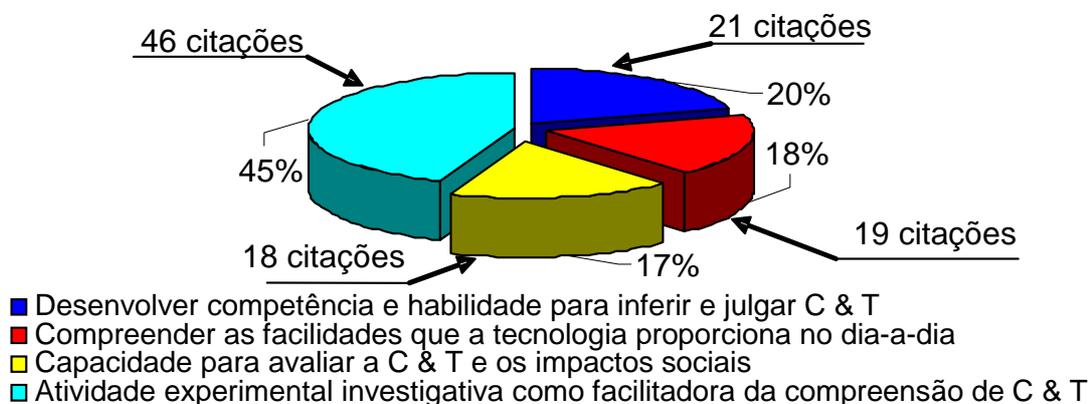
proporcionar uma educação adequada em Ciência e Tecnologia, uma vez que esta envolve uma questão de cidadania. Desse modo, a questão 16 (FIGURA 12) mostra que 90% dos estudantes creditam à escola a responsabilidade de facilitar a apropriação de conhecimentos de Ciência e Tecnologia.

Acreditamos que por meio de alterações ou adaptações no projeto pedagógico da escola seja possível contemplar diretrizes que facilitem uma proposta para os processos de ensino e aprendizagem que culmine numa apropriação, pelo estudante, do conhecimento relativo ao desenvolvimento tecnológico, proporcionando, ainda, condições para refletirem sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Consideramos que a compreensão de conteúdos científicos pode facilitar a vida das pessoas e que, portanto, deve ser adquirida pelo estudante, onde a Ciência pode ser um elemento motivador, se reconhecida como parte da cultura do povo e, contribuir para o exercício da cidadania.

As respostas à questão 20 (FIGURA 12) permitiram-nos constatar, de uma maneira geral, que a maioria dos estudantes valoriza e compreende a influência da Ciência e Tecnologia sobre a Sociedade, como também acredita que uma intervenção no ambiente escolar lhes oportunize a compreensão dos fenômenos originários do desenvolvimento tecnológico, além dos fenômenos naturais. Constatamos que 84% dos estudantes concordaram com o fato da apreensão dos conceitos de Ciência poder melhorar sua interpretação sobre os fatos e fenômenos que ocorrem em seu cotidiano e, segundo Krasilchik e Marandino (2004, p. 21) ao: “[...] provocar nos estudantes, e também na população em geral, a curiosidade e levá-los a se dar conta do papel que a ciência tem em suas vidas”.

Para concretizarmos a análise da escola como espaço de alfabetização científica e tecnológica, assim como, facilitadora dos processos de ensino-aprendizagem, procuramos saber o que pensam os estudantes acerca do papel da experimentação. O conteúdo das respostas à questão aberta número 3 (FIGURA 13), permitiu-nos conhecer suas concepções.

Questão nº. 3: Qual o papel da experimentação para compreender o desenvolvimento científico?



**FIGURA 13: ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA COMO FACILITADORA DO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA.**

A abordagem prática de conceitos científicos tende a ampliar a presença de conteúdos de Ciência na vida cotidiana, sinalizando para a importância do desenvolvimento de competências e habilidades capazes de promover condições para que os indivíduos possam inferir e fazer julgamentos, conforme citado por 21 estudantes nesta subcategoria que aponta para o seu papel de facilitar a aprendizagem do estudante. Muitas residências possuem atualmente vários aparatos tecnológicos, que transformam imagem e som, bem como transmitem comandos através de controles remotos, telefones celulares, além de disporem também de fornos de microondas, onde aquecem os alimentos, ao oscilar as moléculas de água que compõe estes, assim, como os aparelhos de som que tocam CD ou vídeo com DVD através da luz modulada.

Os estudantes estão inseridos neste contexto e necessitam apropriar-se de competências provenientes dos conceitos físicos e desenvolver habilidades para compreender os fenômenos implícitos no funcionamento desses vários aparelhos que fazem parte do seu dia-a-dia, como podemos verificar em citações dos estudantes:

[...] com conhecimento dos conceitos científicos melhora meu entendimento do meu dia-a-dia.

[...] nos capacita a desenvolver a democracia e principalmente o conhecimento de nossos direitos e deveres e assim exercer a cidadania.

[...] para entender o que está acontecendo na nossa proximidade nós precisamos saber o que está evoluindo.

[...] na aquisição de um produto não sermos enganados pelo marketing.

[...] com o conhecimento de Ciências os problemas ficam mais fáceis de resolver.

[...] com o conhecimento sobre Ciências poderei saber qual o melhor produto para adquirir e evitar um custo maior.

[...] todo o conhecimento quando adquirido abre novos horizontes e o aluno não fica alienado por não saber.

[...] a compreensão de Ciências nos ajuda a tomar decisões melhores.

A busca de informações e de maior compreensão sobre os fatos e processos naturais possibilita uma postura crítica e contribui para promover a formação científica do estudante.

A compreensão das facilidades decorrentes da tecnologia nas atividades cotidianas, citadas por 19 vezes pelos estudantes, indica-nos ser possível fazer uma aproximação da Ciência pesquisada em laboratório com as facilidades proporcionadas pela tecnologia, empregando propostas centradas na experimentação investigativa, foco de nossa proposta metodológica. Também os impactos na vida cotidiana dos cidadãos decorrentes da dinâmica das transformações tecnológicas foram citados por 18 vezes pelos estudantes, onde podemos deduzir, principalmente, pela disponibilidade de aparatos eletroeletrônicos em seu dia-a-dia, como os computadores pessoais, telefone celular, CD, DVD, MP3 e MP4, filmadoras digitais, máquinas fotográficas digitais, os serviços remotos (banco, comércio eletrônico, entre outros), automação industrial, a nanotecnologia e, ao considerarmos, que o mundo encontra-se em constante transformação, principalmente, em decorrência da evolução da Ciência e Tecnologia, percebemos que os desafios no campo da Educação não são pequenos. Deste modo, se a Ciência e Tecnologia estivessem numa escada rolante que se deslocasse continuamente acelerada e, em sentido contrário ao movimento de todos os demais fatores, isto necessariamente os obrigaria a subir cada vez mais rápido para permanecer na mesma altura.

Para não perder contato e compreensão do desenvolvimento científico e tecnológico, todos os indivíduos devem fazer significativos esforços, principalmente

na escola ou por meio das várias fontes de informação disponibilizadas para a população (jornais, TV, revistas, etc.), para acompanhar a evolução científica. Caso não acompanhe ou suplante a escada da evolução científica e tecnológica, os indivíduos tornam-se analfabetos tecnológicos. Cremos, também, que na evolução científica não há patamar definitivo a ser atingido, pois a escalada é contínua, ou seja, a escada não tem fim. Também é cada vez maior e elevada as qualificações exigidas para os postos de trabalhos em qualquer setor da atividade industrial e mesmo no setor de serviços, fato que coloca uma grande pressão sobre as necessidades educacionais da população, como cita um estudante que acredita que “[...] o conhecimento de tecnologia pode facilitar a escolha de uma profissão”. Podemos interpretar que este estudante vincula o conhecimento de tecnologia com sua empregabilidade. É preciso ter consciência de que no mundo que vivemos exige de todos os cidadãos o domínio de conhecimentos básicos de Ciências e das Tecnologias mais utilizado, sendo esta uma exigência não só para o mercado de trabalho, mas, antes de tudo, para que o cidadão não seja um ignorante diante dos bens e serviços utilizados e disponibilizados no seu cotidiano, sendo estas preocupações manifestadas pelos estudantes ao afirmarem que:

[...] mais acesso à informação pode facilitar minhas decisões.

[...] o conhecimento científico deve ser divulgado para a sociedade para ser debatido seus benefícios.

[...] o conhecimento de tecnologia nos mostra como funcionam as coisas.

[...] existem situações que se torna necessário o conhecimento científico para tomarmos uma decisão.

[...] conhecendo mais Ciências é se manter mais informado e tomar decisões com fundamentos.

[...] devemos entender Ciências porque ela está presente em tudo a nossa volta.

Podemos interpretar, por meio destas respostas, que não se trata apenas de uma questão relacionada com a empregabilidade do indivíduo, mas uma questão mais ampla de cidadania. Também temos convicção que a experimentação em sala de aula é uma prática muito ausente, motivo pelo qual a maioria dos estudantes, um total de 46 citações, mencionou ser uma ferramenta útil para o entendimento dos conceitos teóricos de Física. Sabemos, ainda, que estas atividades não estão

vinculadas aos conteúdos deste componente curricular, pois seria uma maneira concreta de mostrar fenômenos naturais que ocorrem no dia-a-dia.

É possível vincular esta prática ao desenvolvimento tecnológico ancorado, em muitos casos, nos conceitos Físicos já estudados. Também é compreensível que, para construir o conhecimento científico, em muitas das vezes é necessário recorrer a um apetrecho que envolva certo grau de sofisticação tecnológica, o qual servirá de facilitador para investigações que exigem certo rigor nos resultados de suas hipóteses para se obter sucesso. Podemos citar, por exemplo, a área da Medicina, que por meio de seus vários artefatos tecnológicos trata e investiga algumas patologias, assim como na área de ensino, principalmente em relação ao desenvolvimento dos meios de comunicação facilitada pela aplicação e compreensão dos conceitos desenvolvidos por meio da Física moderna.

Desse modo, a adoção de procedimentos de ensino que contemplem atividades experimentais, gera uma expectativa aos estudantes, sendo capaz de motivá-los a se envolverem com a aprendizagem e com questionamentos propiciados pelo trabalho investigativo aplicado sobre um determinado conteúdo, como algumas citações:

[...] com aulas mais práticas entendemos melhor os conteúdos de Física.

[...] com a experimentação podemos comprovar a veracidade das novas descobertas.

[...] aprimorar nossos conhecimentos científicos.

[...] toda a imagem fixa mais do que palavras e leitura.

[...] ao visualizarmos ou experimentarmos algo, dificilmente esquecemos e aprendizagem ocorre mais facilmente.

[...] com a experimentação fica mais claro o como?, o por quê?; muitas dúvidas são esclarecidas.

[...] um momento que podemos vivenciar os conteúdos estudados e avaliar seus efeitos.

[...] concretiza aquilo que aprendemos durante as aulas.

Para concluir, a nosso ver, o trabalho experimental não é só uma presença pobre no ensino de Física, já que seu planejamento e utilização por parte de muitos professores ocorrem de maneira isolada, quando realizadas, tendem a apresentar uma visão distorcida da disciplina de Física, mostrando que tudo está pronto.

Portanto, temos como objetivo mudar este panorama e vincular ao trabalho experimental atividades que, além de motivadoras e envolventes, mostrem conteúdos mais contextualizados e, na medida do possível, voltados para o cotidiano do estudante.

### **3.5.4 Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável.**

O século XX testemunhou o maior e mais rápido avanço tecnológico da história da humanidade e também as maiores agressões ao meio ambiente, decorrente de um desenvolvimento que não considerou os impactos relevantes da revolução industrial e o esgotamento dos recursos naturais. Por outro lado, nas últimas décadas, preocupações com os aspectos ecológicos vêm se ampliando, dentro de um modelo que busca uma relação de equilíbrio, resgatando a nova ética na relação do homem com a natureza. Portanto, a exploração de recursos naturais para suprir as necessidades de consumo da população e aumentar os ganhos financeiros de uns poucos, por meio da Ciência e Tecnologia, colocou o homem muito distante da natureza (ANGOTTI; AUTH, 2001).

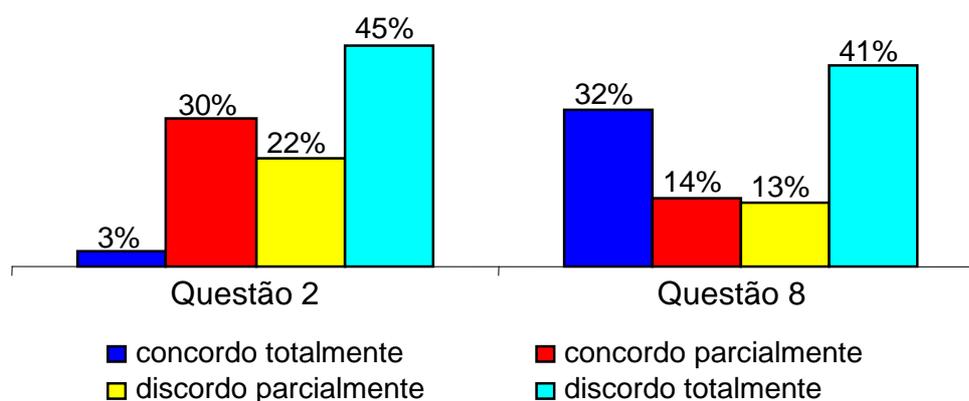
Entendemos que o homem se excluiu do conceito de natureza e posicionou-se acima desta, sentindo-se muito poderoso e detentor de propriedade racional, legitimou degradação do meio ambiente que foi percebida meramente como fonte inesgotável de recursos naturais e incentivou sua exploração desenfreada para atender suas necessidades imediatas de consumo, sem medir conseqüências futuras. Críticas neste sentido são formuladas por Angotti (2001), ao afirmarem que:

À medida que o uso abusivo de aparatos tecnológicos tornava-se mais evidente, com os problemas ambientais cada vez mais visíveis, a tão aceita concepção exultante de C & T com a finalidade de facilitar ao homem explorar a natureza para o seu bem-estar começou a ser questionada por muitos. (ANGOTTI; AUTH, 2001, p. 15)

A complexidade da questão ambiental colocou para o mundo contemporâneo o debate que hoje presenciamos. Os investimentos das nações no sentido de valorizar o paradigma ambiental que tira a natureza de uma posição de passividade e inércia, considerando o meio ambiente como expressão de criatividade, diversidade e depositário da relação de todos os seres e, tem como objetivo,

resgatar a qualidade de vida das populações. Para atingir esta meta, será necessária a construção de uma ética ambiental, entendida como a conscientização ambiental que potencializa a intervenção da educação em Ciências no ambiente escolar com apelo preponderante para valores de preservação (SILVA; CARVALHO, 2002). A intersecção de preocupações que devem abranger a saúde, a educação, a qualidade de vida, o direito, a política e cultura nos desafios presentes para uma perspectiva de desenvolvimento sustentável, requerem uma articulação precisa com valores de justiça social, como a democracia, os direitos humanos e a satisfação de necessidades humanas básicas (ANGOTTI; AUTH, 2001).

Neste contexto de estreitas relações sociais e ambientais da atividade humana e, analisando as respostas das questões 2 e 8 (FIGURA 14) verificamos que 67% e 54% dos estudantes, respectivamente, discordam da afirmação da questão, o que nos permite perceber que há uma preocupação quanto à visível degradação do meio ambiente provocada pela ação humana.



**FIGURA 14: EXPLORAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS PARA SUPRIR A TECNOLOGIA**

Questão 2: O desmatamento para cultivar alimentos traz benefícios ao meio ambiente.

Questão 8: Nosso planeta dispõe de recursos naturais finitos.

Ao analisar as respostas dos estudantes, percebemos que essa preocupação, em grande parte, tem origem nos diferentes meios de comunicação, com destaque para a televisão, que explora o assunto de forma bastante intensa, uma vez que a educação formal, apesar das orientações em documentos oficiais (PCN, 1999; PCN+, 2002) sobre educação ambiental, não tem promovido a adequada discussão

das temáticas ambientais através das disciplinas escolares. Acreditamos que a forma de como os estudantes obtêm informações sobre este tema e, demonstrarem preocupações com o meio ambiente tenha origem nos meios de comunicação e, não, por meio das atividades que se desenvolvem nos espaços escolares.

A necessidade de conciliar desenvolvimento econômico e preservação do meio ambiente são duas questões antes tratadas separadamente, o que dificultava a formação do conceito de desenvolvimento sustentável como alternativa para a comunidade internacional. É consciente a necessidade de tratar com racionalidade a utilização dos recursos naturais disponíveis, uma vez que estes podem se esgotar. Assim, cremos ser necessário que a sociedade se mobilize no sentido de organizar-se para que o desenvolvimento econômico não seja predatório, mas sim sustentável (SÁ; MARTINS, 2005; SOARES; NAVARRO; FERREIRA, 2004). Porque, na medida em que um modelo de desenvolvimento se mostre socialmente injusto e ecologicamente devastador, também comprometerão a sobrevivência do homem em seu meio natural.

O mundo atual nos apresenta a soberania da Ciência e da Tecnologia através de avanços científicos jamais registrados anteriormente pela história da humanidade e seus benefícios que disponibilizaram para o homem a facilidade da tecnologia, por meio de avanços científicos, assim como, o avanço da Ciência através do desenvolvimento de aparatos tecnológicos, mas também possibilitou comprometimentos negativos relativos ao meio ambiente social e natural. Conforme Angotti (2001):

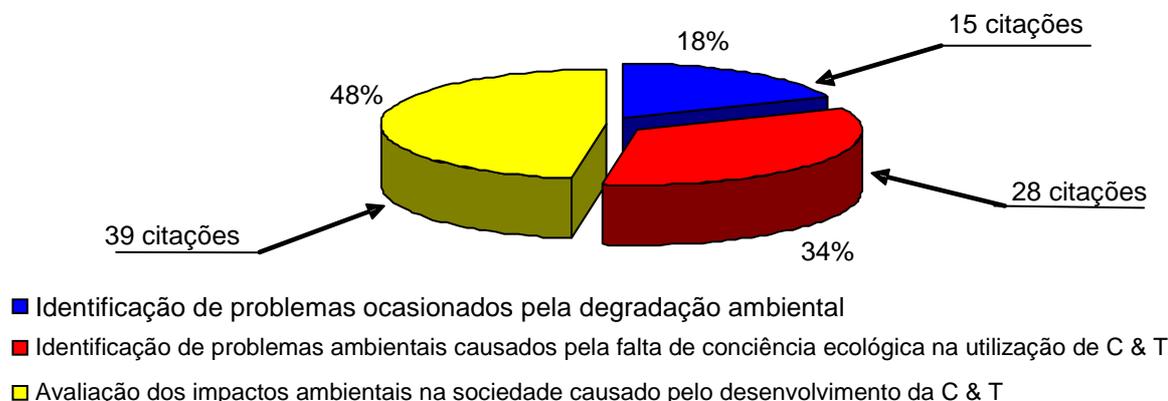
Esses efeitos colocaram em pauta a necessidade de uma reapropriação subjetiva do conhecimento e a inserção de novas tecnologias da informação e comunicação nos processos educativos, assim como o estímulo a percepção crítica do que é oferecido como novas tecnologias poderá induzir que o homem enquanto sujeito se reaproprie do conhecimento para promover suas escolhas na perspectiva da construção do pensamento. (ANGOTTI; AUTH, 2001, p. 5)

Sabemos que vários setores da sociedade chamam a atenção para as modificações impostas ao meio ambiente, como por exemplo, pela emissão de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) a níveis intoleráveis, que alteram a temperatura da Terra e

provocam o chamado efeito estufa, hoje amplamente divulgado pela imprensa como causador do aquecimento global.

Ao analisar as respostas dos estudantes (FIGURA 15) foi possível traçar um perfil sobre como é entendida esta questão ecológica na escola envolvida nesta pesquisa. As respostas à questão aberta nº 5, também permitiram interpretar como os estudantes enxergam os impactos ambientais causados pelo desenvolvimento tecnológico. Questão esta elaborada para que pudéssemos analisar qual o nível de sensibilidade dos estudantes sobre esse assunto. No gráfico mostramos os percentuais da análise de conteúdos das respostas, onde foi possível discernir o que pensam os estudantes sobre os impactos ambientais causados pela tecnologia.

*Questão 5: Impactos ambientais causados pela falta de conscientização ecológica e uso indiscriminado dos recursos naturais pela tecnologia poderão gerar desequilíbrios irreversíveis no meio ambiente? Por quê?*



**FIGURA 15: AGRESSÕES AO MEIO AMBIENTE CAUSADO PELO DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA.**

**Obs.:** Freqüência em números absolutos e percentuais em relação ao total de citações classificadas neste grupo.

Nas respostas dos estudantes ficou evidenciado ser importante conter a ocupação e a modificação desordenada dos espaços naturais, onde a indicação de problemas ocasionados pela degradação ambiental foi citada por 39 vezes. Esta preocupação foi levantada, por exemplo, por um estudante que afirmou: “[...] estão deixando o planeta sem suas fontes naturais”, o que pode provocar segundo nossas concepções, um ambiente impróprio para a vida humana. Temos consciência da ocorrência de desmatamento em ritmo acelerado, situação muito divulgada pela

imprensa falada, escrita e televisiva que mostram a transformação de florestas em espaços para pastagem ou cultivo de alimentos, assim como, o uso indiscriminado de energia proveniente de um recurso finito, como o petróleo e, que agora se buscam alternativas energéticas para substituir esta fonte por outras renováveis como, por exemplo, o álcool e os demais biocombustíveis.

Outro ponto preocupante, segundo as respostas dos estudantes, é a visível poluição das águas em nossas cidades, onde rios são transformados em depósitos de lixo, esgoto e resíduos, criando um ambiente intolerável para se viver e possibilitando a proliferação de insetos e ratos, aumentando exponencialmente o risco de epidemias. Estas preocupações dos estudantes são observadas, por exemplo, nas seguintes respostas:

[...] as fábricas, por exemplo, jogam lixo em rios, causam a poluição do ar e etc.

[...] o lixo, se cada pessoa tivesse consciência e jogasse menos lixo, prejudicaria menos a natureza.

[...] muitas fábricas com sua tecnologia jogam na natureza produtos que causam danos que nunca mais será reparado.

[...] o efeito estufa causado pela poluição do ar, afeta diretamente o cotidiano de todos; esse fato é visto principalmente em São Paulo, a metrópole mais poluída.

Somos solidários com os relatos sobre como o efeito estufa compromete a qualidade do ar, principalmente, devido a grande emissão de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e outros poluentes na atmosfera, que associado aos vapores de água contribuem para o aquecimento global. Segundo Kerr (2004, p. 332): “A absorção do vapor de água e dióxido de carbono é tão forte que outros gases que absorvem em comprimentos de ondas similares contribuirão muito pouco com o efeito estufa, a não ser que tenham concentrações parecidas”. Portanto, um aumento na concentração de *dióxido de carbono* é um fator que potencializa a elevação da temperatura média do planeta, que conforme Kerr (p. 333): “[...] desde 1861 a temperatura média da Terra subiu (0.6 ± 0.2) °C”.

Com relação ao efeito estufa, constata-se que a absorção de radiação infravermelha proveniente da reflexão da luz visível do Sol na superfície da Terra está relacionada principalmente com o vapor de água (H<sub>2</sub>O) e com o dióxido de

carbono (CO<sub>2</sub>). Estes dois gases contribuem com um total de 155 W.m<sup>-2</sup> de radiação absorvida por todos os gases que causam o efeito estufa, onde o 'vapor de água' contribui com 65%, ou seja, 100 W.m<sup>-2</sup>.e o 'dióxido de carbono' contribui com 32%, ou seja, 50 W.m<sup>-2</sup> (KERR, 2004). O autor também destaca, ibid (p. 332) que: “[...] o vapor de água é o principal gás estufa e o CO<sub>2</sub> é o segundo em importância, com uma contribuição que é a metade do primeiro”. Temos consciência de que o efeito estufa está em contínuo aumento e pode trazer consequências dramáticas para a civilização, como destaca Kerr (2004)

As possíveis consequências desse aquecimento seriam: o derretimento da água congelada na cobertura das montanhas e em geleiras, a elevação dos oceanos devido a esse derretimento e a expansão térmica da água, o aumento da quantidade de nuvens, vapor de água e, conseqüentemente, da quantidade de chuvas, alterações das características do ambiente em diferentes regiões etc. (KERR, 2004, p. 330)

Devido a preocupação com estas questões, um estudante respondeu: “[...] estamos sofrendo as consequências do desmatamento com as variações climáticas”. Podemos detectar nessa resposta uma clara preocupação com o meio ambiente e, igualmente importante, a compreensão de que uma postura de agressão ao meio ambiente é a causa dessa preocupação.

Também identificamos 28 citações que apontaram à falta de consciência ecológica na exploração de matéria prima para suprir o desenvolvimento de Ciência e Tecnologia. Se não forem freados alguns dos processos industriais que agredem o meio ambiente com a industrialização, será difícil manter um equilíbrio ambiental que garanta a própria continuidade da vida humana, como aponta um estudante: “o homem necessita urgentemente de uma consciência para preservar a vida em nosso planeta, mas ainda engatinha na questão ambiental”. Acreditamos que realmente o ser humano, já está convivendo com as consequências de agressões que provoca na natureza, o que é bastante perceptível nas alterações climáticas em diversas partes do planeta (KERR, 2004). Outras respostas apontam para as consequências que a falta de consciência ecológica pode causar à natureza, são descritas a seguir:

[...] se não houver uma conscientização dos governos, da população, os desequilíbrios da natureza serão irreversíveis a médio prazo.

[...] as pessoas precisam e devem conservar os recursos naturais, pois eles não são inesgotáveis e o uso em excesso pode causar seu esgotamento.

[...] as pessoas acabam cometendo erros, como jogar lixo em locais inadequados e, muitas vezes por falta de orientação das conseqüências dessa atitude.

Também nos causa muita preocupação o acúmulo de materiais sintéticos no lixo urbano e industrial, porque necessitam de um tempo muito longo para se degradar, como é o caso dos plásticos de vários tipos, produzidos através do petróleo, que se difundiram na indústria de embalagens, de mobiliários, de equipamentos de veículos, entre outras aplicações. Sabemos que há esforço para torná-lo mais degradáveis ou mais facilmente reutilizáveis, após coleta seletiva, a exemplo do que acontece com a embalagem tipo PET (POLITEREFLATATO DE ETILA).

Na análise da questão sobre como os estudantes avaliariam os impactos ambientais causados pela Ciência e Tecnologia, identificamos 15 citações que apontam uma preocupação, principalmente, relacionada com a degradação ambiental causada pela exploração de matérias primas para serem manufaturadas e o desmatamento para a produção de alimentos.

[...] o desmatamento na Amazônia poderá provocar no futuro um desequilíbrio na natureza.

[...] o uso da tecnologia pelo homem está destruindo o que a natureza levou anos para construir.

[...] os danos causados ao meio ambiente, com excesso de degradação, podem chegar a níveis impossíveis de serem repostos.

[...] a diversidade em uma área de mata virgem nunca será reposta, sendo uma perda irreversível.

[...] o uso indevido de recursos naturais causam estragos ao meio ambiente.

Entendemos que não há somente aspectos positivos, mas também negativos relacionados à evolução tecnológica. Não se trata de revogar as conquistas tecnológicas alcançadas, porque as alterações estruturais na indústria propiciada pela informatização, potencializaram a automação e aperfeiçoaram os processos produtivos nas últimas décadas nos possibilitou o acesso a mais e melhores bens materiais como casas, veículos, vestuários, equipamentos, alimentos e medicamentos, além de bens abstratos como a comunicação e informação, educação, cultura e esporte (AULER; BAZZO, 2001). Por outro lado, não podemos

desprezar os efeitos deletérios provocados pelo desenvolvimento urbano, pelos impactos ambientais e sociais relacionados com o uso maciço de equipamentos proveniente do desenvolvimento tecnológico, como por exemplo, o aumento significativo da frota de veículos.

Neste contexto de preocupações, assume relevância o fato que a população mundial vem crescendo, assim como, sua expectativa de vida, como temos consciência que nosso planeta dispõe de recursos naturais finitos, e que sua preservação venha a ser dificultada devido ao crescimento desenfreado do consumo de bens e alimentos, provocado pelo crescimento da população mundial, necessariamente é oportuno vislumbrar antídotos que venha amenizar este crescimento de problemas ecológicos por meio de um planejamento de políticas públicas de uso social de recursos naturais e de preservação do meio ambiente (ANGOTTI; AUTH, 2001). Por tudo isso, *ibid* (p. 21) destacam que: “Podemos considerar a questão ambiental como inserida numa problemática maior, fazendo parte, entre outras, das questões culturais, sociais e políticas, e como tal deve ser compreendida nas relações sociais”.

Nesta perspectiva, devemos repensar os rumos de nossa sociedade e questionar criticamente até quando poderemos manter nossos padrões de consumo? Em que medida está comprometida a qualidade de vida das gerações futuras? Até que ponto o desenvolvimento pode mesmo ser sustentável? As respostas para estas questões poderão apontar para caminhos em uma encruzilhada da história da humanidade que nos permitam escapar de um futuro bastante sombrio.

O diagnóstico das concepções prévias dos estudantes, sobre a relação CTS, nos aponta para uma intervenção no ambiente escolar que abrangesse reflexões sobre educação ambiental, cujo resultado de pesquisa nos permitiu detectar: a) preocupações com a degradação ambiental; b) consciência de que a sociedade deve influenciar no desenvolvimento da tecnologia; c) a escola como facilitadora da apropriação de conhecimento, por meio de uma articulação de conteúdos no ensino de Ciências e potencialize as pessoas a mudarem concepções errôneas ou equivocadas do desenvolvimento científico.

Deste modo, preocupamo-nos, em planejar uma intervenção no ambiente escolar que abrangesse aspectos do movimento CTS, por ser este plenamente adaptável à necessidade de compreensão da dimensão científica e tecnológica e suas conseqüências sociais e ambientais. Ao optamos por: uma atividade experimental investigativa, pesquisa de conteúdos e seminários para apresentar resultado destas pesquisas e oportunizar discutir e refletir sobre os conteúdos apresentados, a partir de procedimentos e conteúdos didáticos diversificados e disponibilizados aos grupos venha a promover a apropriação, em sala de aula, dos vários conceitos de Física implícitos nos trabalhos apresentados pelos estudantes, por meio das diferentes dimensões oportunizadas pela relação Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Ao considerar temas ligados à experiência cotidiana da comunidade escolar, vislumbramos uma excelente oportunidade de conectar conteúdos de Física, já tradicionalmente trabalhados em sala de aula, aos diferentes aspectos do enfoque CTS.

## **CAPÍTULO 4**

### **4 AÇÃO – INTERVENÇÃO: PARTE II - ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.**

Neste capítulo abordaremos sobre as intervenções desenvolvidas no ambiente escolar, como resultado do diagnóstico das concepções dos estudantes sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Os resultados apontaram para uma intervenção que estimulasse os estudantes a compreender a disciplina de Física por meio de uma atividade experimental investigativa que utilizasse um aparato tecnológico familiar a seu dia-a-dia. Para atender esta expectativa, inicialmente, planejamos a realização de uma pesquisa sobre temas relacionados à produção de energia elétrica, cujos resultados foram apresentados sob a forma de seminários. Tínhamos como objetivo coletivizar os debates e socializar a aprendizagem dos temas disponibilizados para pesquisa. Posteriormente aplicamos uma intervenção experimental investigativa, onde utilizamos um chuveiro elétrico como objeto de estudo, que ao fazer parte do cotidiano, oportuniza e motivam o estudante a apropriar-se de novos conhecimentos, atitudes e valores, onde, os instrumentalizamos a compreender o consumo de energia elétrica, o funcionamento do chuveiro elétrico e os conceitos físicos implícitos no objeto de estudo.

Portanto, o conjunto de atividades desenvolvidas teve como objetivo oportunizar ao estudante possibilidades para que aprenda a pensar e refletir criticamente com objetivo de capacitá-lo a resolver problemas ou questões físicas que venham a se apresentar durante a vida, atendendo os preceitos básicos do enfoque CTS que balizou este trabalho.

#### **4.1 A Sala de Aula Como Cenário de Ensino-Aprendizagem.**

Sabe-se que a sala de aula é o espaço onde os estudantes passam a maior parte de seu tempo no ambiente escolar. Temos entendimento de que o professor é

o principal responsável pela dinamização deste espaço e que seu trabalho deve centrar-se no desenvolvimento de ações que possibilitem a construção do conhecimento pelos estudantes. Como responderam 90% dos estudantes (questão 16, da pesquisa de concepções sobre CTS) que apontam a escola como facilitadora da apreensão de conhecimentos sobre Ciência e Tecnologia, coube a nós propormos atividades que contemplassem esses conhecimentos.

Têm-se estudado muito as práticas pedagógicas que possam contribuir para uma melhor percepção do que fazer e principalmente, como fazer no ambiente da sala de aula para que o ensino e a aprendizagem ocorram adequadamente e, na medida do possível, seja significativa para o estudante (ARAÚJO; ABIB, 2003; ANGOTTI; MION, 2005, ANGOTTI; AUTH, 2001 ARRUDA et al., 2004; CARVALHO, 1998; CARVALHO et al., 1999; COLL, 1998; MOREIRA, 1982, entre outros). Segundo Ausubel et al. (1980, p. 32) uma aprendizagem significativa: “[...] implica a aquisição de novos conhecimentos”, enquanto Moreira e Buchweitz (1989, p. 20) destacam que: [...] “isto ocorre quando a nova informação se fixa em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz”. Portanto uma aprendizagem feita de forma dialógica permite a construção de conhecimentos e potencializa o estudante para que atue motivado, podendo ocorrer uma maior probabilidade de despertar seu interesse e atenção, conforme destacam Delizoicov, (2002) e Araújo (2003):

A dialogicidade do processo diz respeito à apreensão mútua dos distintos conhecimentos e práticas que os sujeitos do ato educativo – alunos e professores – têm sobre situações significativas envolvidas nos temas geradores, com base nos quais se efetiva a educação dialógica. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002, p 193).

A criação de situações facilitadoras para o aprendizado pode ser caracterizada também pela possibilidade de se gerar conflitos cognitivos através da utilização de métodos dialógicos de ensino que privilegiam a “inclusão” dos estudantes no processo de aprendizagem. (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 190)

Independentemente da atividade desenvolvida em sala de aula acreditamos que deva ter entre seus objetivos a motivação e, conseqüentemente, seja capaz de influenciar positivamente o estudante a construir seu conhecimento. Nesta linha de argumentação, Laburú (2007, p. 389) chama a atenção para o fato que: “[...] um sujeito intrinsecamente motivado procura novidade, entretenimento, satisfação da

curiosidade, oportunidade para exercitar novas habilidades e obter domínio”. Nessa condição, compreendemos ser salutar que o estudante seja incentivado ao aprendizado a cada aula ou atividade, assim, apropriar-se de saberes, por ser-lhe estimulante e mesmo desafiador.

No âmbito do Ensino de Física, uma atividade que mais incentiva a interação com o conhecimento é a atividade experimental que oportuniza ao estudante a apropriação do significado científico de conhecimentos físicos disponibilizados para apreender, principalmente, quando relacionado com situações vivenciadas no seu dia-a-dia, e fazer desta oportunidade uma ocasião para construir e desenvolver conceitos. Conforme destaca Borges (2002, p. 31): “Os professores de Ciências, tanto no Ensino Fundamental como no Ensino Médio, em geral acreditam que a melhoria do ensino passa pela introdução de aulas práticas no currículo”. Como também afirmam Araújo (2003):

[...] o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente. (ARAÚJO; ABIB 2003, p. 176).

Para potencializar o trabalho experimental como uma atividade produtora de conhecimento, devemos atentar para a necessidade de um planejamento que contemple o estabelecimento de um problema a ser resolvido e não apenas lidar como uma situação que envolva a mera aplicação da teoria. A resolução de problemas, entendida como tal, é uma forma de apropriar-se do conhecimento, uma estratégia de ensino e não um simples exercício de aplicação da teoria (CARVALHO, 1999). Conseqüentemente, ao abordarmos os conteúdos de Física através de problemas abertos que estimulem o afloramento das concepções prévias e sejam vinculados a fenômenos ou atividades vivenciadas pelo estudante em seu cotidiano, procuramos criar condições ou situações contextualizadas para que reflitam sobre a importância do papel da Física no seu dia-a-dia. Segundo Araújo (2003), uma atividade experimental pode:

[...] despertar facilmente o interesse dos estudantes relacionarem-se à ilustração e análise de fenômenos básicos presente em situações típicas do cotidiano. Estas situações são consideradas como fundamentais para a formação das concepções espontâneas dos estudantes, uma vez que estas

concepções se originariam a partir da interação do indivíduo com a realidade do mundo que os cerca. (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 186)

Assim, os problemas apresentados em sala de aula necessitam serem resolvidos e discutidos em grupos (FIGURA 16) de forma a promover uma reflexão do caráter social da Ciência e, também, situarem-se num contexto familiar ao estudante, ser visível, assim como sua solução não deve estar previamente estabelecida, podendo mesmo não se constituir como única, uma vez que em atividades que envolvam problemas abertos oportunizam-se caminhos diferentes para resolver um problema (CARVALHO, 1999; 1998; ARRUDA et al., 2004; AZEVEDO, 2004). Quando trabalham com problemas reais, os estudantes mostram durante suas interações, uma maior riqueza de detalhes em relação às dúvidas e concepções sobre o problema a ser investigado, principalmente se o mesmo fizer parte do seu cotidiano. O trabalho em grupo, na resolução de problemas, ajudou os estudantes a tomar consciência de diferentes pontos de vista, como: aprender a negociar e a trabalhar em benefício de um objetivo coletivo (VYGOTSKY, 1984).



**FIGURA 16: RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM GRUPO.**

Outra circunstância que também favoreceu o desenvolvimento de explicações científicas apropriadas foi a utilização de uma linguagem mais próxima da realidade do estudante associada à discussão dos conceitos físicos implícitos no objeto de estudo. Essas ações proporcionaram um enriquecimento no processo de elaboração de significados na construção conceitual, onde a intervenção em sala de aula

contribuiu para o desenvolvimento de pensamentos e raciocínios científico coerente e, epistemologicamente correto, conforme destacam Araújo (2003):

[...] no caso destas atividades, com problemas reais, o próprio caráter de investigação das mesmas pode ser considerado como um elemento facilitador para uma abordagem que seja centrada nos aspectos cognitivos do processo de ensino-aprendizagem, intrínsecos de uma metodologia que busca uma transformação mais profunda nos estudantes, seja ela vinculada aos aspectos conceituais, como a capacidade de reflexão, abstração, generalização, síntese e de senso crítico. (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 186, grifo nosso)

A sala de aula é um sistema complexo onde se originam inúmeras interações e, ao se promover, um ambiente adequado, confiável e, ao mesmo tempo desafiador, os estudantes se encorajam a exprimir e debater suas opiniões. Quando este tipo de ambiente é combinado com tarefas que promovam a interação e o trabalho cooperativo com a prática de resolução de problemas, o resultado final é o desenvolvimento da capacidade de argumentação e compreensão das teorias científicas discutidas (AZEVEDO, 2004; CAPPECHI, 2004; DEMO, 2003).

A intervenção no ambiente escolar, especificamente em sala de aula, contemplou inicialmente uma prática que envolveu a realização de seminários, visando dar ancoragem à atividade experimental investigativa baseada na exploração dos conceitos físicos implícitos no chuveiro elétrico. A atividade intitulada “Processos de produção de energia elétrica”, apresentada sob a forma de seminários, incentivou o debate durante as apresentações dos grupos, promovendo a aquisição e compreensão de conhecimentos dos temas abordados (CAPPECHI, 2004). Esse momento foi organizado de modo que os estudantes fossem desafiados a expor o que interpretaram da pesquisa, isto é, inicialmente a argumentação feita por eles prevaleceu, para que, em seguida, o mediador (professor) fosse se interagindo sobre o conteúdo pesquisado. Com a provocação do mediador às questões propostas para a pesquisa, algumas situações significativas, durante as apresentações, foram exploradas e, assim, oportunizando discussões sobre o tema da pesquisa.

A função mediadora do professor foi caracterizada pela apreensão e compreensão por meio da verbalização dos estudantes ao apresentar as questões propostas para a pesquisa, onde realçou as informações pesquisadas e provocou

questionamentos, posicionamentos e levantamentos indagações sobre o assunto apresentado, mas, não se restringindo a responder ou fornecer explicação final. O objetivo da intervenção mediadora era dar abertura à manifestação de explicações contraditórias, localizando as possíveis limitações e lacunas do conhecimento que está se vislumbrando (CAPPECHI, 2004). O ponto culminante dessa problematização foi provocar o estudante e, assim, induzi-lo a perceber da necessidade de aquisição de novos conhecimentos que ainda não haviam sido assimilados, ou seja, procuramos configurar a situação apresentada como um problema real a ser discutido que precisava ser enfrentado ou resolvido. Com esta estratégia tínhamos como objetivo, além de promover o conhecimento, gerar uma grande carga motivadora para o processo de aprendizagem. A esse respeito Laburú (2007, p. 387) destaca ser importante que o estudante: “[...] seja o protagonista da sua aprendizagem, deve ser um sujeito ativo na construção do conhecimento”. Outro recurso que disponibilizamos para a pesquisa e apresentação dos temas propostos para o seminário foi a utilização da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC), segundo Vianna (2004, p. 137): “Para os alunos, ele, o computador, não é mais desconhecido, utilizam-no para melhorar a apresentação de trabalhos, divertem-se em jogos, comunicam-se por e-mails e até pesquisam na internet”(grifo nosso).

Portanto, utilizamos a sala de informática da unidade escolar, por ser um ambiente reconhecidamente de motivação e, assim, potencializaria o estudante a desenvolver sua autonomia e realizasse de forma satisfatória a integração interdisciplinar dos temas pesquisados e considerar as diferentes abordagens apontadas para a Ciência, como também destaca Araújo (2003) ao asseverarem que:

A utilização de novas tecnologias [...] está se tornando cada vez mais acessível aos meios educacionais. Diante disso, os computadores podem ser considerados como uma importante ferramenta de auxílio ao ensino de Física, apresentando imensas potencialidades de uso. (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 186)

Vianna e Araújo (2004) também destacam que a utilização dessa nova tecnologia é uma realidade no cotidiano das pessoas, assim como no dia-a-dia de muitos estudantes ao enfatizar que (ibid, p. 139): “[...] será com essa nova tecnologia que ele, o professor, poderá mudar o ritmo da aprendizagem, articulando suas

diferentes formas e as informações que chegam por meio dela constantemente” (grifo nosso). A utilização das TICs no ambiente escolar e, por conseqüência, da internet, promoveu a oportunidade para que os estudantes se apropriassem de conhecimentos disponibilizados em vários sites que facilitaram a pesquisa dos temas propostos em bibliotecas, laboratórios virtuais, cursos on-line, softwares, exercícios de auto correção animações e simulações.

#### **4.2 O Seminário Como Espaço de Discussão e Debate.**

O seminário é uma técnica de ensino que, em seu desenrolar, se utiliza à exposição oral, a discussão e o debate de temas, pois sua finalidade é pesquisar e ensinar a pesquisar, conforme defende Veiga (2003):

Por meio de seminários, é possível desenvolver não apenas a capacidade de pesquisa e de análise sistemática de fatos e informações, mas também a capacidade de reflexão e raciocínio, permitindo ao aluno a elaboração e apresentação clara e objetiva de trabalhos. (VEIGA, 2003, p. 31)

Essa técnica é centralizada na ação do estudante sobre o objeto de aprendizagem, tendo como base a cooperação entre os integrantes dos grupos de trabalho, cujo processo deve ter uma adequada orientação do professor, que se torna um facilitador da aprendizagem ao tornar a aula mais dinâmica, crítica e criativa. Segundo Veiga (2003, p. 34): “[...] tanto o professor quanto o estudante deixam de ser sujeitos passivos para se transformarem em sujeitos ativos, capazes de propor ações coerentes que propiciem a superação das dificuldades encontradas”. Nesse contexto os grupos de estudantes formados com objetivos educacionais de aprendizagem pela pesquisa, devendo interagir reciprocamente, o que significa, não aprenderam somente com o professor, mas também através da troca de conhecimentos, sentimentos e emoções entre si, sendo essa uma premissa básica defendida pelo autor, ao abordar o campo psicológico ou afetivo relacionado à Educação, sendo que a noção de grupo está vinculada à de interação social. Naturalmente, tanto estudantes como professores não podem ser considerados como seres independentes desse processo, uma vez que estabelecem relações individuais marcadas por contradições sociais, cujas características e importância transparecem no comentário de Veiga (2003):

Na sala de aula, o professor encontra pela frente alunos com diferentes características, provenientes de diferentes famílias, grupos e classes. O professor, por sua vez, é também fruto da realidade, pertencente a uma classe social e a um meio familiar, é portador de valores e aspirações. (VEIGA, 2003, p. 33)

Portanto, os estudantes foram inseridos num cenário propício para o ensino e a aprendizagem de conteúdos escolares capaz de explorar e promover trocas de informações entre indivíduos oriundos de diferentes contextos sociais e econômicos ao promover interações em diferentes dimensões, como a cultural e a efetiva apreensão de conhecimento, de modo a contribuir para o desenvolvimento e aprimoramento recíprocos (DEMO, 2003).

O estabelecimento de diálogo entre professor e estudantes deve ocorrer num ambiente de reciprocidade e respeito, pois há sempre necessidade de um envolvimento profícuo entre professor e estudante em função do cumprimento de uma atividade pedagógica que deve ocorrer de forma intencional, sistemática e planejada. Desse modo, coube ao professor provocar questões, induzir reflexões e delinear caminhos que deveriam ser percorridos em direção a uma efetiva aprendizagem (DEMO, 2003). Outro ponto fundamental é a autoridade do professor, que deve contribuir para ajudar o estudante em seu processo de apropriação e produção do conhecimento, conforme Veiga (2003, p. 106): “[...] o diálogo dentro de um cenário de ensino-aprendizagem estabelece uma relação de autoridade do professor para com o objetivo do conhecimento, e de autoridade para com os alunos”.

Acerca da importância do diálogo, Freire (1986, p. 14) enfatiza que: “[...] o diálogo sela o ato de apreender, que nunca é individual, embora tenha uma dimensão individual”. Também faz a seguinte consideração:

[...] o diálogo é uma espécie de postura necessária, na medida em que os seres humanos se transformam cada vez mais em seres criticamente comunicativos. O diálogo é o momento em que os humanos se encontram para refletir sobre sua realidade tal como a fazem e re-fazem. (FREIRE, 1986, p. 123)

A este respeito, Veiga (1991) também destaca que:

[...] o diálogo não é uma técnica pedagógica, mas sim uma postura assumida pelo professor em relação aos alunos e, principalmente, ao

conteúdo, marcando uma relação interpessoal, afetiva e amistosa que apresenta uma profundidade social significativa. (VEIGA, 1991, p. 106)

Naturalmente, não podemos confundir autoridade com autoritarismo, uma vez que as interações dialógicas ocorreram em um clima de amistosidade e de clara compreensão dos papéis desempenhados pelos interlocutores e atores do processo educacional.

#### **4.2.1 Estrutura e Funcionamento do Seminário.**

Uma atividade que venha a promover a prática de seminários pode ser realizada de forma individual onde as apresentações dos estudos e pesquisas ficam sob a responsabilidade de um só estudante, sendo que sua extensão refere-se a um tema ou parte dele, quando, então, é subdividido em unidades menores. Após a apresentação do tema de pesquisa, promovemos um debate que envolveu a classe num todo, incluindo o professor, a quem coube introduzir o assunto mais amplo e realizar apreciações sobre os trabalhos ao direcionar e articular os temas de modo a facilitar que os estudantes alcancem as almeçadas conclusões finais. Dessa forma, destaca Lakatos (1998, p. 36) que: “[...] a participação de todos, portanto, do professor e estudantes, é importante para o fechamento do debate”. Por outro lado, o seminário em grupo apresenta duas modalidades de operacionalização: na primeira, todos os grupos investigam um mesmo tema e a exposição do trabalho de cada grupo podem ser feitas por meio de um único estudante escolhido para esse fim, ou direcionando a apresentação, sucessivamente, a todos os integrantes do grupo de trabalho. A segunda modalidade, adotada como referência para as apresentações pelos estudantes que participaram desta atividade, consistiu em estabelecer um tema ou título geral, subdividido em subtemas ou subtítulos que oportunizou a formação na classe de grupos para pesquisarem e apresentarem os subtemas propostos. Num primeiro momento coube ao professor apresentar o tema geral, para fornecer uma visão global do assunto, cabendo a cada grupo aprofundar, posteriormente, o subtema escolhido para ser apresentado à classe. Ao final de cada apresentação dos diversos subtemas, o professor intermediou um amplo debate, promovendo discussões que permitiram aos estudantes formularem conclusões acerca da temática abordada (VEIGA, 1991).

Quanto ao tempo de apresentação dos temas propostos para os seminários, uma vez que foi realizado nos horários normais de aula e planejado de modo a prolongar-se por várias aulas ou dias, dependendo da extensão e profundidade da pesquisa foi planejada para que cada apresentação não ultrapassasse de quinze minutos, assim, otimizamos um melhor aproveitamento do tempo da aula. Portanto, para que as apresentações dos trabalhos pudessem ser efetivadas de maneira clara e objetiva em um curto intervalo de tempo. A preparação do seminário exigiu reuniões prévias dos grupos, oportunidade que seus componentes distribuíram as tarefas e elaboraram a devida integração dos fragmentos produzidos para que tomassem ciência da totalidade do seminário a ser apresentado (LUZ; ARAÚJO; MACIEL, 2006, 2007).

#### **4.2.2 Características Gerais do Seminário.**

A realização de atividades baseadas em seminários teve como objetivo utilizar uma técnica que socialize o conhecimento produzido pelos estudantes após etapas prévias de reuniões individualizadas dos grupos, com a finalidade de desenvolver estudos, pesquisas e preparação da apresentação à classe e, inclusive, com apoio e orientação do professor. Quando adequadamente conduzido, entendemos que o seminário oportuniza aos estudantes a possibilidade de se apropriarem de conhecimentos capazes de despertar e desenvolver o senso crítico e a independência intelectual de seus participantes. O conhecimento assim adquirido e assimilado não é somente o transmitido pelo professor, mas é investigado inicialmente pelo estudante. Nesse sentido, concordo com Veiga (1991, p. 110) quando diz que: “[...] o aluno é visto como sujeito de seu processo de aprendizado, portanto o seminário não é simplesmente uma técnica de absorção de conteúdos”.

Embora, geralmente, é de responsabilidade do professor propor os temas a serem estudados e pesquisados pelos estudantes para realização de atividades baseadas em seminários espera-se que sua participação deixe de dar-se como centro predominante do saber, pois compete aos estudantes transmitir os conteúdos investigados frente aos demais colegas e ao professor conduzir a atividade, com papel de facilitador e coordenador. Portanto, o papel do professor na condução da atividade é fundamental, como destaca Veiga (1991, p. 104) ao afirmar que: “[...]”

esta técnica pode fracassar, caso o professor não venha a desempenhar adequadamente seu papel ou os estudantes não assumam o compromisso com o desenvolvimento da atividade”. Portanto entendemos que os principais objetivos da atividade com seminário são:

- Promover a compreensão dos temas investigados e expostos;
- Analisar criticamente os temas estudados;
- Socializar o conhecimento em uma linguagem adequada ao estudante;
- Incentivar a cooperação e o trabalho em equipe;

Esta técnica de ensino, segundo Veiga (1991), apresenta três etapas distintas, sendo a primeira caracterizada pelas responsabilidades do professor e dos estudantes, cabendo ao professor:

- Transmitir aos alunos o objetivo dos trabalhos;
- Sugerir conteúdos adequados, enfatizando sua importância;
- Recomendar a bibliografia para pesquisa;
- Orientar os grupos na localização das fontes de consultas;
- Preparar o calendário para as apresentações;
- Discutir o local físico adequado e material necessário para as apresentações; (VEIGA, 1991, p. 110)

Por sua vez, é de responsabilidade dos estudantes:

- Escolher o tema para a apresentação;
- Pesquisar os temas e preparar a forma de apresentação; (VEIGA, 1991, p. 110)

A segunda etapa do processo consistiu na apresentação dos temas pelos estudantes. Nessa etapa foi importante a coordenação e orientação do professor, pois lhe coube direcionar as discussões e os debates e, quando necessário, sintetizar as idéias principais, contextualizando os conteúdos e estimulando a participação de todas às considerações sobre o tema apresentado. É importante que o professor estimule os debates, enfatizando sempre uma análise crítica das questões colocadas pelos grupos e não deixe os estudantes ficarem numa postura de ouvintes (CARVALHO, 1999).

A etapa final foi caracterizada pela realização de uma avaliação dos temas de pesquisa por meio de uma atividade de síntese, onde diagnosticamos a apreensão dos conceitos disponibilizados para estudo, como também, verificamos a validade da técnica desenvolvida.

#### **4.2.3 Aspectos Operacionais do Seminário.**

Ao nos apropriar da prática educacional baseada no uso de seminários como importante peça do processo de reflexão de uma intervenção desenvolvida no ambiente escolar, procuramos analisar essa atividade coletiva com o objetivo de verificar indícios que permitissem entender como os estudantes vivenciaram e aproveitaram a prática pedagógica disponibilizada. Ao considerarmos a sala de aula um local que membros da comunidade freqüentam e onde ocorreu a intervenção durante o 2º Semestre de 2006, envolvendo um total de 104 estudantes regularmente matriculados nas três turmas da 3ª série do Ensino Médio da escola pública estadual E. E. Leopoldo José de Sant'anna, localizada no município de São Vicente, litoral do estado de São Paulo, apontou-nos que o trabalho desenvolvido está muito próximo da metodologia de pesquisa-ação e da pesquisa participante, empregada na área das Ciências Sociais, onde o pesquisador e grupos tornam-se atores na resolução de um problema. Portanto, a atividade coletiva desenvolvida no ambiente escolar, segundo Barbier (2002, p. 29): “[...] permitiu à pesquisa-ação apoiar-se na ação dos grupos e na necessidade de fazer com que as pessoas participem na sua própria mudança de atitude ou de comportamento num sistema interativo”.

Ao planejarmos as ações para os seminários, foi necessário ter consciência que estávamos tratando de ensinar temas de natureza científica, porque não bastava apenas expor conceitos físicos e cálculos matemáticos, pois nosso objetivo maior era levar o estudante a compreender os fenômenos naturais, às tecnologias relacionadas a esta área do conhecimento e oportunizá-lo a apropriar-se de saberes que o capacite a aplicar esses conhecimentos em sua realidade cotidiana. Entendemos que após participar dos seminários, o estudante venha se apropriar de conhecimentos que o capacite a interagir com o meio ambiente, com a sociedade contemporânea e, eventualmente, solucionar alguns problemas no seu dia-a-dia,

segundo os aspectos desejados pelo letramento científico (KRASILCHIK; MARANDINO, 2004) e da educação com enfoque CTS (AULER, 1997; BAZZO, 1998; CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2005).

Outro ponto importante foi a escolha dos temas para os seminários. Evitamos ensinar tópicos de conteúdos como se fossem estáticos e sim, promover uma efetiva aprendizagem dos conhecimentos adquiridos durante as pesquisas dos temas propostos por meio de um inter-relacionamento entre esses temas, como por exemplo, as formas de obtenção de energia elétrica por meio do Sol e do vento. Com a perspectiva de planejar ações para os seminários com temas concretos, com amplas possibilidades de pesquisa vinculadas ao enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e ao letramento científico, elaboramos um plano de apresentações, estruturadas com tema e subtemas:

#### Produção de energia elétrica:

- Energia solar.
- Energia eólica.
- Energia das marés.
- Energia hidráulica
- Energia nuclear.
- Energia geotérmica.
- Energia da biomassa.

Além dos subtemas acima propostos, também estimulamos a abordagem de outros temas relevantes, como os aspectos históricos e culturais dos conhecimentos físicos envolvidos em cada subtema, o impacto ambiental provocado pela produção da energia elétrica, as vantagens e desvantagens de obtenção de cada forma de energia, entre outros. Também foi incluído o conhecimento Científico e Tecnológico como parte integrante da cultura contemporânea, a Ciência como construção humana, histórica e social, os processos de produção dos conhecimentos científicos e tecnológicos, assim como, a ética e a cidadania (BRASIL, 1999, 2002).

Também detectamos na pesquisa de concepções sobre CTS que a tecnologia é apontada como simples sinônimo de máquinas e instrumentos atuais, que tem a função de facilitar a vida das pessoas (conforme responderam mais de 80% dos estudantes, na categoria molecular: “tecnologia como agente facilitador da vida cotidiana”), como também, responderam na questão aberta que investigávamos o que pensam a respeito da Ciência em seu cotidiano, onde 44 estudantes apontaram

a Ciência como facilitadora da compreensão do desenvolvimento científico relacionado com a qualidade de vida da população, assim relatado por um estudante: “[...] facilita a compreensão das coisas que usamos no dia-a-dia”. Também, em seu artigo, Acevedo (2002) destaca em sua pesquisa, que mais de 60% responderam como opção adequada à melhora da qualidade de vida da população.

Os conteúdos dos subtemas discutidos durante os seminários também apresentaram um caráter interdisciplinar, pois ao serem desenvolvidos, permitiram diversos pontos de contato com os conhecimentos químicos, biológicos, matemáticos e das ciências humanas. Estes pontos de contato foram explorados, por exemplo, por meio das alterações do microclima na região do lago represado pelas usinas hidroelétricas, pela remoção da população ribeirinha do lago represado, preservação ou mesmo aproveitamento da flora local, remoção da fauna nativa da área de alagamento e alteração de rotas migratórias de peixes. Este conjunto de temas foi explorado pelo professor mediador ao intervir nos seminários durante as apresentações dos subtemas propostos aos grupos. Assim, um dos objetivos centrais da atividade foi promover a compreensão dos subtemas pesquisados, socializar os conhecimentos em uma linguagem adequada ao estudante e incentivar a cooperação e o trabalho em grupo (DEMO, 2003).

#### **4.2.4 Avaliação do Seminário Como Recurso de Aprendizagem.**

Para avaliar se o objetivo estabelecido para o método de ensino e de aprendizagem aplicado atingiu sua finalidade de possibilitar, aos estudantes, a apropriação dos conhecimentos disponibilizados, foram colhidas informações a partir de um questionário contendo questões qualitativas que serviram de fundamento à elaboração de tabelas, cujos registros ordenados indicaram os respectivos resultados obtidos da análise de conteúdos das respostas dos estudantes à pesquisa, além disso, foram selecionadas algumas respostas que permitiram caracterizar o alcance dos objetivos propostos no desenvolvimento da investigação. Também foram transcritas algumas respostas às questões formuladas para análise de conteúdo e, na seqüência, uma análise interpretativa que possibilitou visualizar

elementos e características que, no conjunto, auxiliaram a tecer o cenário vivido em sala de aula.

Na tabela 1, temos as respostas dos estudantes que participaram dessa pesquisa e se envolveram com a prática metodológica proposta, onde criamos categorias de análise a cada resposta que apontassem algo em comum entre si. Segundo Bardin (1977, p. 118): “Classificar elementos em categorias, impõe a investigação do que cada um deles tem em comum com outros. O que vai permitir o seu agrupamento é a parte comum existente entre eles”.

*Questão 1: A pesquisa para apresentação do seminário melhorou seu entendimento das diversas formas de produção de energia elétrica?  
(responda sim ou não e justifique).*

**TABELA 1 – A PESQUISA COMO FERRAMENTA PARA COMPREENDER AS FORMAS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA.**

<b>CATEGORIAS</b>	<b>%</b>	<b>CITAÇÕES</b>
Relação entre teoria e cotidiano como empreendedora do ensino com pesquisa.	31	32
Aprendizagem ancorada na pesquisa para produção do conhecimento.	23	24
Despertar para observação de fenômenos naturais.	16	17
Falta de comprometimento com a aprendizagem ou não aceitação da metodologia.	14	15
Estímulo à análise e à capacidade de comporem dados e informações.	11	11
Despertando a dúvida e a crítica para permitir a percepção de que os conteúdos não estão prontos.	5	5

Ao analisar as respostas dispostas na tabela 1, verificamos que a metodologia empregada de incentivo à pesquisa induziu o processo de aprender a aprender, favorecendo uma prática, na qual, o estudante tende a ser o construtor de seu próprio conhecimento, afastando-se de uma postura passiva para tornar-se mais participativo, em um ambiente propício à discussão de teorias em sala de aula (CARVALHO, 1998).

Verificamos que a metodologia de incentivo à pesquisa induziu o processo de aprender a aprender ao relacionar as questões de pesquisa ao cotidiano, aspecto citado por 32 vezes pelos estudantes e indicando que uma abordagem contextualizada dos temas tende a aproximar os conteúdos escolares a seu mundo vivencial. Também por meio da pesquisa de conteúdos para os subtemas propostos oportunizamos ao estudante se apropriar de conhecimentos formais da aplicação dos conceitos físicos implícitos nas formas de obtenção de energia elétrica, conforme citado por 24 vezes.

Apesar da maioria dos estudantes serem receptivas ao trabalho realizado, em nossas aulas foi comum nos depararmos com uma parcela de estudantes desmotivados e desinteressados em ampliar seus conhecimentos, conforme detectamos em 15 citações. Esses estudantes não interagiram adequadamente com as atividades que compõem a metodologia proposta, o que ficou evidenciado pelas respostas às questões que identificariam seu aproveitamento em relação aos temas propostos para pesquisa, conforme podemos destacar abaixo:

[...] Não tive tempo de pesquisar.

[...] Não me interessei por nenhuma forma de energia.

[...] Só participei do grupo, mas não pesquisei.

[...] No meu grupo eu só preparei o material para apresentação.

Entretanto, foi possível julgar que o grande envolvimento verificado pela maioria dos estudantes esteja relacionado ao fato de descobrirem na pesquisa de conteúdos e na investigação dos temas propostos os potencializou a apropriar-se de conhecimentos que ao serem debatidos durante as apresentações e consolidados pelo mediador e colegas, facilitou e ampliou a capacidade de argumentação dos estudantes ao responderem as questões de forma convincente. Segundo Demo (2003):

[...] é fundamental que os alunos escrevam, redijam, coloquem no papel o que querem dizer e fazem, sobretudo alcancem a capacidade de formular. Formular, elaborar são termos essenciais da formação do sujeito, porque significam propriamente à competência, à medida que se supera a recepção passiva de conhecimento, passando a participar como sujeito capaz de propor e contrapor. (DEMO, 2003, p. 28)

Identificamos em 11 citações o estímulo à composição e organização das informações obtidas para os temas da pesquisa e apresentadas pelos estudantes, cujo objetivo era socializar esse conhecimento por meio de uma comunicação clara empregando uma linguagem acessível, textos de fácil entendimento com figuras ilustrativas para motivar os debates entre os participantes do seminário. A aplicação desse processo de ensino e aprendizagem potencializou a apropriação dos conhecimentos sobre as várias formas de produção de energia elétrica, conforme os relatos de alguns estudantes, transcritos a seguir:

[...] Além dos alunos serem incentivados a apresentar os trabalhos, trouxe mais interesse para todos e esclareceu muitas dúvidas.

[...] O modo de aprendizagem dessa forma fez com que os alunos se interessassem mais pela matéria.

[...] O seminário foi bom para o mais fácil entendimento da Física.

[...] Todas as apresentações trouxeram algo de novo, pois a vida é toda Física e podemos relacionar o teórico com o prático.

[...] Desenvolvendo o trabalho para as apresentações, os alunos puderam aprofundar-se mais na matéria.

Os relatos mostram que a aprendizagem ocorreu baseada em um processo de pesquisa que foi capaz de contribuir para a efetiva produção e apropriação de conhecimentos. O processo vivenciado pelos estudantes possibilitou superar a reprodução, a cópia e a imitação, tendo-se inquirido um ensino e aprendizagem aliada à pesquisa como princípio educativo e não apenas como princípio científico, sendo que o estudante passou a ser participante e sujeito do seu próprio processo de aprendizagem (CARVALHO, 1998, 1999; DEMO, 2003).

O processo de produção do conhecimento considera momentos gradativos de conquista. Nesse sentido, o processo de ensinar pela pesquisa apresenta fases progressistas que vão desde a interpretação reprodutiva, interpretação própria, reconstrução, construção, criação e até a descoberta (DEMO, 2003). Como unidade indissolúvel, a teoria e a prática são favorecidas pelo espírito empreendedor desencadeado pelo ensino com pesquisa, levando o estudante a acessar, analisar e produzir uma síntese do conhecimento elaborado. Nessa modalidade de aula são desenvolvidas atividades em grupos que possibilitam dar ênfase à participação dos estudantes, que são auxiliados fortemente pelo professor no planejamento e no desenvolvimento dos seminários. As atividades desenvolvidas envolveram a

realização de pesquisas visando ao aprofundamento do conhecimento específico, com requisito para tornar a aprendizagem dos estudantes mais ampla (DEMO, 2003).

A partir dos relatos obtidos por meio da pesquisa de avaliação da intervenção em sala de aula, pode-se verificar ainda a construção de uma rede de conhecimentos com conteúdos pedagógicos e disciplinares integrados, contribuindo assim à construção de um conhecimento mais estruturado relacionado à disciplina. Nesse sentido, Angotti e Delizoicov (2002, p. 286) aponta a utilização dos conceitos unificadores como sendo: “[...] poderosos auxiliares para o enfrentamento das tensões entre fragmentos e totalidades do conhecimento elaborado, particularmente quando consideradas na elaboração dos programas”. Portanto, os temas de pesquisa permitiram uma melhor conexão ao objetivo geral da disciplina, porque ao utilizarmos uma questão planejada para que os estudantes discutissem exemplos de produção de energia elétrica tínhamos como objetivo conectar um conhecimento fragmentado a todo processo de geração de energia elétrica e, desse modo, criar situações de compreensão que caracterizem os conceitos unificadores: “transformação, regularidade, energia e escala”. Portanto, procuramos identificar no componente curricular de Física, especificamente no conteúdo de eletrodinâmica disponibilizado ao no 3º ano do Ensino Médio, a presença dos conceitos unificadores, o que facilitou a apropriação de conhecimentos do subtema pesquisado, conforme relatado por um dos estudantes: “[...] aprendemos a usar a energia elétrica e como funcionam as fontes de energia com que convivemos no nosso dia-a-dia”.

Durante as apresentações dos seminários foram abordados conteúdos que envolveram conceitos sobre transmissão e produção de energia elétrica, onde a transformação, a regularidade, a energia e a escala foram pontes de transição interdisciplinares ao integrar a Química (armazenamento de energia elétrica em baterias), o meio ambiente (alterações ambientais próximo de usinas de geração de energia elétrica), a Biologia (alteração no ambiente natural com impactos na fauna e na flora), a Matemática (aspectos formais relacionados com a capacidade de produção e consumo de energia elétrica) e as ciências humanas (alteração no modo

de vida da população que vive nas imediações das geradoras de energia elétrica) com a Física.

*Questão 2: A utilização da informática como recurso de apresentação do trabalho motivou sua aprendizagem sobre os conteúdos da disciplina?*

As respostas para esta questão, após classificá-las por análise de conteúdos (TABELA 2), apresentaram elementos que permitiram refletir sobre a utilização de uma prática investigativa em sala de aula e que abre caminho para a utilização de recursos tecnológicos modernos e atuais.

**TABELA 2 - RECURSOS DA INFORMÁTICA COMO FACILITADOR DO ENSINO-APRENDIZAGEM.**

<b>CATEGORIAS</b>	<b>%</b>	<b>CITAÇÕES</b>
A internet como fonte inesgotável de pesquisa.	60	63
Desenvolvimento da aprendizagem colaborativa.	17	18
Dificuldade na utilização das ferramentas de pesquisa da Internet.	10	10
Falta de domínio da linguagem virtual.	7	7
Utilização do programa PowerPoint possibilitando compartilhar a pesquisa.	6	6

Os estudantes normalmente habituados a assistirem aula, enfileirados e sentados, e em silêncio, necessitam assumir uma nova postura para que possam desenvolver as competências e habilidades almejadas. É comum a prática de aulas tradicionais fundamentadas na transmissão do conhecimento pelo professor, na memorização de conteúdos pelos estudantes e numa aprendizagem competitiva e individualista, onde dificulta o alcance de muitos objetivos educacionais de ensino e aprendizagem, de modo que, um dos maiores desafios da Educação é transformar esta prática de ensino e, optar por caminhos que levem ao aprender (CARVALHO, 1998; 1999; DEMO, 2003). No entanto, torna-se essencial que professores e estudantes estejam em um permanente processo de aprender a aprender (CARVALHO, 1998). Nesse sentido, a categoria Internet como fonte inesgotável de pesquisa, teve origem na interpretação pelos estudantes, que o uso de recursos da

informática como facilitador dessa nova ferramenta modifica e motiva o ambiente de aprendizagem, como citado por 63 vezes e relatado por alguns estudantes:

[...] Sim, porque foi um ambiente diferente, mais inovador, em que pudemos usar a tecnologia.

[...] Sim, porque acabou com a rotina de lousa e caderno.

[...] Sim, na internet consigo acessar muitos sites para a pesquisa.

[...] Sim, acessei muita informação que nunca tinha visto.

Segundo Lévy (1993, p. 5): “O conhecimento pode ser apresentado de três formas diferentes: a oral, a escrita e a digital, sendo reconhecido que estas três formas já existem atualmente”. Assim, entendemos que se torna necessário reconhecer que os recursos da informática são caracterizados por possibilitar uma significativa velocidade na comunicação, como também, é bem aceita pelos estudantes, conforme relatos abaixo:

[...] Sim, a inclusão digital facilita o aprendizado.

[...] Sim, porque o computador faz parte da nossa geração.

[...] Sim, o computador faz parte do nosso dia-a-dia.

[...] Sim, com o computador aprendi bem melhor.

[...] Sim, com o computador consegui ver como funciona uma hidroelétrica.

Reconhecemos que as Tecnologias da Comunicação e Informação são dotadas de recursos que oportunizam uma nova forma de disseminar o conhecimento. Mediante esta tecnologia é permitido exibir formas, desenhos, animações, interação com o ambiente virtual e simulações por meio desses recursos digitais que facilitam a compreensão de um conjunto de conceitos fundamentais das disciplinas do currículo do Ensino Médio (VIANNA; ARAÚJO, 2004). Por outro lado não devemos desconsiderar a comunicação formal e regrada em atividades de ensino e aprendizagem. Como destaca Valente (1996):

Não implica, naturalmente, em descartar todo o caminho trilhado pela linguagem oral e escrito, nem mitificar o uso do computador no ensino, mas sim enfrentar com critério os desafios do uso dos recursos eletrônicos como instrumento para construir processo metodológico facilitadores da aprendizagem. (VALENTE, 1996, p. 5-6).

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) potencializam uma nova maneira de mostrar um conjunto de conceitos fundamentais de uma área do

conhecimento, foi o que detectamos nesta etapa do trabalho e reconhecida pelos estudantes ao relatam alguns aspectos positivos vinculados ao uso desses recursos:

[...] Sim, muito melhor do que ter uma aula normal na sala de aula, pois não temos livros e fica muito difícil aproveitar o tempo de aula, pois se perde muito tempo passando lição na lousa; já no computador, o esquema já estava montado, era só aproveitar o tempo para explicação.

[...] Sim, o computador motiva o aprendizado e o interesse do aluno.

Ao possibilitar por meio dessas práticas pedagógicas uma aprendizagem significativa para o estudante, planejamos uma aula mais próxima da realidade do seu cotidiano e que tivesse como objetivo aflorar discussões sobre ética, atitudes e procedimentos. Atuando dessa maneira, acreditamos estar oportunizando a apropriação de conhecimentos aos estudantes e possibilitando a sua inclusão numa sociedade cada vez mais exigente (VIANNA; ARAÚJO, 2004). Portanto, é fundamental uma reflexão crítica do papel da informática na aprendizagem, assim como dos benefícios que a era digital pode trazer para o estudante como cidadão. Conforme salienta Valente (1996) e Vianna (2004):

A sociedade do conhecimento exige um homem crítico, criativo, com capacidade de pensar, de aprender a aprender, trabalhar em grupo e de conhecer seu potencial intelectual. Esse homem deverá ter uma visão geral sobre os diferentes problemas que afligem a humanidade, como os sociais e ecológicos, além de profundo conhecimento sobre domínios específicos. Em outras palavras, um homem atento e sensível às mudanças da sociedade, com uma visão transdisciplinar e com capacidade de constante aprimoramento e depuração de idéias e ações. (VALENTE, 1996, p. 5, 6)

O uso do computador, principalmente com acesso à internet, proporciona uma troca de informações de maneira dinâmica, interativa, de mão dupla. As fronteiras geográficas deixam de existir e as informações podem ser compartilhadas por um número ilimitado de pessoas. (VIANNA; ARAÚJO, 2004, p. 138)

Nesse contexto, podemos afirmar que a Internet tem disponibilizado, por meio da tecnologia da informação, uma quantidade enorme de informações organizadas por sites que atingem grupos imensos de pessoas e instituições. Esses indivíduos podem conectar-se à rede de transmissão de dados e acessar um universo de informações do mundo inteiro, conforme citado na categoria Desenvolvimento da aprendizagem colaborativa, por 18 vezes.

A Internet é uma ferramenta que estimula a motivação dos estudantes e oferece possibilidades inesgotáveis de pesquisa. Cabe ressaltar, ainda, que a Tecnologia da Informação é capaz de facilitar o processo de ensino e aprendizagem ao possibilitar uma comunicação autêntica entre professor e estudantes durante os momentos de pesquisa na internet, estabelecendo relações de confiança marcadas pelo equilíbrio, pela competência e pela simpatia com que atuam. Alguns relatos dos estudantes mostram com clareza esta característica do uso da informática como ferramenta de pesquisa

[...] Sim, pois tirei muitas dúvidas com colegas de classe e também ao pesquisar o meu trabalho no computador.

[...] Sim, porque através do computador, tivemos mais acesso à visualização de como funciona um esquema elétrico e fórmulas.

[...] Sim todos os alunos prestaram atenção e participaram da aula tirando dúvidas.

[...] Sim, porque nós pesquisamos no computador e estudamos para apresentar para a classe.

Acredita-se que o uso criterioso da Internet pode tornar-se um importante instrumento para o processo de ensino-aprendizagem em seu conjunto, uma vez que possibilita o uso de textos, sons, imagens e vídeo que subsidiam a produção do conhecimento. Além disso, a Internet propicia a criação de ambientes ricos, motivadores, interativos, colaborativos e cooperativos (VIANNA, 2004).

Nesse contexto, um exemplo de recurso facilitador de aprendizagem é o programa Power Point, citado por 6 vezes na pesquisa de avaliação. Esse recurso permite ao estudante compartilhar a pesquisa com os colegas de sala de aula ao apresentar seu trabalho desenvolvido por meio de uma interação do texto pesquisado com imagem, luz, som e movimento. Este programa também disponibiliza recursos que facilitam as apresentações de trabalhos por meio de informações e orientações que venham a culminar com uma grande facilidade de absorção dos temas pesquisados pela platéia, ao mesmo tempo os estudantes se concentram nos materiais produzidos, que podem ser apresentados por meio da integração dos conteúdos pesquisados aos recursos da informática. Assim, vislumbra-se uma possibilidade de aprendizagem significativa para o estudante, na medida em que se permite apresentar os conteúdos pesquisados de formas textuais, animadas e colorida, entre outros recursos permitidos pelo programa, aguçando e

incentivando a reflexão e a compreensão do tema abordado (VIANNA, 2004). A elaboração das apresentações, conforme relatos dos estudantes, transcritos abaixo, foram bastante relevantes para o entendimento do conteúdo proposto para a aprendizagem.

[...] As apresentações foram muito bem elaboradas e com a ajuda da informática facilitou meu entendimento.

[...] Com as apresentações dos colegas de classe, houve um diferencial que é a linguagem informal.

[...] Facilitou o entendimento e as apresentações foram mais dinâmicas.

Na escola pública é comum o professor deparar-se com estudantes que têm muita dificuldade em manusear equipamentos de informática, como foi citado 7 vezes. Um dos motivos é a ausência do equipamento em seu contexto doméstico devido ao baixo poder financeiro da família, não oportunizando a inclusão desse estudante nas chamadas tecnologias da informação, como também foi visível o não incentivo à exploração das ferramentas disponíveis num computador, como detectamos nas citações reproduzidas abaixo:

[...] Aprendi como se usa o mouse.

[...] Entendi como funciona o programa PowerPoint.

[...] Consegui montar uma apresentação.

[...] Compreendi como fazer uma busca no computador.

Novamente deve-se ressaltar que a riqueza desses recursos tecnológicos não prescinde da presença do professor e da sua atuação junto aos estudantes, uma vez que essa técnica é entendida como ferramenta de apoio que deve colaborar para a realização de ações conjuntas entre professores e estudantes em busca de uma aprendizagem significativa dos conteúdos disponibilizados.

*Questão 3: As apresentações e os debates foram importantes para se conseguir uma aula diferente e participativa?*

Constata-se, inicialmente ao categorizar as respostas dos estudantes (TABELA 3), que mais de 90% dos estudantes reconheceram que as apresentações e debates durante os seminários foram fatores importantes que contribuíram para modificar a dinâmica na sala de aula.

**TABELA 3 – OS DEBATES E DISCUSSÕES COMO INCENTIVADORES DE UMA AULA DINÂMICA E PARTICIPATIVA.**

<b>CATEGORIAS</b>	<b>%</b>	<b>CITAÇÕES</b>
Transformação da sala de aula em cenário de aprendizagem.	68	71
Interdisciplinaridade nas pesquisas.	16	17
Instrumento de reflexão e ação.	7	7
Dificuldade para decodificar significados das informações das pesquisas.	7	7
Falta de interesse e motivação para interagir nas discussões.	2	2

A transformação do contexto da sala de aula, afastando-se do ensino tradicional onde vigora a fala do professor, que transmite um conteúdo a ser analisado e onde o estudante recebe passivamente esse conteúdo, foi substituído pela oportunidade promovida pela prática pedagógica de pesquisa e apresentação de conteúdos implementada, onde se objetivou valorizar o crescimento das relações interpessoais e operacionalização do processo de ensino e aprendizagem vinculado a apropriação de conhecimentos trazidos pelos grupos de estudantes através de sua vivência cotidiana, isto é, aprendizagem não formal e estimulá-los a busca satisfação pelo aprender a aprender e a adotar uma postura mais participativa no ambiente escolar são observadas nas respostas apresentadas a seguir:

- [...] Sim, porque pudemos participar da aula com perguntas e respostas.
- [...] Sim, porque saímos daquela rotina de textos e exercícios.
- [...] Sim, porque discuti com meus colegas a matéria.
- [...] Sim, porque o professor me deu mais atenção.

Alguns estudantes conseguiram se integrar à proposta de ensino ao compreender que a atividade necessitava de uma postura no ambiente escolar diferente da aula tradicional, conforme o relato abaixo:

- [...] Sim, porque aprendemos muito e isso tornou a aula diferente.
- [...] Sim, a aula ficou mais dinâmica.
- [...] Sim, na aula conseguimos entender o que colega disse.
- [...] Sim, os debates foram muito bons e entendi o que estava sendo discutido.

Entretanto, para outros estudantes, a percepção das mudanças foi diferente, talvez pelo fato de estarem acostumados a receberem “receitas prontas”, preferindo o ambiente conhecido em que estão acostumados e onde sabem atuar com sucesso para conseguir notas satisfatórias. Assim, tivemos algumas falas importantes que reforçam esta concepção, como:

[...] Não, porque entendi muito pouco do assunto.

[...] Não, porque a Física é muito complicada e difícil de entender.

[...] Não, pois não entendi quase nada, não me dou bem com a Física.

[...] Não, pois como a maioria dos componentes do grupo tem compromissos diários, não tivemos tempo de fazer um trabalho melhor elaborado.

As manifestações de resistências de alguns estudantes podem ser vinculadas a dificuldade em perceber suas próprias limitações e compreender a necessidade de assumir um papel mais autônomo diante dos obstáculos enfrentados durante a pesquisa e apresentação dos conteúdos propostos, o que poderia contribuir para superar esses limites individuais.

Uma sensível diferença da metodologia empregada é observada quando comparada ao ensino tradicional, porque o número de mediadores presentes em uma situação de aprendizagem é numeroso, enquanto que numa aula tradicional o mediador é o próprio professor. Na intervenção operacionalizada, cada estudante atuou como mediador, conforme enfatiza Veiga (1991, p. 109): “Isso implica estudar o tema do seminário com profundidade, participar da discussão, querer conhecer, questionar o conhecimento que está sendo discutido”. Desse modo, as intervenções dos estudantes sobre os conteúdos apresentados aconteceram com frequência durante as apresentações, o que contribuiu para a apropriação dos conceitos físicos envolvidos, conforme seus relatos:

[...] Sim; com estas aulas desenvolvi mais meus conhecimentos devido aos debates.

[...] Desse jeito, conseguimos participar mais.

[...] A partir dos debates, começamos a conhecer a Física de um modo diferente, porque para debater, tivemos que estudar o assunto.

Estes relatos revelam que a sala de aula passou a ser um espaço onde ocorreram ricas e intensas interações entre os diferentes atores que ali atuavam,

propiciando amplos diálogos entre os protagonistas do trabalho de pesquisa e seus colegas, como também, com o professor. Este ambiente tende a contribuir significativamente para uma maior aprendizagem, pois aumenta a presença de mediadores e permite uma maior interação entre os estudantes e sua história educativa, que conserva características fundamentais do grupo social em que estão inseridos (VYGOTSKY, 1984). Desse modo, considera-se importante a participação efetiva do estudante na construção de seu conhecimento em sala de aula, uma vez que a aprendizagem de teorias e conceitos o potencializam a apropriar-se do conhecimento inerente à disciplina.

A aula clássica precisa ser repensada, sendo necessário transformá-la num ambiente de trabalho coletivo. Essa transformação, entretanto, constitui uma empreitada desafiadora, porque significa privilegiar o estudante dentro do processo, devendo ser considerado não apenas os aspectos cognitivos de cada estudante, mas também como conquistar e agir sobre o seu lado emocional (DEMO, 2003). Também entendemos que o conhecimento Físico deixa de se constituir um objetivo em si mesmo, mas passa a ser compreendido como um instrumento para a compreensão do mundo. Portanto, a orientação pedagógica deve centrar-se na preocupação em atribuir ao conhecimento um significado no momento de seu aprendizado, conforme relato dos estudantes:

[...] Foi uma maneira de cada um mostrar o que sabe sobre a matéria e poder tirar dúvidas. Conversando entre amigos, o assunto se torna mais fácil;

[...] A partir dos debates, passamos a conhecer de um modo diferente a Física, sendo necessário mostrar que dominamos os assuntos abordados.

Ao adotar como referência questionamentos comuns de estudantes, por exemplo: para que aprender Física?, o professor deve ter como objetivo prepara-lo para ser capaz de lidar com situações reais do cotidiano, como: crises de energia, problemas ambientais, manuais de utensílios, concepções de universo, exames médicos, notícias de jornal e assim por diante. Com esse objetivo potencializamos este estudante a adquirir competências para lidar com as situações que vivencia atualmente ou que venha a vivenciar no futuro, podendo muitas delas ser novas e inéditas, como também mostrar ao estudante da importância do conhecimento físico para compreender o cotidiano.

O desenvolvimento da intervenção por meio da prática de seminários nos apontou que as apresentações das diferentes formas de produção de energia elétrica levaram os estudantes a apropriar-se de competências que permitiram reconhecer e entender alguns problemas causadores de impactos ambientais, conforme resposta da maioria dos estudantes a este respeito:

[...] A geração de energia eólica pode ameaçar pássaros, caso a instalação da usina seja em rotas migratórias das aves. Emitem certo nível de ruído (baixa frequência) que pode causar algum desconforto e também interferência na transmissão para sinais de televisão.

[...] Fontes geotérmicas de geração de energia elétrica tem a vantagem de liberar poucos gases poluentes na atmosfera e tem o magma como fonte abundante para geração dessa energia.

[...] A geração de energia hidroelétrica provoca a inundação de grandes áreas provocando um desequilíbrio ao meio ambiente local, por exemplo: árvores ficariam submersas, interrupção na rota de migração de peixes e abandono de peixes para outras regiões devido à falta de correnteza no rio.

Também observamos que grande parte dos estudantes produziu, em suas pesquisas, conteúdos excelentes e complexos, como por exemplo, umas das implicações da geração de energia eólica na rota de migração de pássaros assim como, na produção de energia elétrica por meio das marés, em relação à interferência na rota migratória dos peixes. Igualmente importante foi o fato dos estudantes compreenderem as formas de impactos ambientais causados pelas várias formas de geração de energia elétrica, uma vez que nenhuma das formas de produção dessa energia esta isenta de produzir algum tipo de impacto ambiental.

Merece destacar, também, que um instrumento de pesquisa muito utilizado por grande parte dos estudantes foi a Internet, onde obteve a maioria das informações, que resultou na inferência do mediador durante as apresentações, porque em muitos casos a exposição da informação se apresentava de forma superficial e generalizada causando dificuldade na interpretação do texto, bem como conceitos e grandezas físicas escritas de forma errôneas. Ao serem argüidos sobre as vantagens de obtenção de energia elétrica por meio das fontes geotérmicas e eólicas, obtivemos, em sua maioria respostas que indicaram que os estudantes absorveram de forma positiva os conteúdos discutidos durante o seminário, ao responderem:

[...] A geração de energia elétrica através dos ventos (eólica) é uma fonte renovável de energia que não polui, suas instalações são removíveis, o tempo rápido de construção, custo baixo de construção. Quanto à geração de energia geotérmica tem como vantagem a liberação de poucos gases poluentes e, sua matéria prima, o magma é abundante, naturalmente, onde a usina está instalada.

Todavia, no decorrer da história humana, o modo de produção industrial se transformou consideravelmente, como relata uma das respostas dos estudantes a este respeito, quando perguntados sobre a evolução tecnológica para obtenção de energia elétrica:

[...] Antigamente os meios de se obter energia elétrica eram precários, e mesmo assim havia alguns locais que a energia não chegava. Hoje, com a tecnologia, descobriu-se que podemos obter energia elétrica de diferentes modos, por exemplo, onde tem ventos fortes pode-se montar uma usina eólica, favorecendo quem vive no local e diminuindo o custo da energia. No caso da energia geotérmica, pode-se extrair calor através do magma e transformando-o em energia elétrica.

Como podemos analisar na resposta, os estudantes, se apropriaram dos principais fatores que originou a necessidade de considerar o avanço da industrialização e concentração da população nas áreas urbanas, que ocasionou o crescimento da produção de aparatos tecnológicos e, conseqüentemente, aumentou o consumo de energia elétrica onde implicou na necessidade de aproveitamento das mais diferentes fontes e formas de sua geração, tanto em termos quantitativos como qualitativos. Nas apresentações dos seminários uma das possibilidades de abrandar as diferentes simplificações que ocorreram na transformação do conhecimento científico em saber escolar, está na discussão de polêmicas (ASTOLFI; DEVELAY, 1991), principalmente quanto às vantagens e desvantagens na produção de energia elétrica, associada às diferentes formas de geração de energia elétrica.

No entanto, os estudantes compreenderam que a geração de energia elétrica por qualquer das possibilidades abordadas nos seminários, poderá causar impactos ao meio ambiente, conforme mostrado nas apresentações. Portanto, a explicação de informações polêmicas que surgiram durante as apresentações dos seminários pelos estudantes, possibilitou ao mediador explorar a questão ambiental envolvida na geração de energia elétrica para atender as necessidades do ser humano, ao incluir na discussão os avanços da tecnologia e, principalmente, a dependência da população com o uso dessa forma de energia.

Por fim é salutar fazer uma reflexão sobre a importância de se adequar o currículo escolar a práticas pedagógicas que motivem os estudantes a se apropriar de conhecimentos que os potencializem a compreender as necessidades da sociedade por meio de discussões para resolverem de forma satisfatória e cidadã as questões cotidianas e, principalmente, possibilitar o vínculo desse conhecimento como uma necessidade cultural do cidadão (BRASIL, 1999, 2002). Além disso, é necessário que os estudantes estejam instrumentalizados para serem capazes de situarem-se neste contexto como cidadãos e possam fazer julgamentos de vantagens e desvantagens de situações cotidianas à decidir, como por exemplo, a compra de um chuveiro elétrico que tenha potência nominal de 5,5 KW ou 7,5 KW (quilowatts).

#### **4.3 O Método Experimental Investigativo no Ensino de Física.**

Temos convicção que a utilização do laboratório escolar é uma questão perene no ensino de Física, onde é discutido sob diferentes enfoques. Entendemos, também, que o papel do laboratório, seus propósitos e sua efetiva contribuição para a aprendizagem em Física têm sido focos de um contínuo debate (ARAÚJO; ABIB, 2003). No entanto, parece haver consenso entre os teóricos (ARAÚJO; ABIB, 2003; ANGOTTI; AUTH, 2001; CARRASCOSA; VILCHES; VALDES, 2006; CARVALHO et al., 1999, entre outros) que pesquisam as metodologias de ensino de Ciências, destacam que as atividades práticas têm enfatizado muito a preparação de montagens experimentais e a realização de medidas, deixando pouco tempo para os estudantes pensarem, analisarem e discutirem os resultados obtidos, bem como as idéias e conceitos envolvidos na atividade experimental. A respeito das metodologias de ensino, Borges (2006 p. 32) destaca que: “[...] qualquer que seja o método de ensino-aprendizagem escolhido, deve mobilizar a atividade do aprendiz, em lugar de sua passividade”.

Entendemos que uma das tendências predominantes na área do ensino de Ciências, principalmente na disciplina de Física, é que os currículos devam apontar para a “alfabetização científica” de todos os estudantes. As recomendações de pesquisadores priorizam a substituição das atividades práticas tradicionais ou orientadas em processos experimentais puramente empíricos, por atividades mais

abertas, de natureza investigativa, conforme chama a atenção Carvalho et al. (1999, p. 41): “As chamadas demonstrações experimentais investigativas, são demonstrações que partem da apresentação de um problema sobre o fenômeno a ser estudado e da investigação a respeito desse fenômeno”. Portanto, uma atividade investigativa tem por objetivo contemplar uma abordagem de problemas práticos e abertos a discussões nos quais os estudantes desconhecem uma resposta prévia, sendo então desafiados a solucioná-lo, como destaca Carvalho (1999):

[...] utilizar experimentos como ponto de partida, para desenvolver a compreensão de conceitos, é uma forma de levar o aluno a participar do seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre o objeto de estudo, relacionando este objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações. (CARVALHO, 1999, p. 42)

Entretanto, entendemos que as atividades promovidas nos laboratórios devem ser diversificadas e seu grau de dificuldade balanceado para que seja acessível à faixa etária dos estudantes envolvidos, como também, estimulante para suas concepções prévias, assim como, ancorar o desenvolvimento dos mesmos (GIORDAN; VECCHI, 1996). Dentre as atividades práticas de variados níveis de complexidade propostas pelo professor, acreditamos que as de natureza investigativa estejam incertas, têm potencial para motivar os estudantes e possibilitar a superação de deficiências das atividades experimentais tradicionais, além de permitir que assumam um papel mais ativo no seu processo de aprendizagem. Deste modo, cremos ser importante o papel do professor neste processo de aprendizagem ao priorizar, também, que o estudante assuma posturas adequadas que potencialize a questionar, interagir, pesquisar e discutir os temas propostos para a atividade experimental investigativa, como destaca Carvalho (1999):

[...] muito mais do que saber a matéria que está ensinando, o professor que se propuser a fazer da sua atividade didática uma atividade investigativa, deve se tornar um professor questionador, que saiba argumentar, conduzir perguntas, estimular, propor desafios, ou seja, passe de simples expositor a orientador de um processo de ensino. (CARVALHO, 1999, p. 48)

Assim, o professor deve incentivar a participação ativa do estudante em uma atividade investigativa planejada e sustentada na utilização de um roteiro orientado, que não tenha como objetivo a comprovação de resultados, mas induzi-lo a buscar

respostas compatíveis, coerentes e adequadas ao objeto de estudo e a temática disponibilizada para debate. Para o sucesso da intervenção, o roteiro deve contemplar procedimentos que tenham como parâmetros conceitos científicos (em nossa intervenção, corrente elétrica, potência, tensão elétrica etc.) que potencialize a resolução ou compreensão de um problema relacionado ao cotidiano do estudante. Neste sentido, é importante destacar que atividades experimentais investigativas tendem a permitir ao estudante relacionar situações vivenciadas no cotidiano com explicações de caráter científico, como afirmam Giordan e Vecchi (1996, p. 174): “As confrontações com os fatos e os discursos que decorrem deles permitem, portanto, instaurar progressivamente relações cada vez mais amplas”.

Atividades investigativas têm por objetivo fornecer ao estudante oportunidade de propor diferentes meios ou caminhos de testar hipóteses que o direcionem a encontrar possíveis resultados desejados. Ao propor diferentes caminhos para solucionar um problema, disponibilizamos subsídios para que o estudante desenvolva estratégias que possam ser utilizadas em outras situações semelhantes que venha a confrontar-se no seu cotidiano. Entretanto, para isso ser possível, Borges (2002, p. 39) enfatiza ser necessário: “[...] estruturar as atividades de laboratório como investigações ou problemas práticos mais abertos, que os alunos devem resolver sem a direção imposta por um roteiro fortemente estruturado ou por instruções verbais do professor”. Outra característica que norteia uma atividade experimental investigativa certamente é o tratamento das concepções prévias, facilmente avaliadas devido ao incremento das discussões dos temas propostos por meio de um diálogo questionador. Esse diálogo potencializa as argumentações usadas pelos estudantes para explicar o fenômeno envolvido e permite ao professor mapear os equívocos de interpretação do estudante ao criar oportunidades importantes para inferir, corrigir e discutir distorções conceituais (CAPPCHI, 2004).

É importante salientar que ao aplicar o método experimental investigativo percebemos com clareza uma maior motivação dos estudantes, como também um ambiente mais descontraído (ARAÚJO; ABIB, 2003), o que facilita a interação durante a operacionalização da atividade investigativa ao se distanciar do formalismo da aula expositiva, conforme se pode observar na figura 17. Este ambiente mais descontraído é fundamental para que o estudante tenha liberdade de expor suas concepções, sem receio de julgamento ou avaliação.



**FIGURA 17: AMBIENTE DE INVESTIGAÇÃO NA SALA DE AULA.**

Ao considerar o estudante como grande responsável pelo seu aprendizado, o professor tem que assumir a função de facilitador do processo de ensino (ANGOTTI; MION, 2005; ARAÚJO; ABIB, 2003; CARVALHO et al., 1999; CARVALHO, 1998; DEMO, 2003). Neste sentido, é de conhecimento dos professores de Física o fato da experimentação despertar um forte interesse entre os estudantes nos diversos níveis de escolaridade. Também em seus depoimentos, os estudantes, costumam atribuir à experimentação um caráter motivador ao ensino aprendizagem, como relatam a seguir:

[...] Facilita a compreensão da Física nos possibilitando a retenção do conhecimento com maior facilidade.

[...] Muito importante, porque através dos experimentos fica mais claro o Por quê? o Como? Muitas dúvidas são esclarecidas com a prática de experimentos.

[...] Fundamental, pois com experimentos, podemos ver mais de perto o que realmente acontece e também a entender melhor a Ciência, como ela funciona além de fazer com que a ciência se torne mais interessante e didática.

[...] Através dos experimentos temos mais facilidade de aprender as teorias, pois estamos mais estimulados a compreender.

[...] Melhora o aprendizado da teoria, porque com a prática fica muito melhor o entendimento.

[...] Com a experiência é bem mais fácil aprender. Na prática é melhor.

[...] Torna pratico e fácil de entender as coisas teóricas que são passadas e ensinadas.

Nossa intervenção buscou contemplar a utilização de procedimentos que possibilitassem a elaboração do pensamento científico através da experimentação

investigativa, porque consideramos que um dos objetivos do experimento é contribuir para a compreensão da teoria pelo estudante, por meio de uma contextualização adequada e que facilite a aprendizagem significativa (ANGOTTI; MION, 2005; ARAÚJO; ABIB, 2003; CARVALHO, 1998).

#### **4.3.1 Alguns Pressupostos da Atividade Experimental em Sala de Aula.**

Temos consciência de que a atividade experimental está muito ausente no Ensino de Física, principalmente como ligação entre as atividades Científicas e Tecnológicas, gerando, em conseqüência, a perda de oportunidade em se transmitir uma visão correta das relações entre estas áreas de conhecimento. É fundamental desenvolver uma atividade experimental que tenha em seus objetivos, a transposição de obstáculos cognitivos, onde deverá facilitar a apropriação de conceitos teóricos previamente ensinados aos estudantes. Como também enfatiza Giordan e Vecchi (1996, p. 52): “[...] o saber é ensinado pelas concepções anteriores que o aprendente tem sobre o assunto, e assim suas representações prévias se arraigam mais profundamente”, Como exemplo, podemos citar o entendimento da posição de quente e morno do chuveiro elétrico, onde o estudante necessita ter conceitos prévios acerca do efeito joule provocado pela corrente elétrica em um condutor metálico. Assim, a situação proposta passa a ter sentido quando o estudante tem compreensão do que é corrente elétrica. Entretanto, o processo de assimilação do conhecimento é complexo, como destacam Giordan e Vecchi (1996):

Costuma-se assemelhar o aluno a um sistema cognitivo que registra e conserva linearmente uma seqüência de algoritmo e informações. [...] que constrói ao longo de sua história social, em contato com o ensino, muito mais ainda, através de todas as informações mediatizadas e das experiências da vida diária, uma estrutura conceptual na qual se inserem e se organizam os conhecimentos apropriados e as operações mentais dominadas. (GIORDAN; VECCHI, 1996, p. 75)

Nessa perspectiva, a aprendizagem de um novo conteúdo é, em última instância, produto de uma atividade mental realizada pelo estudante, mediante a qual constrói e incorpora à sua estrutura mental os significados e representações relativas ao novo conteúdo (GIORDAN; VECCHI, 1996). Entretanto, esta atividade mental deve ser realizada partindo-se de conhecimentos que o estudante já tenha apreendido para, assim, possibilitar a construção de um novo significado que o

potencialize a assimilar este novo conteúdo. Portanto, a apropriação desse novo conhecimento deve ser facilitada pelas interações contextualizadas com o objeto de estudo promovido por meio de uma nova circunstância de aprendizagem, onde, se possibilita ao estudante estabelecer conexões entre o novo conhecimento e aquele que já se apropriou, portanto, que já faz parte de sua estrutura cognitiva e que foi armazenado nas etapas anteriores de seu aprendizado escolar, como assinala Coll (1998):

Os esquemas de conhecimentos têm uma dinâmica interna que não pode ser ignorada e nem substituída pela intervenção pedagógica. Assim, o aluno é quem constrói, modifica, enriquece e diversifica seus esquemas. A ajuda pedagógica consiste essencialmente em criar condições adequadas para que essa dinâmica interna ocorra e para orientá-la em determinada direção. (COLL, 1998, p. 139)

Uma aprendizagem dita como significativa, tem como propósito agregar informações relevantes que possibilitem ao estudante estabelecer conexão entre o que já conhece, isto é, seus conhecimentos prévios e o novo conteúdo que lhe é apresentado como objeto de aprendizagem (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). Ao planejarmos uma atividade que tem como objetivo induzir o estudante a descobrir os conceitos implícitos nos conteúdos abordados e, assim, o potencialize a uma aprendizagem que seja significativa, pode ser promovida por meio de uma prática pedagógica que estimule a apreensão do conhecimento, como destacado por Ausubel, (1980):

A característica essencial da aprendizagem por descoberta, seja a formação de conceitos ou a solução automática do problema, é que o conteúdo principal daquilo que vai ser aprendido não é dado, mas deve ser descoberto pelo aluno antes que possa ser significativamente incorporado à sua estrutura cognitiva. (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 20)

Creemos que ao ter ajuda e orientação necessária, grande parte da atividade mental construtiva do estudante é direcionada no sentido de mobilizar e atualizar seus conhecimentos anteriores para vincular um novo conteúdo, processo que permiti a construção desse novo conhecimento de forma significativa, funcional e estável. Neste contexto de aprendizagem, Ausubel (1980, p. 33) afirma que: “A aprendizagem significativa implica à aquisição de novos conceitos. Exige tanto uma disposição para aprendizagem significativa como a apresentação ao aluno de material potencialmente significativo”.

### **4.3.2 Aspectos Complementares Abordados na Atividade Experimental:**

#### **O Choque Elétrico e o Fio Terra.**

Complementando a intervenção no ambiente escolar por meio de uma atividade experimental investigativa, procuramos focar outros aspectos físicos relevantes, como o efeito da corrente elétrica sobre o corpo humano e a necessidade de se utilizar o fio terra nas instalações elétricas. Ao aplicar a intervenção no ambiente escolar, cujo enfoque foi a transformação de energia elétrica em energia térmica por meio da corrente elétrica, seria natural abordarmos as consequências causadas pela corrente elétrica ao percorrer o corpo humano, uma vez que é capaz de provocar sérios danos ao organismo, visto que seus efeitos podem causar até mesmo o óbito de um ser humano. Segundo Sears (1984, p. 614), “[...] com 0,02 A, uma pessoa é incapaz de largar o condutor que produz o choque”. Portanto um ser humano ao ser atravessado por uma corrente elétrica cuja intensidade tenha valores superiores a 0,02 A (20 miliampéres), pode provocar uma reação que denominamos de “choque elétrico”.

O maior perigo do choque elétrico são os danos que ele pode causar ao sistema nervoso e, os impulsos nervosos, que nosso cérebro envia para comandar os músculos são de natureza elétrica. Dessa forma, ao ser atingido por um choque elétrico, nosso corpo confunde a corrente elétrica proveniente do choque elétrico com os impulsos que comandam movimentos. Assim, o choque elétrico pode provocar travamento dos músculos que movimentam as mãos, que passam a não obedecer ao estímulo de abrir e, conseqüentemente, ao não largar o fio energizado e, conseqüentemente, a pessoa passa a ser condutora da corrente elétrica e vítima do choque elétrico. Entretanto, mais grave ainda é a alteração que a corrente elétrica causa ao batimento cardíaco de uma pessoa, uma vez que ao atingir o coração, o choque elétrico, poderá causar a fibrilação ventricular, ou seja, parada cardíaca, como também, uma parada respiratória. Segundo Sears (1984, p. 614): “[...] uma corrente de 0,01A provoca ação muscular forte e convulsiva e dor considerável”.

Para auxiliar uma pessoa que está sob o efeito do choque elétrico, devemos adotar como primeira providência o desligamento da alimentação de energia elétrica (chave geral) que alimenta o condutor elétrico, ou afastar o acidentado desse fio

condutor, que está provocando o choque elétrico, com o auxílio de um material isolante, por exemplo, um pedaço de madeira, borracha, etc., porque o socorrista poderá ser vítima, também, da corrente elétrica que poderá percorrer seu corpo se não adotar procedimentos de segurança pessoal. Podemos destacar que um dos motivos de não sermos atingido por um choque elétrico em um chuveiro bem instalado se deve à presença justamente da instalação correta do fio terra. Este fio, ao ser conectado a barras metálicas enterradas no solo, como também, a uma pequena lâmina metálica localizada no interior do chuveiro elétrico, especificamente no interior do tubo de saída da câmara de aquecimento, onde se localiza a resistência elétrica e, igualmente, devidamente instalado, mantém a água que se precipita do chuveiro no mesmo potencial do solo onde nos apoiamos. Portanto protegendo nosso corpo de sentir choque elétrico. Em chuveiros elétricos com instalações deficientes, verificasse que o fio terra e neutro são conectados juntamente com o fio fase à rede eletrificada, inexistindo a função do fio terra e expondo os usuários do chuveiro a choques elétricos.

Outro fator relevante é o gotejamento sucessivo e contínuo da água ao se precipitar do espalhador, provocando dessa maneira uma queda de água descontínua entre o chuveiro e a pessoa que está se banhando. O filete de água ao entrar em contato com o ar sofre um processo de rompimento ao passar pelos furos do espalhador de água do chuveiro, ocasionando um gotejamento contínuo no qual, segundo Torres (2001, p. 232): “As pontes de hidrogênio se rompem e, devido a esse rompimento, na nova situação de equilíbrio as moléculas se aproximam umas das outras, o que se traduz por uma diminuição de volume (contração)”. Portanto, ao causar um chuvisco, devido ao contato com o ar, que é um isolante elétrico, o gotejamento interrompe uma possível corrente elétrica conduzida pela água e que venha a atingir uma pessoa no banho. Embora o choque elétrico seja potencialmente perigoso, há situações em que ele é bem vindo. Por exemplo, há aparelhos utilizados na Medicina que aplicam choques elétricos no coração para que volte a pulsar após uma parada cardíaca, o desfibrilador, ou para regularizar os batimentos cardíacos, como o marca passo. A corrente elétrica também é utilizada em exames diagnósticos, como no eletrocardiograma (ECG) e na eletroencefalografia (EEG) (SEARS, 1984).

Ao relacionar o choque elétrico com nossa investigação sobre o chuveiro elétrico, foi importante destacar a limitação da corrente elétrica decorrente da alta resistência elétrica de nossa pele seca, que se comporta quase como um isolante, como afirma Sears (1984, p. 614): “[...] esta resistência elétrica é da ordem de 5 K $\Omega$  a 10 K $\Omega$ ”. Por outro lado, a pele molhada de quem está se banhando aumenta em muito o risco de um choque elétrico, pois a resistência elétrica diminui sensivelmente e a pele se torna quase uma condutora de corrente elétrica. Porém, o maior perigo representado pelo chuveiro elétrico consiste na possibilidade de ocorrer um choque elétrico devido à instalação inadequada do utensílio, principalmente quando um usuário estiver molhado sob o chuveiro. Este risco de acidente pode ser evitado se o fio terra do utensílio for instalado corretamente, conforme orientação disponível normalmente no manual de instalação do fabricante.

#### **4.3.3 Implementação da Atividade Experimental Investigativa.**

Este trabalho insere-se em um programa de pesquisa-ação-intervenção que propõe o desenvolvimento de aulas mais estimulantes e participativas, baseadas entre outras ações no método experimental investigativo. Nosso entendimento é que as atividades práticas e investigativas devem ser centrais em um currículo de Física. Além disso, argumentamos ser relevante promover o desenvolvimento da compreensão das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade através do planejamento de uma atividade investigativa que proporcione a interpretação e a avaliação dos resultados obtidos. Espera-se também que as atividades promovam condições para o julgamento da qualidade das afirmações derivadas desses resultados, aspecto essencial para se adquirir uma alfabetização científica e o letramento dos estudantes (KRASILCHIK; MARANDINO, 2004). Acreditamos que dessa forma seja possível relacionar adequadamente a Ciência e a Tecnologia com a Sociedade, por meio de discussões no ambiente escolar, assim como, a leitura crítica dos manuais de orientação de funcionamento e montagem dos aparatos tecnológicos disponíveis para população, conforme também destaca Auler (2005):

Para tal, entendo como passo inicial e fundamental a busca de uma compreensão crítica sobre as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Concebo a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) como exercício de uma leitura crítica da realidade, uma realidade, uma dinâmica social contemporânea crescente relacionada às escolhas, ao

direcionamento dado ao desenvolvimento científico-tecnológico. (AULER, 2005, p. 263)

Por outro lado, reconhecemos que essa é uma meta muito ambiciosa e de longo prazo no ambiente escolar. cremos que a dependência recíproca entre a Ciência e a Tecnologia está cada vez mais evidente, embora nas aulas práticas de laboratórios e nos ambientes escolares não seja comum evidenciar esta relação, porque ao apresentar experimentos como simples receitas prontas implicitamente já se excluem quaisquer reflexões acerca das relações entre Ciência e Tecnologia (BORGES, 2001). Acreditamos que o trabalho experimental não só tem presença muito pobre no Ensino de Física, mas também apresenta uma orientação inadequada, contribuindo para uma visão distorcida e empobrecida da atividade científica. Entretanto, cremos que uma atividade experimental investigativa tem o potencial de minimizar esta defasagem e ainda possibilitar um maior envolvimento dos estudantes ao conferir-lhe uma maior responsabilidade na determinação do planejamento e condução da atividade (ibid).

Neste trabalho, 83% dos estudantes apontaram o experimento prático como potencializador do entendimento de Ciências, ao responderam a questão 6 da pesquisa de concepções sobre CTS, assim como 46 citações, na questão aberta formulada sobre o papel da experimentação para compreender o desenvolvimento científico. Igualmente apontaram como sendo facilitadora para o entendimento dos conceitos teóricos da Física, quando um estudante relata: “[...] com a experimentação fica mais claro o Como?; o Por quê?; muitas dúvidas são esclarecidas”. Portanto, uma atividade experimental investigativa tem por objetivo potencializar o estudante a uma articulação de competências que sejam vinculadas aos seus conhecimentos prévios, práticos e conceituais, cujas habilidades desenvolvidas concretizem a apropriação de um novo conhecimento. Conforme Carvalho (1999):

As atividades investigativas, nas quais o aluno faz parte da construção do conhecimento, podem levar este aluno a perceber que o conhecimento científico se dá por meio de uma construção, mostrando, assim, seu aspecto dinâmico e aberto, e possibilitando até mesmo, que o aluno participe desta construção. (CARVALHO et al., 1999, p. 46)

Na atividade investigativa “O chuveiro elétrico: um aparelho resistivo” (cujo roteiro encontra-se no apêndice B deste trabalho), os estudantes foram induzidos a

analisar o artefato tecnológico por meio de sua desmontagem, leitura de características técnicas e parâmetros de funcionamento elétrico e hidráulico. Desse modo, foi possível transformá-lo em objeto de estudo conceitual da eletricidade e a revisão de alguns conceitos do conteúdo de hidrostática, possibilitando aos mesmos compreender o funcionamento do artefato, cujo modo de investigação temática também é defendido por Angotti e Mion (2005, p. 9): “A investigação temática, significa, visa um processo de investigação-ação educacional, compreender e incorporar como o conhecimento científico é transformado em conhecimento educacional”.

Tradicionalmente, no nosso entendimento, a Tecnologia tem aparecido nos cursos de Física sob a forma de descrição de artefatos tecnológicos como âncora para ilustrar leis e princípios científicos e não tem rompido com a idéia do ensino como reprodução de informação e repetição de técnicas e, igualmente, não tem auxiliado no desenvolvimento das competências pretendidas de apropriação do conhecimento implícita no artefato tecnológico, como por exemplo, o tamanho da resistência elétrica na posição morna do chuveiro elétrico. Acreditamos que tais abordagens provenham de uma visão equivocada do que seja tecnologia, confundindo-a apenas com uma ciência aplicada que descreve o funcionamento dos artefatos tecnológicos e não como uma ciência do cotidiano.

O problema abordado neste trabalho se refere a como podemos elaborar atividades de ensino em sala de aula de forma que nossos estudantes aprendam a resolver um problema tecnológico. Pretendemos que avancem na apreensão de saberes que lhes propiciem conhecimentos históricos e sociais construídos através do conhecimento de Física e, deste modo, promover o entendimento dos fenômenos da natureza presentes nos processos de transformação de energia e, principalmente, aos relacionados com a energia elétrica, com os quais interagimos diariamente. O que desejamos é uma articulação entre conhecimento científico, processos e produtos tecnológicos, assim como as relações sociais mais evidentes entre estes, portanto, dentro de uma perspectiva CTS na educação (ANGOTTI; MION, 2005).

Como pressupostos, nós assumimos a Tecnologia como processo e não como produto, onde objetiva resolver um problema prático real usando práticas e

conhecimentos estruturados que formam um campo próprio do saber. Procuramos, assim, afastar-nos da concepção de Tecnologia como mera aplicação da Ciência na criação de produtos tecnológicos presentes no cotidiano das pessoas, cuja concepção tem direcionado para uma abordagem conceitual de uma simples descrição de funcionamento de artefatos tecnológicos, apenas com fins ilustrativos nas aulas de Física e que não têm rompido com a idéia de um ensino conteúdista de aulas expositivas e resoluções de exercícios fechados. Para articular os conteúdos vinculados ao objeto de estudo consideramos as orientações dos conceitos unificadores, ou seja, transformação, regularidade, energia e escalas (ANGOTTI; BASTOS; MION, 2001; ANGOTTI; MION, 2005) que oportunizam a interdisciplinaridade no processo de apropriação de saberes, pois permitem reorganizar os conceitos envolvidos a partir da construção de relações conceituais associadas com a construção e o funcionamento de artefatos tecnológicos e, possibilita refletir sobre seus significados.

Assim, com o objetivo de propiciar ao estudante uma aprendizagem que seja significativa, apresentamos uma seqüência de atividades que acreditamos ser capazes de potencializá-los para o desenvolvimento de competências relacionadas ao uso de artefatos tecnológicos envolvendo diferentes conceitos físicos, como:

- a) Troca de resistência elétrica;
- b) Conscientização dos aspectos relacionados à potência do equipamento;
- c) Utilização de disjuntores e fiação adequados;
- d) Consumo e economia de energia elétrica, entre outros.

Vale ressaltar que tais competências não se restringem à formação de profissionais da tecnologia, mas de cidadãos autônomos e críticos.

#### **4.3.4 Operacionalização da Atividade Experimental Investigativa.**

Elaboramos uma atividade experimental investigativa que propiciasse a discussão, pelos estudantes, de questões sobre, as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) fundamentada na aquisição e utilização do chuveiro

elétrico doméstico. Nesta intervenção no ambiente escolar foi utilizado um texto (APÊNDICE B) onde constavam questões elaboradas a partir de tabelas de consumo (ANEXO 3) do chuveiro elétrico produzidas pelo INMETRO<sup>1</sup> (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), material didático (ANEXO 2) disponibilizado pelo PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) e chuveiros elétricos (FIGURA 18) encontrado facilmente no mercado e, descartado quando apresentar algum problema em seu funcionamento.



**FIGURA 18 – CHUVEIROS ELÉTRICOS UTILIZADOS NA ATIVIDADE INVESTIGATIVA.**

A atividade proposta foi desenvolvida em três turmas do 3º ano do Ensino Médio, envolvendo um total de 104 estudantes, de uma escola pública denominada E. E. Leopoldo José de Sant'anna localizada na cidade de São Vicente, litoral do Estado de São Paulo, divididos em grupos no ambiente da sala de aula, local onde foi realizada a atividade experimental investigativa. Esta atividade ocupou um total de 4 aulas de 50 minutos. Para a operacionalidade da atividade experimental investigativa foi distribuído um roteiro de tarefas (APÊNDICE B) a serem desenvolvidas pelos grupos de estudantes. Como primeira atividade do roteiro, o professor solicita aos grupos que façam uma leitura do texto introdutório, momento este retratado na figura 19.

<sup>1</sup> Fonte <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/eficiencia.asp>



**FIGURA 19: LEITURA DO ROTEIRO DA ATIVIDADE PROPOSTA.**

A leitura do texto introdutório tinha como objetivo provocar e agregar subsídios aos estudantes para que argumentassem e discutissem a atividade planejada servindo, assim, como uma orientação para que aconteça a desejada apropriação de conhecimentos em uma tarefa cuja finalidade é oferecer uma educação tecnológica consistente. Sabemos que quando utilizamos uma atividade baseada no que ocorre ou utiliza-se no dia-a-dia do estudante, como é o caso do chuveiro elétrico, estabelecemos uma relação importante ao propiciar uma variedade de argumentos e questionamentos que facilitam a apropriação de concepções das relações CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).

O professor tem função essencial nesta discussão, pois lhe compete ressaltar e ampliar os argumentos levantados pelos estudantes durante a leitura do texto e provocar outras inquietações com objetivo de relacioná-los aos conceitos físicos que se está investigando. Assim, a idéia de uma atividade que envolve um artefato tecnológico relativamente simples, utilizado no cotidiano e de fácil aquisição como o chuveiro elétrico pode potencializar o professor a ressaltar alguns aspectos como, por exemplo, a validade dos conceitos apreendidos de corrente elétrica, resistência elétrica, potência elétrica e consumo de energia.

As investigações começam, em geral, com uma argumentação do professor sobre as situações teóricas, mais superficiais, do objeto de estudo, onde cada grupo deve contribuir com argumentos sobre a atividade proposta, para então passar para outras situações mais complexas. Se tivermos como objetivo oportunizar a compreensão do funcionamento de um chuveiro elétrico, devemos começar pelas

questões ou situações mais elementares, levantando, por exemplo, informações sobre quantos chuveiros elétricos cada estudante possui em suas residências, a tensão elétrica de suas residências, entre outros, pois temos conhecimento que os estudantes têm concepções prévias ou já vivenciaram situações que envolvem este artefato anteriormente.

Nesta investigação, os estudantes foram induzidos a relacionar através do objeto de estudo (chuveiro elétrico) os princípios físicos, bem como as leis e teorias envolvidas em seu funcionamento. Neste sentido, uma investigação baseada na utilização de objetos tecnológicos que fazem parte do cotidiano dos estudantes contempla aspectos educacionais importantes, conforme enfatizada Angotti (2005):

Estamos chamando equipamento gerador, pois como estamos agindo – refletindo – agindo no ensino formal, esta é uma das possibilidades de aclarar, recriando e reinventando a concepção de manuais de instalações e utilização de aparelhos e utensílios. Trabalhando a investigação em sua acepção mais abrangente do que uma simples alternativa metodológica, e sim, como um princípio formativo, intrinsecamente identificado como uma concepção de educação e de investigação. (ANGOTTI, 2005, p. 9)

Entendemos também, que uma investigação sobre artefatos tecnológicos, como o chuveiro elétrico, se constitui numa ferramenta importante para o processo de conscientização sobre o uso adequado do objeto e oportuniza uma relação com CTS, principalmente se este objeto está vinculado com a realidade do estudante, como é o caso do chuveiro.

#### **4.3.5 Análise Qualitativa do Problema e Questões Propostas.**

No desenvolvimento de nossa seqüência didática, a aplicação da atividade experimental investigativa destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que deve ser incorporado pelo estudante. Na análise e interpretação das situações de uso do chuveiro elétrico podemos determinar a sua relação com outros utensílios domésticos, como o ferro elétrico, o liquidificador, a geladeira etc, uma vez que estes artefatos tecnológicos podem ser compreendidos por meio de conhecimentos e conceitos semelhantes. Portanto as contribuições decorrentes da contextualização como facilitadora do processo de generalização que os estudante podem desenvolver, também é destacado por Giordan e Vecchi (1996):

As confrontações com os fatos e os discursos que decorrem deles permitem, portanto, instaurar progressivamente relações cada vez mais amplas. Numa primeira aproximação, cada generalização parece corresponder a um meio de passar de uma situação dada para outra um pouco mais extensa. (GIORDAN; VECCHI, 1996, p. 174)

Por sua vez, Carvalho et al. (1999, p. 87) destaca que a “[...] problematização das questões deve ser feita buscando a generalização da conceituação, conforme formulação dos chamados problemas abertos”. Segundo a autora, é importante que o estudante tenha nitidez do objetivo que deve ser atingido na atividade investigativa proposta. Portanto, o objetivo pretendido com esta atividade experimental investigativa é, fundamentalmente, capacitar o estudante ao emprego dos conhecimentos prévios aliados aos novos conhecimentos adquiridos, com intuito de ensiná-los a:

- a) Articular rotineiramente um conjunto de conceitos científicos conectados a situações reais do seu cotidiano.
- b) Empregar procedimentos matemáticos que relacionem grandezas físicas.
- c) Resolver qualquer outro problema típico presente nos livros textos ou mesmo em situações vivenciadas na prática cotidiana, generalizando assim o conhecimento adquirido.

A esse respeito, Giordan e Vecchi (1996) afirmam que:

Nessa mobilização, o aprendente constitui-se, a partir de sua experiência (em seu sentido clássico) numa “grade de análise” da realidade, numa espécie de decodificador que lhe permitira entender o mundo que o rodeia, abordar novas questões, interpretar novas situações, raciocinar para resolver uma dificuldade, dar uma resposta que considere como explicativa. A partir dessa “ferramenta” é que selecionará, também, as informações exteriores, para eventualmente entendê-las e integrá-las. (GIORDAN; VECCHI, 1996, p. 102)

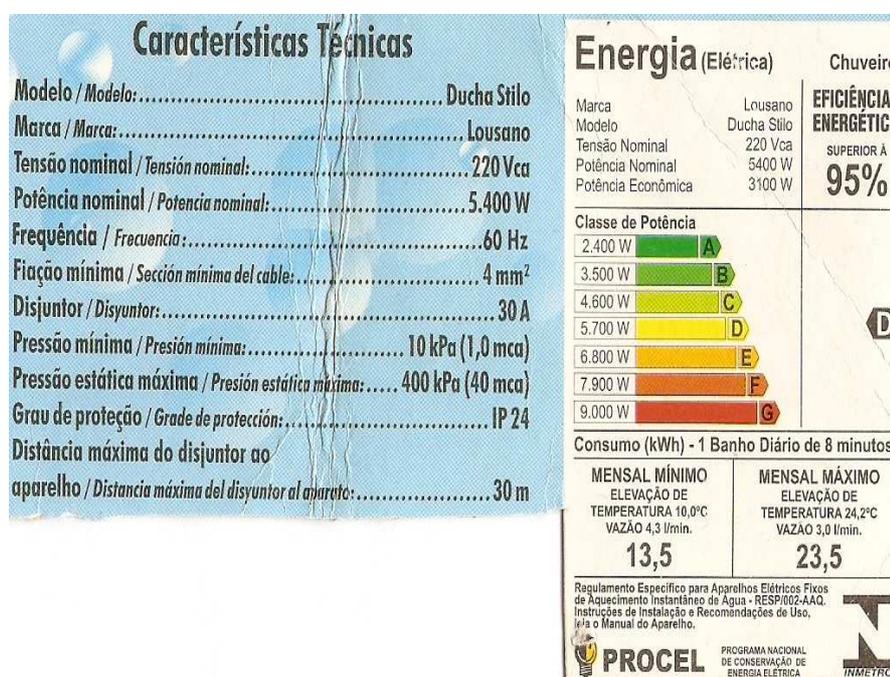
Independentemente do emprego de expressões matemáticas disponíveis para enfrentar a resolução de problemas, devemos considerar que o suporte teórico oferecido pela Física, aliado ao enfoque CTS, é que está em evidência nesse momento. O uso articulado da estrutura do conhecimento científico, disponibilizado por essa área do saber, com as situações significativas e contextualizadas envolvidas na atividade investigativa, constitui o objetivo central a ser atingido no processo ensino-aprendizagem da Física. Neste contexto, Carvalho et al. (1999, p.

48) destaca que: “[...] fazendo uso da argumentação para conscientizar e motivar a compreensão da Física espera-se que o aluno se aproprie desse conhecimento para ser utilizado ao longo de sua vida”. A possibilidade de adoção de novos comportamentos a partir da aprendizagem é também destacada por Giordan e Vecchi (1996), ao afirmarem que:

[...] as concepções do aprendente estão situadas no cerne dos problemas de aprendizagem, pois elas participam do jogo das relações existentes entre as informações à disposição de um indivíduo e as que ele encontrará ao longo da vida; sobre esses elementos é que se elaboram novos saberes e, com isso, suas futuras condutas. (GIORDAN; VECCHI, 1996, p. 103)

Com o objetivo de suscitar uma discussão sobre os conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais presentes no ato cotidiano de utilizar o chuveiro elétrico para banhar-se, foi apresentada a questão a seguir e solicitamos aos grupos, identificados como G1, G2, G3, G4, G5, G6 e G7, que as respondessem.

*Questão ‘a’ - Faça uma leitura do manual do fabricante, que acompanha o chuveiro elétrico ou as informações impressas no utensílio.*



**FIGURA 20 – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO CHUVEIRO ELÉTRICO.**

A leitura do manual do fabricante (FIGURA 20) e o contato com o artefato tecnológico tiveram como objetivo contribuir para que o estudante iniciasse a formar

uma concepção preliminar do problema a ser enfrentado. Neste momento disponibilizamos ao estudante a introdução da atividade experimental investigativa, possibilitando-lhe realizar uma análise qualitativa e quantitativa das características técnicas do objeto de estudo e, posteriormente, relacionar esta situação apresentada com a manipulação do artefato tecnológico (chuveiro elétrico), abordando e buscando soluções para problemas concretos e reais, como, por exemplo, troca da resistência elétrica, choques elétricos, entre outros. Carvalho et al. (1999, p. 79), referindo-se a oportunidade de aplicar uma atividade investigativa, aponta que esta deve ter como objetivo “[...] levar os alunos a pensar, debater, justificar suas idéias e aplicar seus conhecimentos, em situações novas, usando os conhecimentos teóricos, físicos e matemáticos” (grifo nosso).

No desenvolvimento da atividade experimental investigativa, contextualizamos por meio de esclarecimentos técnicos do objeto de estudo e, igualmente, argüimos os grupos sobre algumas características técnicas impressas no manual do fabricante do chuveiro elétrico, como por exemplo, a tensão elétrica do chuveiro, a potência elétrica, o significado da etiqueta de eficiência energética, a pressão mínima da coluna de água, entre outros. Ao contextualizar as características técnicas do chuveiro elétrico, potencializamos os estudantes a perceber uma ligação do artefato tecnológico com seu cotidiano por meio de simulações de situações reais, onde o poderão tomar decisões de escolha de um produto fundamentada num conhecimento escolar. Mais uma vez enfatizamos a importância de conectarmos atividades investigativas com o dia-a-dia do estudante ao destacar, por exemplo, a diferença de consumo elétrico entre um chuveiro de 6.400 W e outro de 2.400 W de potência elétrica e mostrar a relevância do conhecimento científico envolvido nessa tomada de decisão, que abrange desde aspectos sociais e econômicos até ambientais (CARVALHO et al., 1999).

Uma das funções do professor é criar um ambiente de provocação, que segundo Giordan e Vecchi (1996, p. 163) deve levar à: “[...] criação de situações pedagógicas que permitem a emergência das concepções, a tomada de consciência da existência de contradições, a possibilidade de confronto das diferentes opiniões, o incentivo à pesquisa e à ação”. Neste contexto de debates e diálogos abertos, o grupo G 5, analisando as informações do manual do chuveiro elétrico, questionou:

\_\_\_\_\_ *O que é eficiência energética?*

Diante desse questionamento decidimos realizar uma explanação sobre o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), que tem como objetivo, conforme destacado pela Eletrobrás (2006, p. 12): “[...] promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, para que se eliminem os desperdícios e se reduzam os custos operacionais da produção de energia elétrica”. Então, em 1985 surgiu, por parte do Poder Executivo Federal brasileiro, a preocupação com a conservação da eletricidade no país, sendo constituído então o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, hoje Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica (PROCEL). A partir de 1994, o PROCEL passou por um processo de renovação e ganhou mais um aliado contra o desperdício, o SELO PROCEL de economia, procurando inclusive aproveitar avanços das experiências do próprio programa. Conforme destacado no documento da Eletrobrás (2006, p. 12), o selo PROCEL: “[...] vem cumprindo, à risca, o objetivo de indicar ao consumidor brasileiro, no ato da compra, os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética”.

As dimensões continentais do Brasil foram determinantes para produzir inovações na forma de atuação dos programas conhecidos de eficiência energética e, assim, executa-los com sucesso em nosso país. Desta forma, o PROCEL, começou, a estabelecer convênios com concessionárias, prefeituras, governos estaduais e associações de classes, entre outros, de modo a criar uma rede de parcerias por todo o Brasil e com os subprogramas: Sanear, Educação, Indústria, Edifica, Prédios Públicos, Gestão Energética Municipal e o Reluz, administrados pelo PROCEL, conseguiu-se obter resultados satisfatórios de economia de energia. Portanto, através desses programas, o PROCEL vem efetuando um grande esforço de desenvolvimento tecnológico, regulatório e educacional para a sua implementação (ELETROBRÁS, 2006).

O suporte informativo do PROCEL potencializou os estudantes a compreenderem a preocupação do governo em diminuir o desperdício de energia, principalmente quando, na pesquisa de concepções sobre CTS, 93% dos estudantes concordam que a sociedade deve influenciar na condução e acompanhamento do desenvolvimento científico, assim como, participar do desenvolvimento científico.

Igualmente, 76% dos estudantes, concordam que a sociedade deve influenciar as decisões do governo sobre Ciência e Tecnologia, assim como o resultado obtido por, Acevedo (2002) em seu artigo, também obteve resultado de pesquisa similar ao analisar um questionário de opiniões sobre CTS, contabilizou mais de 60% das respostas apontaram adequada a influência da sociedade na Ciência e Tecnologia. As principais linhas de atuação adotadas pelo PROCEL e que fazem parte dos objetos de estudo dessa dissertação esta delineada abaixo (ELETROBRÁS, 2006).

### *1) Setor residencial*

As ações do PROCEL e das concessionárias junto aos fabricantes de produtos elétricos para o mercado residencial referem-se, basicamente, às atividades de etiquetagem/certificação de eletrodomésticos visando testar a receptividade e operacionalidade de alguns incentivos (descontos/ financiamento/ instalação direta) para aparelhos eficientes. Estes vieses tecnológicos, necessários e fundamentais para a estratégia de transformação do mercado, mostraram-se insuficiente perante as metas do programa. Desta forma, desde 1995, tem-se buscado uma compreensão mais sistêmica e objetiva através de uma abordagem mercadológica, valendo-se de ferramentas de marketing para o desenvolvimento de estratégias de transformação do mercado consumidor.

Um dos instrumentos de eficiência energética mais utilizada é a política tarifária, principalmente as praticadas para domicílios residenciais, no Brasil, são comparáveis com aquelas aplicadas na maioria dos países desenvolvidos (ELETROBRÁS, 2006), onde consumidores de baixa renda são subsidiados e recebem um desconto de acordo com seu nível de consumo de energia elétrica. Entretanto, sabemos que a sinalização de reajuste de preço para a tarifária de consumo de energia elétrica não é suficiente para sensibilizar o usuário quanto a conter o consumo, como bem colocou espontaneamente um estudante: “Professor, eu já calculei meu banho de 20 minutos e só gasto uns centavinhos”. Portanto, apesar do programa PROCEL, fica evidente que a falta de conscientização dos indivíduos sobre a questão do consumo de energia elétrica ainda persiste.

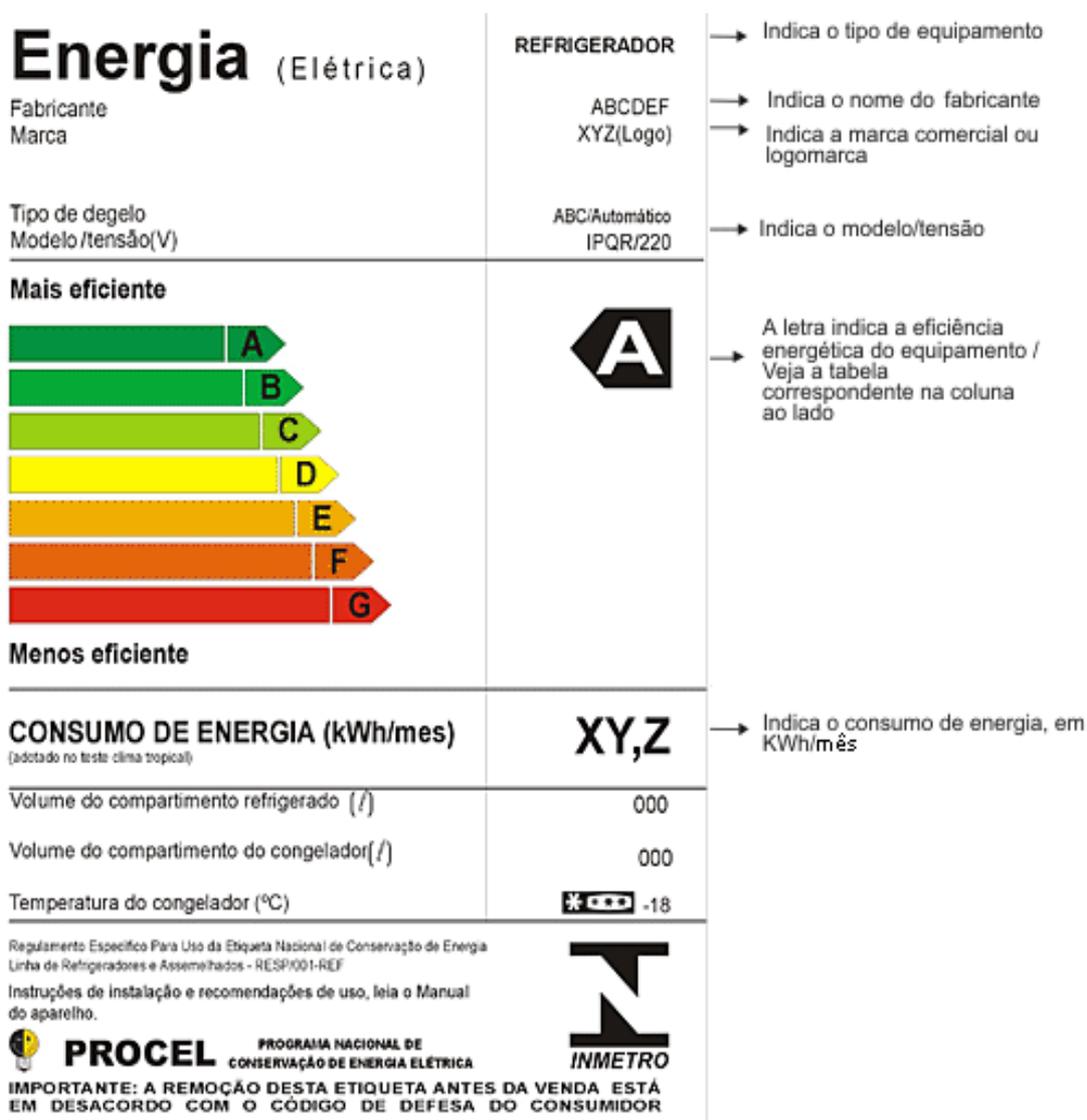
## 2) Educação

A linha educacional do PROCEL tem como objetivo o desenvolvimento de metodologias e material didático pedagógico para capacitar professores e estudantes da escola básica do país na utilização de recursos tecnológicos de combate ao desperdício de energia e mudança de hábito na sua utilização. Segundo a Eletrobrás (2006), em 1993 o Governo Brasileiro instituiu também o Selo PROCEL de Economia de Energia, (FIGURA 21), com o objetivo de combater o desperdício de energia elétrica, tanto do lado da fabricação de produtos como no consumo de energia elétrica, assim objetivar a melhoria da qualidade, como também, reduzir os impactos ambientais na produção e utilização desses produtos. Portanto, a Eletrobrás (Ibid, p. 12) entende que: “[...] o selo visa estimular a fabricação e a comercialização de equipamentos e eletrodomésticos mais eficientes e competitivos, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a redução de impactos ambientais”.



FIGURA 21 – SELO PROCEL<sup>2</sup>

Desse modo, o critério básico para a concessão do selo PROCEL de economia é a inserção do produto no Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), que ao submeter-se anualmente a ensaios de desempenho em laboratórios indicados pelo PROCEL e INMETRO, garante ao consumidor um produto com garantias de boa qualidade e, conseqüentemente, atendendo os níveis de eficiência energética exigido pelo PROCEL. A etiqueta (FIGURA 22) indica-nos os resultados dos ensaios e a classificação de eficiência energética do INMETRO obtida pelo produto têm a seguinte forma:



**FIGURA 22 – ETIQUETA DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UM REFRIGERADOR<sup>3</sup>.**

<sup>2</sup> Fonte – [www.eletronbras.com/procel](http://www.eletronbras.com/procel)

<sup>3</sup> Fonte – [www.eletronbras.com/procel](http://www.eletronbras.com/procel)

Os ganhos com o selo PROCEL se refletem no comportamento do consumidor brasileiro (ELETROBRÁS, 2006), como destaca o documento (Ibid, p. 12): “Hoje, ele, o cidadão, faz valer seu direito básico de ter acesso às informações claras e adequadas sobre os produtos e serviços oferecidos pelo mercado, com especificações corretas de quantidade, características, composição e preço” (grifo nosso). Ao ser estampado em um eletrodoméstico, o selo PROCEL constitui sinônimo de qualidade e eficiência. Mas devemos considerar que o aspecto comportamental no combate ao desperdício de energia é fundamental, assim como a sensibilização dos estudantes da escola básica. Estas ações podem significar acesso às mais variadas informações sobre a utilização da energia elétrica, possibilitando que ao exercer sua profissão no futuro, os atuais estudantes, tenham um olhar mais crítico em relação à preocupação de atuar como cidadão preocupado com desperdícios, principalmente, o desperdício de energia elétrica. Temos convicção ser esta uma postura de importância fundamental na manutenção e na melhoria da qualidade de vida das próximas gerações, dado o intenso impacto ambiental provocado pelos processos de produção de energia elétrica.

### *3) Impacto ambiental*

Sabemos que 83%<sup>4</sup> da energia elétrica produzida no Brasil são geradas em usinas hidroelétricas, devido a sua dimensão continental e a grande quantidade de bacias hidrográficas presentes no país, constituindo, portanto, a maneira mais fácil e econômica de produção dessa forma de energia. Outro conceito fundamental que apontamos, é a característica da energia elétrica que, devido a sua natureza, é uma forma de energia que não pode ser armazenada, a não ser em pequenas quantidades, como em pilhas e baterias. Assim, a energia elétrica tem que ser produzida no momento em que se deseja utilizá-la. Entendemos ser esta uma característica fundamental que determina as possibilidades técnicas para seu fornecimento e cremos ser um fator de estudos aprofundados para implantação de uma usina geradora de eletricidade.

Para transpor este obstáculo, as usinas geradoras de eletricidade acumulam o combustível, e de acordo com a necessidade, utilizam-no. No Brasil, como sabemos, o principal combustível é a água, que é armazenada nos reservatórios

para produzir a energia elétrica, quando for necessário. Por sua vez, a energia elétrica constitui uma das formas mais “limpas” de energia. Entretanto, temos a certeza que a mesma não é isenta de problemas, porque é natural que as atividades humanas interfiram no meio ambiente. Porém, quando a interferência atinge um nível que desequilibre a estrutura natural desse ambiente, ocorre o que denominamos de impacto ambiental.

É importante citarmos que todas as formas de geração de energia provocam interferências no meio ambiente, como foram amplamente mencionados durante as apresentações dos seminários sobre produção de energia elétrica, postura que teve como objetivo, clarear o conceito de recurso natural finito, devido respostas à questão nº 8 na pesquisa de concepções sobre CTS, quando 46% dos estudantes concordam que os recursos naturais são finitos, enquanto outros 54% discordam, portanto, valores percentuais que indicam certo desconhecimento acerca do conceito de recurso natural. Entretanto, os seminários, realizados no ambiente da sala de aula, tinham como objetivo dar sustentação a esta dissertação ao enfatizar que as várias formas de produção energética provocam, de maneira mais ou menos intensa, agressões ao meio ambiente, conforme referenciados pelos grupos durante a atividade. Também o PROCEL tem como um dos principais objetivos, além de abrandar o desperdício de energia elétrica no país ao buscar a eficiência energética por meio do desenvolvimento tecnológico, onde deve priorizar a proteção ao meio ambiental.

*Questão 'b' - Identifique no chuveiro elétrico as informações do fabricante (eficiência energética, consumo de energia e parâmetros técnicos para funcionamento do chuveiro).*

Esta etapa da intervenção teve como objetivo instigar o estudante a investigar todas as informações que estão impressas no chuveiro elétrico e, assim, fazer uma comparação com o manual do fabricante. Os grupos iniciaram a investigação buscando conhecer as condições de funcionamento do chuveiro, através das informações fornecidas pelo fabricante, assim como, as impressas no próprio chuveiro elétrico. Esta leitura de informações permitiu indagações do grupo G 3

---

<sup>4</sup> Fonte Ministério de Minas e Energia – Nota Técnica – Projeção da Matriz Energética Nacional 2005 – 2023.

sobre a tensão elétrica e como é aplicada no chuveiro elétrico, portanto, abrindo-se um parêntese para que pudéssemos nos aprofundar conceitualmente sobre a argüição do grupo. É comum o tratamento em sala de aula da tensão elétrica como diferença de potencial (ddp) e, muitas vezes, o estudante, não consegue associar os dois termos, mas se usarmos o termo conforme o seu cotidiano, voltagem, imediatamente identifica o seu significado. Por tratar-se de uma aula investigativa, buscamos socializar a resposta aos grupos e, assim, colocamos que o conceito de tensão elétrica está relacionado com os conceitos de campo elétrico e potencial elétrico que realizam um trabalho sobre uma carga elétrica carregada, de modo que podemos explicar a mesma coisa de formas diferentes. Isto é, uma carga elétrica só se movimenta de um ponto para outro de uma região do espaço se, nessa região, houver um campo elétrico e, conseqüentemente, uma força elétrica, conceito este expresso formalmente pela equação  $F = q E$ . Portanto, o trabalho sobre uma carga elétrica só ocorre, segundo Sears (1984):

Quando uma partícula carregada se move num campo elétrico, o campo realiza trabalho sobre ele. Este trabalho pode ser expresso em termos de energia potencial, que, por sua vez, esta associada a um conceito, chamado potencial elétrico. (SEARS, 1984, p. 550)

Esse movimento das partículas, citado pelo autor, pode ser entendido, também, pelo conceito de diferença de potencial, onde uma carga elétrica só se movimenta de um ponto para outro de uma região do espaço se, entre esses dois pontos, houver uma diferença de potencial. Para entender a diferença entre essas explicações podemos ilustrar o deslocamento de uma pedra ao rolar do alto de uma ribanceira, cuja interpretação do estudante poderia ser que a pedra caiu devido a atuação do campo gravitacional da Terra, ou que a pedra caiu porque estava num ponto mais alto e tende a vir para um ponto mais baixo devido a diferença de potencial gravitacional. São analogias equivalentes e podemos adotar uma ou outra. Entretanto, em sala de aula, ao abordar o conceito de diferença de potencial, é comum contextualizarmos uma situação que seja mais concreta para a compreensão do estudante. Dessa forma, para que as cargas elétricas de um condutor metálico se movimentem, predominantemente, num determinado sentido, ou seja, de um ponto para outro, é preciso que entre esses pontos se estabeleça uma diferença de potencial. Na prática, a diferença de potencial elétrico está presente quando nos referimos a pilha de 1.5 V ou a tomadas de 110 V ou 220 V.

Portanto, a diferença de potencial ou tensão elétrica está associada a capacidade de fornecer 'energia elétrica' a um aparelho elétrico. Também podemos associar a unidade de diferença de potencial elétrico, o volt, ao símbolo 'V' impresso nos aparelhos eletro-eletrônicos. Em determinado momento, o grupo G 1 foi argüido pelo mediador (Professor) sobre:

\_\_\_\_\_ *O que é corrente elétrica?*

A resposta do grupo foi imediata, "é o deslocamento ordenado dos elétrons". O grupo continuou sua argumentação:

\_\_\_\_\_ *Professor, você poderia explicar novamente, porque não estamos lembrados da aula teórica sobre este deslocamento ordenado.*

Passamos, então, a fazer uma rápida retrospectiva da aula, cujo conteúdo tratava da intensidade de corrente elétrica, esclarecendo, o princípio de que diferentes movimentos de cargas elétricas, em um condutor, podem ser entendidos como corrente elétrica. Nesse sentido, exemplificamos como exemplo o relâmpago entre uma nuvem carregada e a Terra, ou a eletrização entre corpos quando atritados, ou mesmo o fluxo de elétrons entre dois pontos de um fio condutor, onde aos quais se estabeleceu uma diferença de potencial elétrico.

O conceito de corrente elétrica esta associada ao movimento de elétrons, que são cargas negativas. No entanto, antes de se conhecer precisamente qual era o tipo de carga elétrica em movimento nos condutores elétricos, se negativa ou positiva, fisicamente já se havia definido um sentido de movimento da corrente elétrica, supondo que essas cargas fossem positivas. Sob o ponto de vista físico, o movimento de cargas negativas num sentido equivale ao movimento de cargas positivas no sentido oposto, sendo esse sentido de movimento das cargas positivas mantidas e entendido como convencional (HALLYDAY, 1984; SEARS, 1984; GREF, 1998).

O movimento de elétrons num condutor não é ordenado, contínuo, como se costuma imaginar. Principalmente quando a corrente elétrica é comparada com o fluxo de água que escoar nos encanamentos de uma residência. Existe uma corrente chamada contínua, mas esse contínuo se refere a um movimento médio dos

elétrons (GREF, 1998). Na verdade os elétrons se deslocam de forma caótica, chocando-se com os átomos do condutor, embora haja um sentido resultante e constante, que prevalece. A este aspecto, Sears (1984) afirma que:

O movimento de uma partícula carregada, livre, em um condutor é muito diferente do de uma partícula no espaço vazio. Depois de uma aceleração momentânea, ela sofre uma colisão inelástica com uma das partículas fixas do condutor, perde a velocidade que havia adquirido na direção da força motriz, começando tudo novamente. (SEARS, 1984, p. 593)

Para ter-se uma idéia da quantidade de choques que os elétrons sofrem, basta dizer que o seu deslocamento, resultante ao longo do fio condutor, é extremamente lento, de modo que em geral, um elétron em um fio condutor demora um longo tempo para percorrer uma pequena distância, conforme GREF (1998, p. 342): “[...] a velocidade média de avanço dos elétrons livres é compatível com a ordem de grandeza de 1 mm/s”. Outro fator importante é a diferença entre corrente contínua e corrente alternada, isto é, a corrente contínua é gerada por pilhas e baterias, sendo utilizadas quase exclusivamente nos aparelhos eletrônicos e automóveis. O tipo mais familiar de corrente elétrica, pelo qual pagamos a conta de consumo elétrico todo o mês, é a corrente alternada, fornecida pelas empresas distribuidoras de eletricidade. Nela, os elétrons não se deslocam ao longo do condutor, mas executam um movimento de vai-e-vem em torno de posições mais ou menos fixas. Isso significa que os elétrons se movimentam na resistência elétrica do chuveiro, por exemplo, sem jamais terem saído da resistência.

A corrente elétrica pode ser definida a partir da quantidade de carga que atravessa seção transversal de um condutor em um intervalo de tempo. Quando essa quantidade de carga é um coulomb e o intervalo de tempo é um segundo, a unidade de corrente elétrica será de um ampère, ou um A. A unidade ampère decorre de uma homenagem feita ao físico francês André-Marie Ampère. Vale lembrarmos que um coulomb corresponde a 6,25 quintilhões de elétrons, sendo portanto difícil ou mesmo impossível imaginar o que de fato ocorre no mundo das partículas elementares (SEARS, 1984). Mesmo que não se saiba como as coisas realmente acontecem nesse micro-cosmo, é possível estabelecer inúmeras relações que definiram novos conceitos. Por exemplo, o movimento de elétrons em um condutor pode ser mais fácil ou mais difícil, dependendo da resistência que esse condutor ofereça. Dessa dificuldade para o movimento dos elétrons surgiu o

conceito de resistência elétrica. Após esta explanação do conceito de corrente elétrica, o grupo G 7, perguntou:

\_\_\_\_\_ *Como poderíamos definir a potência elétrica de uma maneira mais compreensível e com exemplos práticos?*

Para compreendermos o que seja a potência de um aparelho ou máquina, consideremos que um aparelho resistivo em funcionamento transforma continuamente energia elétrica em energia térmica. Portanto, a potência é a relação entre a energia, ou trabalho realizado, e o tempo gasto para realizá-lo, conforme destaca Sears (1984, p. 610) ao afirmar que: “[...] quanto maior a rapidez com que um trabalho é realizado, maior é a potência desenvolvida”.

Suponhamos que dois caminhões idênticos transportem a mesma carga em um mesmo trajeto. Aquele que cumprir o percurso em menos tempo certamente terá desenvolvido a maior potência. Um aquecedor de água que faça ferver um litro de água em um minuto possui, em princípio, o dobro da potência de um outro aquecedor que realize a mesma tarefa, nas mesmas condições, em dois minutos. Também podemos fazer uma analogia com o chuveiro elétrico, isto é, quanto maior a potência elétrica do chuveiro, maior será o aquecimento de seu resistor. Portanto, podemos proferir que a medida do desempenho de máquinas ou aparelhos elétricos é feita através da potência que dissipa e cuja grandeza física tem como unidade o watt (W), em homenagem ao engenheiro escocês James Watt.

Nos aparelhos elétricos resistivos a potência dissipada aparece nas chapinhas ou impressa nos eletrodomésticos. Por exemplo, a informação de 5.700 W de potência elétrica de um chuveiro, informa que ao funcionar, transforma 5.700 joules de energia elétrica em energia térmica por segundo. Também é relevante relacionar energia e calor, onde podemos explicar que a idéia de construir aparelhos resistivos tenha como objetivo o aproveitamento do efeito Joule. Segundo Gaspar (2003, p. 122): “[...] a energia elétrica se transforma em energia térmica sempre que um fio condutor é percorrido pela corrente elétrica”.

Acreditamos que não seja difícil entender a origem dessa energia térmica. Ao elucidar o modo como os elétrons se comportam ao se deslocarem no fio condutor, quando ocorrem colisões com os átomos desse condutor e, assim, transforma sua

energia de movimento em calor. Este é um processo similar a transformação do movimento em calor ao esfregamos as mãos em um dia de frio intenso. Ao esfregarmos fortemente ou com rapidez, nossas mãos se aquecerão proporcionalmente, nesse caso, dizemos que estamos desenvolvendo uma potência maior, da mesma maneira, podemos compreender o funcionamento de alguns chuveiros elétricos que aquecem a água de maneira diferente, devido à relação com a potência elétrica de cada chuveiro, o que define sua eficiência para aquecimento da água para banhos.

*Questão 'c' - Identifique no mecanismo interno do chuveiro elétrico o circuito hidráulico, localizando o diafragma que pressionado pela água fecha o circuito elétrico. O que significa a expressão KPa e (mca) impressa nas características técnicas do chuveiro elétrico?*

Esta questão teve por objetivo provocar a curiosidade do estudante fazendo-o observar por onde passa a água no interior do chuveiro elétrico, como ocorre a energização da resistência elétrica e as grandezas físicas envolvidas nesse processo. Neste momento o grupo G 6 perguntou:

\_\_\_\_\_ *Professor, o que é KPa (quilopascal)?m.c.a. (metro de coluna d'água)?*

Este questionamento do grupo apontou para a necessidade de revisão do conceito de Hidrostática, onde se estuda os conceitos de pressão dos líquidos, conteúdo curricular do 1º Ano do Ensino Médio da escola onde ocorreu a intervenção. Procuramos fazer uma retrospectiva desse conteúdo de modo possibilitar aos estudantes, compreender, principalmente, os conceitos de pressão e vazão dos líquidos.

Em princípio definimos o que é vazão abordando como exemplo uma torneira que enche um reservatório, cuja capacidade é de 10 litros, em 5 segundos, onde se conclui, facilmente, que pela seção transversal de escoamento do controlador de vazão (torneira) de água passaram em cada segundo 2 litros de água. Dizemos então que a vazão em volume que escoar pelo controlador de vazão é de 2 litros/segundo. O conceito de vazão, conforme assinala Torres (2001, p. 100),

corresponde ao: “[...] volume de um fluido que escoar através de certa seção em um intervalo de tempo”. Como a água é um fluido incompressível, a vazão é a mesma em qualquer seção da tubulação de escoamento para o chuveiro, mas a velocidade da água será maior se ocorrer uma obstrução parcial na tubulação condutora da água. A esse respeito, Resnick (1984, p. 92) enfatiza que: “[...] pode-se prever que num escoamento permanente e incompressível a velocidade de escoamento é inversamente proporcional à área da seção transversal, tornando-se maior nas partes mais estreitas do tubo”. Por exemplo, é o que acontece quando abrimos o controlador de vazão para tomarmos banho, isto é, quanto mais aberto, mais fria é a água devido à maior velocidade que passa pela resistência elétrica, dificultando o seu aquecimento.

Para os estudantes compreenderem o conceito de pressão, por ser o fundamento da questão argüida pelo grupo G 6, conforme a obra de Gaspar (2002, p. 305), que define: “pressão é a força que age perpendicularmente sobre uma unidade de área”. Citamos um exemplo muito comum descrito nos livros didáticos: um esquiador ao deslizar na neve utiliza os esquis porque permitem que o peso se distribua sobre uma superfície mais extensa do que a planta de seus pés, o que impede o corpo de afundar na neve.

Outro fato que consideramos é o denominado Princípio de Pascal que leva o nome do cientista francês que a descobriu no século XVIII. Ao exercer-se uma pressão sobre um líquido, essa se transmite a todos os pontos desse líquido, assim, sobre as paredes do recipiente que o contém, segundo Resnick e Halliday (1984, p.80): “A pressão exercida sobre uma superfície qualquer de um líquido se transmite com a mesma intensidade a todas as demais superfícies que estão em contato com o líquido, não importando como elas estejam orientadas”. Gaspar (2002, p. 322) também considera que: “[...] a variação de pressão aplicada a um fluido contido num recipiente fechado é transmitido integralmente a todos os pontos desse fluido”.

No Sistema Internacional, a unidade de medida de pressão é o pascal (Pa). Portanto, um pascal é a pressão exercida por uma força de 1 N (newton) aplicada perpendicularmente sobre uma superfície de  $1 \text{ m}^2$  (metro quadrado) de área. Utiliza-se também o múltiplo de Pa, ou seja, o KPa, que corresponde à 1000 Pa, então:

$$1Pa = \frac{1N}{1m^2}$$

A propriedade de transmitir pressão em todos os sentidos com a mesma intensidade nos líquidos, expressada pelo Princípio de Pascal, é utilizada para amplificar e transmitir forças de um ponto a outro, como é o caso dos contatos elétricos que energizam a resistência elétrica do chuveiro por meio do diafragma de borracha, que foi visualizado pelos estudantes, ao observarem o chuveiro desmontado. Também observaram que a água não circula diretamente para a câmara ou para o reservatório espalhador (parte furadinha), pois antes circula pela resistência elétrica.

Para aprofundar a discussão, buscamos esclarecer um pouco mais como funciona um chuveiro elétrico. Quem usa um chuveiro, na maioria das vezes, quer água quente, que inicialmente está fria na tubulação e, sabemos que o aquecimento não ocorre instantaneamente, com um simples contato com a resistência elétrica, pois são vários os processos que associados fazem o chuveiro funcionar. Primeiro temos que aquecer a resistência elétrica por meio da circulação da corrente elétrica pelo condutor elétrico resistivo fabricado para ser utilizado como resistor elétrico. Este condutor aquece devido às suas dimensões e necessita dissipar este calor gerado pela resistência elétrica que é absorvido pelo fluxo de água, caso contrário, a mesma se funde (queima). Entretanto, para que ocorra o processo de aquecimento da água é necessário acionar ou ligar a resistência elétrica do chuveiro por meio de um diafragma de borracha, onde estão montados os contatos elétricos. De um lado estes contatos energizam a resistência elétrica e, do outro lado, recebem a diferença de potencial elétrico fornecida pela empresa concessionária de energia elétrica.

Quando abrimos o controlador de vazão de água para o chuveiro, a pressão de água desloca o diafragma de borracha, ao qual estão fixos contatos metálicos, que possibilitam o deslocamento ordenado dos elétrons livres pelo fio condutor (corrente elétrica) que está conectado à resistência elétrica. Uma mola montada no diafragma facilita seu retorno à posição original, quando não submetido à pressão da água e, assim promove o afastamento dos contatos que possibilitam o fluxo da corrente elétrica pela resistência elétrica do chuveiro, impedindo que a mesma se funda por falta de fluxo de água. Vale observar que a água ao entrar na câmara

onde se localiza a resistência elétrica não fluirá diretamente para o espalhador do chuveiro, porque se assim ocorresse somente uma parte desta água aqueceria enquanto a outra permaneceria fria, o que é muito desconfortável. Para que o fluxo de água aqueça totalmente é necessário que permaneça acumulada por um certo período de tempo na câmara de aquecimento e após efetuar um pequeno percurso até o espalhador do chuveiro, plenamente observável no chuveiro desmontado, assim se aquecendo por igual.

Um outro fator a considerar é a velocidade do fluxo da água no espalhador do chuveiro, controlada pela maior ou menor abertura do controlador de vazão (torneira) de água para o funcionamento adequado do chuveiro elétrico. Assim, ao aumentar ou diminuir a vazão do líquido, ocorrerá diferentes possibilidades da resistência elétrica dissipar energia para a água, permitindo desse modo ao usuário controlar a temperatura da água por meio da quantidade com que a mesma circula na câmara de aquecimento. É por isso que ao obstruirmos vagarosamente a passagem de água pelo controlador de vazão (torneira), a água aumenta sua temperatura em decorrência da diminuição de sua velocidade, o que possibilita uma maior permanência na câmara de aquecimento, absorvendo a energia térmica dissipada pela resistência elétrica energizada. Como podemos observar, o Princípio de Pascal facilitou a construção do chuveiro elétrico, bem como inúmeros mecanismos que visam multiplicar intensidades de forças, como por exemplo, a prensa hidráulica.

Para concluir a resposta ao grupo G 6 (o que venha a ser m.c.a.?), nos fundamentamos na experiência de Torricelli, isto é, ao bombear água de poços com bombas aspirantes, verificava-se que a água atingia no interior do tubo apenas uma altura de aproximadamente 10,3 metros. Fato que ficou durante muito tempo sem explicação. No século XVII, Torricelli explicou este problema com a seguinte experiência: encheu totalmente de mercúrio um tubo de 1 metro de comprimento, tampou-o e colocou-o num recipiente com o mesmo líquido e destampou-o. O mercúrio dentro do tubo desceu e estabilizou-se a 76 cm (centímetros) do nível do recipiente, atingindo uma situação de equilíbrio (RESNICK; HALLIDAY, 1984). O GREF (1998, p. 62) destaca que: “Nesse nível, a pressão do ar equilibra uma coluna de mercúrio de 76 cm de altura contido num tudo de  $1 \text{ cm}^2$  de área de secção [...]”.

Portanto, a situação de equilíbrio entre o líquido dentro e fora do tubo é proveniente da mesma pressão que estão submetidos. Então, de que maneira a experiência de Torricelli explica o limite de 10,3 metros para a subida da coluna de água nas bombas aspirantes? Para a justificativa dessa pergunta, Torricelli tinha o conhecimento que a água era 13,6 vezes menos densa que o mercúrio. Assim, para que uma coluna de água exerça em sua base a mesma pressão exercida pela atmosfera, como acontece com a coluna de mercúrio, a relação entre a altura das colunas deve ser:

$$\frac{\textit{Altura da coluna de mercúrio}}{\textit{Altura da coluna de água}} = 13,6$$

Dessa maneira, observar-se que a altura da coluna de água equivale a:  $13,6 \times 0,76 \text{ m} = 10,3 \text{ m}$ , onde podemos relacionar que:  $760 \text{ mmHg} = 10,3 \text{ mca}$ . Como também, podemos estabelecer a equivalência entre as seguintes grandezas:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 10,3 \text{ mca} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa.}$$

Ao responder a indagação do grupo G 6 sobre o significado da expressão “Pa” (pascal) e “mca” (metro de coluna d’água), esclarecemos que são grandezas que medem a pressão exercida pela coluna de um líquido sobre uma superfície. No caso do chuveiro elétrico haveria uma pressão mínima necessária para posicionar o diafragma nos contatos elétricos e, assim, energizam a resistência elétrica e, uma pressão máxima, para preservar a sua utilização com segurança.

Também devemos considerar que usar uma linguagem de pressão mais acessível ao consumidor seria relevante, utilizando para isso unidades práticas capazes de favorecer a compreensão do significado da leitura de pressão. Conforme Luz (2003, p. 95): “[...] uma atmosfera tem um valor relativamente elevado, pois  $1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$  corresponde à aproximadamente  $1 \text{ Kgf/cm}^2$ , desse modo podemos definir como sendo a pressão exercida pelo líquido sobre uma superfície de  $1 \text{ cm}^2$  de área”. Se essa expressão fosse escrita nas características técnicas e impressa no chuveiro de maneira que mostrasse uma equivalência com uma unidade de medida conhecida equivaleria a:

Pressão mínima de 10 KPa = 10 Kgf/cm<sup>2</sup>

Pressão máxima de 400 KPa = 40 Kgf/cm<sup>2</sup>

*Questão 'd' – Observando a tabela de consumo de energia elétrica do INMETRO (Anexo B), existe diferença significativa de consumo mensal entre as tensões elétricas 110V e 220V?*

O objetivo desta questão foi incentivar os estudantes a realizarem uma pesquisa em uma tabela de informações sobre características técnicas de um chuveiro elétrico, objeto de estudo, onde deveriam comparar as informações dos diferentes fabricantes para que pudessemos fazer análises conclusivas sobre possíveis diferenças de funcionamento quando ligados as tensões elétricas de 110V e 220V nos chuveiros elétricos listados. Ao solicitar, aos estudantes, que pesquisassem sobre os consumos mensais impressos na tabela de consumo de energia elétrica disponibilizada para consulta e relacionassem este consumo com os valores tensões elétricas, tínhamos como objetivo provocá-los a fazerem uma análise desses valores vinculados a cada utensílio e concluíssem que os valores de tensões elétricas não seriam indicadores de consumo de energia, isto é, a questão teve como objetivo romper com o mito de que a tensão elétrica de 110V tem um consumo menor que a tensão elétrica de 220V. Para fundamentar este tema foi necessário fazer uma breve revisão do conceito de potência elétrica discutido na questão b e destacar o conceito definido pelo GREF (1998, p. 60), onde aponta que: “[...] a potência dissipada é a energia transferida ao ambiente, no caso, a câmara de aquecimento do chuveiro, por unidade de tempo”.

Em nossa abordagem, tivemos como objetivo discutir as diferentes potências relacionadas na tabela de consumo de energia do INMETRO e compará-las com valores impressos de mesma tensão elétrica no chuveiro, onde foi possível constatar, que os parâmetros quantitativos de tensão elétrica não refletem na potência elétrica do utensílio nas tensões de 110V e 220V. Também cremos ser produtivo induzir os estudantes à reflexão da característica implícita no conceito de potência elétrica, onde a tensão elétrica não altera os padrões de funcionamento do equipamento elétrico. Mas vale lembrar que ao modificarmos as dimensões da resistência elétrica de um chuveiro, como a espessura e/ou seu comprimento, ou até

o material com o qual é fabricado este resistor elétrico, estaremos alterando os parâmetros técnicos de funcionamento do chuveiro elétrico, recomendados pelo fabricante e provocar a inutilização do artefato. Se modificarmos o padrão de funcionamento de um chuveiro elétrico e ligarmos este utensílio a um padrão diferente de tensão elétrica recomendado pelo fabricante, que na prática altera a sua forma de funcionar, poderá causar, provavelmente, a fusão (queima) ou um baixo rendimento da resistência elétrica (pouca corrente elétrica). Para concluir esta abordagem, o GREF (1998) destaca ainda que:

[...] nos aparelhos elétricos resistivos o fenômeno do aquecimento está associado à potência dissipada. Esta potência está relacionada à intensidade da corrente necessária ao funcionamento desses aparelhos que, por sua vez, é determinada, por uma dada tensão, pelo material escolhido para o resistor e pelas suas dimensões (comprimento e espessura) (GREF, 1998, p. 70)

*Questão 'e' - Identifique no circuito elétrico, apontando os pontos de contato do resistor elétrico.*

Esta questão induziu o estudante a desmontar o chuveiro elétrico, uma vez que ao usar ferramentas de pequeno porte facilitou a tarefa, visto que existem várias peças de encaixe, necessitando simplesmente da utilização de uma chave de fenda universal para desparafusar. Esta atividade teve como princípio desenvolver a habilidade de desmontagem de um o chuveiro elétrico, momento que o grupo necessitou discutir estratégias para resolver o problema, isto é, delinear caminhos para executar a tarefa, como também possibilitou trocas de informações entre os elementos dos grupos e o estabelecimento de lideranças para executar o trabalho.

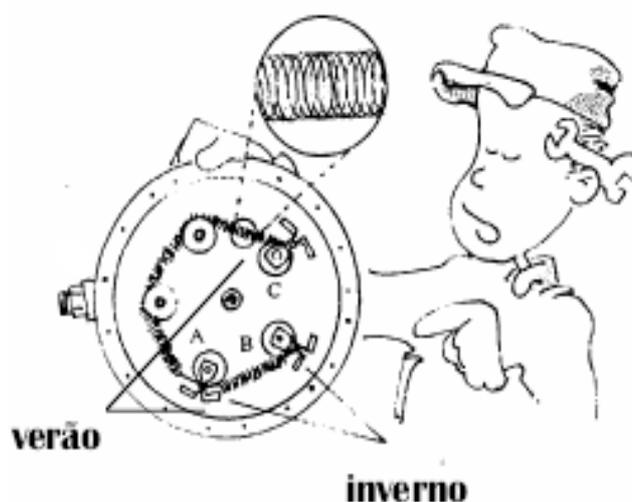
Aos vários grupos solicitamos que analisassem como a corrente elétrica circularia nos condutores do chuveiro e, possibilitasse o funcionamento da resistência elétrica. Circunstância que nos incitou a sugerir um modelo, como, por exemplo, imaginar a circulação da corrente elétrica como sendo o trajeto da água num circuito hidráulico, modelo este muito comum em vários livros didáticos de Física, aonde facilitou a compreensão, pelos estudantes, como ocorre o fluxo de elétrons em movimento ordenado nos condutores metálicos do circuito elétrico do chuveiro, o que denominamos de intensidade de corrente elétrica. A análise do

circuito para identificar os pontos de contatos elétricos também se constituiu em momentos de discussão nos grupos para chegar a um consenso. Sendo necessário fazerem-se intervenções nos grupos para ordenar e direcionar as discussões, como enfatiza Carvalho et al. (1999, p. 93) ao asseverar que: “[...] a função do professor, durante a discussão, é fazê-los pensar e avaliar as diferentes situações”.

*Questão ‘f’ - Observe que o resistor elétrico tem três pontos de contato, sendo que um deles permanece sempre ligado ao circuito. Quando o chuveiro está na posição “verão”, onde é feito o outro contato elétrico? (desenhe para melhor ilustrar).*

A questão foi planejada para que o estudante representasse de forma clara, através de um esquema de resistências elétricas, como seria a ligação solicitada. Não foi julgado com rigidez o esquema ou desenho desenvolvido, porque alguns estudantes desenharam um esquema elétrico e outros um desenho ilustrativo. Entretanto, o objetivo da questão era verificar se conseguiriam identificar o trajeto da corrente elétrica, para o funcionamento adequado do chuveiro na posição “verão” e analisar seus pontos de contatos.

Também interferimos nesta questão, argumentando que alguns fabricantes, utilizam o comprimento da resistência elétrica do chuveiro de maneira diferenciada para as mesmas posições (GREF 1998). Como tínhamos chuveiros elétricos de três fabricantes distintos e com formatos de resistores diferentes, mostramos um desenho esquemático, elaborado pelo GREF (FIGURA 23; 24), para estimular e orientar os estudantes na observação, de como e qual resistor elétrico, atuaria para as posições verão e inverno ou quente ou frio. Foi adequado ter disponíveis artefatos de fabricantes diferentes, uma vez que potencializou a discussão destes produtos e permitiu, aos estudantes, observar que todos os modelos de chuveiros elétricos têm como objetivo aquecer a água.



**FIGURA 23: MONTAGEM DAS RESISTÊNCIAS ELÉTRICAS DO CHUVEIRO.**

Onde:

AC: comprimento maior da resistência do chuveiro elétrico

AB: comprimento menor da resistência do chuveiro elétrico.



**FIGURA 24: CONTROLE DE TEMPERATURA DO CHUVEIRO ELÉTRICO**

Posição verão: aquecimento da resistência elétrica à menor potência

Posição inverno: aquecimento da resistência elétrica à maior potência.

Também foi oportuno, nesta questão, trabalhar o conceito de reostato de pontos, quando relacionamos o tamanho da resistência elétrica nas posições “verão” e “inverno” com um reostato (FIGURA 24), que permite variar a intensidade de

corrente elétrica em função do comprimento da resistência elétrica entre esses pontos (GASPAR, 2003; GREF, 1998).

*Questão 'g' - Observando a tabela de instrução de substituição de resistência elétrica observa-se valores diferentes para uma mesma potência em relação ao disjuntor e seção do condutor. Por quê?*

Esta questão foi planejada para que o estudante pudesse por meio da análise da instrução para substituição de resistência elétrica (ANEXO 1), relacionar esta atividade com o seu cotidiano, de modo a compreender como se efetua uma troca de resistência elétrica do chuveiro com segurança. Buscamos, assim, despertar a percepção da importância de realizar sempre a leitura dos manuais de instrução dos aparatos tecnológicos e, nesta leitura específica, verificar quais padrões técnicos do manual apresentam correspondência com os conteúdos de Física abordados na atividade e assim facilitar o entendimento do significado de muitos conceitos abordados neste espaço de aprendizagem. Então, o grupo G 2 questionou:

\_\_\_\_\_ *Como relacionar o funcionamento da resistência elétrica com os conteúdos de Física?*

Diante desta arguição optamos em promover uma revisão do conceito de resistência elétrica para fundamentar a questão da troca de resistência elétrica.

Ao abordamos o conceito de diferença de potencial, chamamos atenção da necessidade de uma diferença de potencial entre os terminais de um condutor para que ocorra o movimento de cargas elétricas (SEARS, 1984). Também ressaltamos que se as extremidades de um fio condutor forem ligadas, por exemplo, a uma pilha, certamente os elétrons vão se movimentar, ou seja, uma corrente elétrica vai passar por esse fio. A necessidade da intensidade de corrente elétrica poderá ser maior ou menor, pois depende da resistência elétrica do fio condutor para transformar energia elétrica em energia térmica. Mas vale lembrar que a resistência elétrica é uma característica do fio condutor e depende do comprimento, espessura e do material de que foi fabricado (Ibid, p. 598), ou seja:

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

Perceber-se ao analisar a expressão acima, onde a resistência elétrica depende do tipo de material (cobre, ferro, etc.) que é fabricado o condutor elétrico. Característica relacionada com a sua resistividade elétrica ( $\rho$ ) e da 'geometria' de sua construção (comprimento  $L$  e área  $A$  da seção transversal).

A resistência elétrica é medida em ohms, cujo símbolo é  $\Omega$  (ômega), onde temos uma relação matemática desta grandeza com a diferença de potencial e a intensidade de corrente elétrica, denominada de 1ª Lei de Ohm, em homenagem ao físico alemão George Simon Ohm, que a estabeleceu:

$$V = R i$$

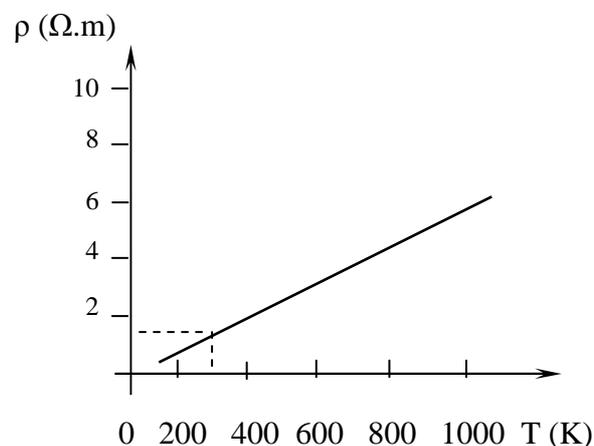
Outro ponto importante a destacar é a relação entre a resistência elétrica ( $R$ ) e sua resistividade ( $\rho$ ), que varia com a temperatura do condutor, isto é, ao aquecermos este condutor através da corrente elétrica, induzimos um aumento de volume dos átomos que compõe o metal desse condutor ao provocar dificuldade ao deslocamento do fluxo de corrente elétrica pelo metal utilizado na fabricação da resistência elétrica. Na maioria dos metais a resistividade aumenta com a temperatura e o modelo de corrente elétrica apresentado anteriormente destaca que aumentando a temperatura, proporcionamos um maior movimento vibratório dos átomos que constitui a estrutura cristalina interna dos metais por onde se deslocam os elétrons livres e, conseqüentemente, adicionamos dificuldade de avanço desses elétrons, o que corresponde a um aumento da resistência específica do metal (SEARS 1984). Formalmente, a resistividade e a resistência elétrica variam com a temperatura de acordo com as seguintes expressões:

$$\rho = \rho_0 + \alpha \rho_0 (T - T_0)$$

$$R = R_0 + \alpha R_0 (T - T_0)$$

Nessas expressões ' $\alpha$ ' é o 'coeficiente de temperatura da resistividade',  $T_0$  é a temperatura de referência e  $R_0$  e  $\rho_0$  são os valores da resistência e da resistividade nessa temperatura, sendo comum a escolha  $T_0 = 293 \text{ K}$ , correspondendo a  $20^\circ \text{C}$ .

Considerando o cobre como exemplo, o comportamento de  $\rho$  em função de  $T$  pode ser observado no gráfico ao lado. Portanto, para  $T_0=293\text{K}$  constata-se que  $\rho_0=1,69 \times 10^8 \Omega \cdot \text{m}$  para o cobre.



Em geral se observa que para os metais a resistividade é aproximadamente linear em uma extensa faixa de temperatura. Valores típicos de  $\rho$  e  $\alpha$  para  $T = 20^\circ \text{C}$  são fornecidos para alguns metais, conforme o quadro 2:

MATERIAL	$\rho$ ( $10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ )	$\alpha$ ( $10^{-3} \text{ K}^{-1}$ )	MATERIAL	$\rho$ ( $10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ )	$\alpha$ ( $10^{-3} \text{ K}^{-1}$ )
<b>CONDUTORES</b>			<b>SEMICONDUCTORES</b>		
Prata	1,62	4,1	Silício puro	$2,5 \times 10^3$	$70 \times 10^{-3}$
Cobre	1,69	4,3	Silício tipo n	$\times 10^{-4}$	
Alumínio	2,75	4,4	Silício tipo p	$\times 10^{-3}$	
Tungstênio	5,25	4,5	<b>ISOLANTES</b>		
Ferro	9,68	6,5	Vidro	$10^{10} - 10^{14}$	
Platina	10,6	3,9	Quartzo fundido	$\approx 10^{16}$	
Manganina	48,2	0,002			

**QUADRO 2: VALORES DE RESISTIVIDADE DOS METAIS.**

Portanto, fisicamente o aumento da resistência e resistividade de um condutor em função da temperatura esta relacionado com as vibrações dos átomos que compõem a estrutura cristalina do metal, ocasionando maior intensidade de interação (colisões) entre os elétrons e a estrutura cristalina do condutor.

*Questão ‘h’ - Em que posição a potência consumida é maior? Com auxílio da tabela de consumo do INMETRO, escreva o consumo (máximo/mínimo) e a vazão do chuveiro elétrico?*

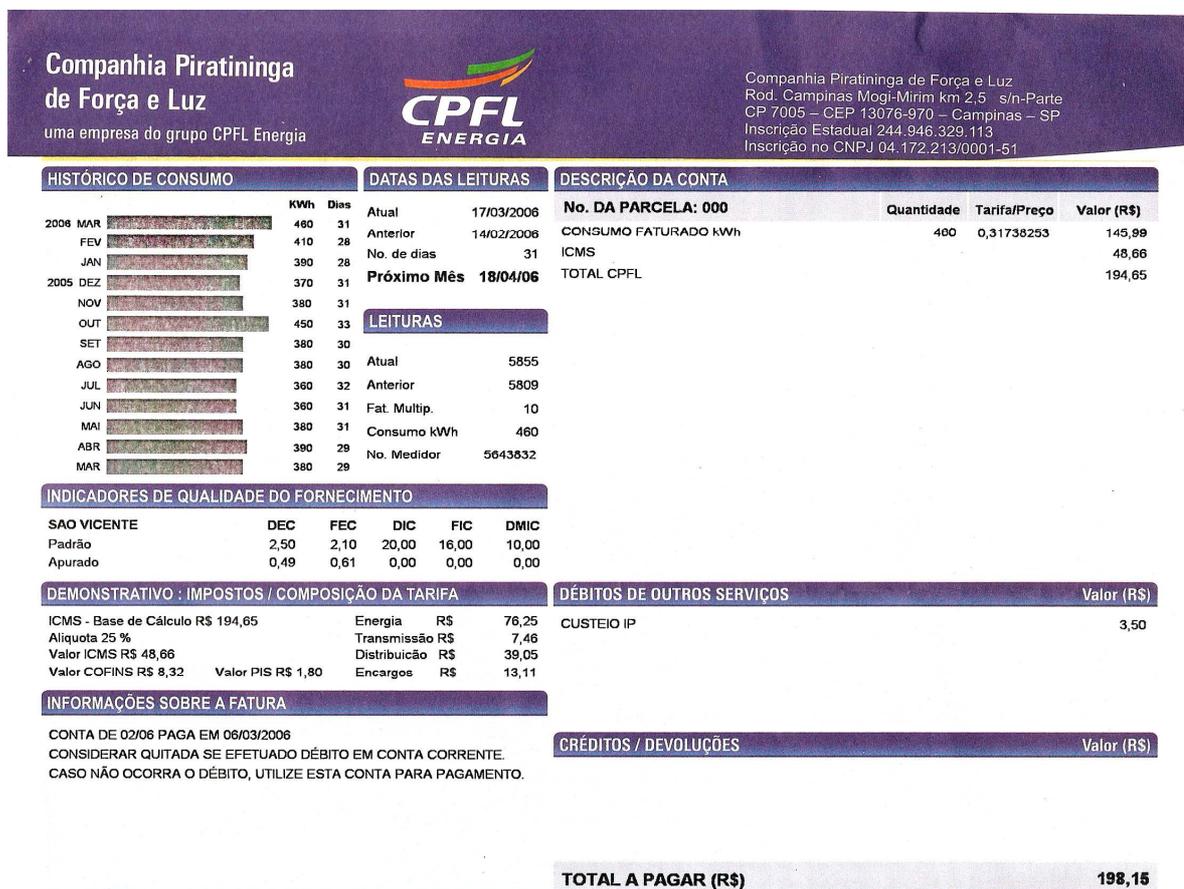
Mais uma vez, conforme na questão “d”, buscamos motivar o estudante a pesquisar na tabela de consumo elétrico do INMETRO, cujo objetivo foi potencializá-lo a tomar decisões e verificar os dados que possam ser discutidos no grupo. Neste momento ocorreu a necessidade de fazermos inferências durante as discussões dos grupos, incitando e provocando as concepções prévias conceituais sobre o consumo de energia elétrica e a vazão de líquidos, enfatizando a importância do entendimento de Ciência e Tecnologia como instrumento de cultura da população. Em relação ao consumo de energia elétrica, orientamos os estudantes a observar as informações do fabricante impressos em nosso objeto de estudo, o chuveiro elétrico, cuja observação culminou com a identificação, por exemplo, de potência (5500 W), valor que o chuveiro consome ao ser ativado e a tensão elétrica (220 V), sob a qual seu funcionamento deve ser efetuado.

Também foi relevante recordarmos que o trabalho da força elétrica ( $\tau = \Delta q.U$ ), corresponde à energia elétrica ( $E_{el}$ ) consumida pelo aparelho. Assim, consideramos que este consumo ocorreu em um determinado intervalo de tempo  $\Delta t$ , sendo a expressão matemática que envolve a potência  $P$ , a energia e o tempo dados por (SEARS, 1984; GASPAR, 2003):

$$E_{el} = P \times \Delta t$$

Esta fórmula é muito útil, porque nos permite calcular o consumo de energia elétrica em um determinado intervalo de tempo. Alertamos aos grupos quanto às grandezas envolvidas, isto é, se a potência for expressa em watts (W) e o intervalo de tempo em segundos (s), a energia obtida estará expressa em joule (J). Entretanto, por ser o joule uma unidade de energia muito pequena sendo comum a mesma ser expressa em quilowatts (KW) e o intervalo de tempo em horas (h), medindo então a energia elétrica consumida em uma unidade prática denominada quilowatt-hora (kWh) (GASPAR, 2003).

Todos os consumidores, residenciais, comerciais e industriais, recebem ao fim do mês uma conta de energia elétrica, usualmente chamada de 'conta de luz'. Nela vem o consumo mensal, expresso em kWh, e o valor a ser pago, conforme figura 25:



**FIGURA 25: CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA.**

Ao valor do consumo de energia elétrica residencial são agregados os impostos: ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) com alíquota de 25%, além do PIS/PASEP (Programa de Integração Social/Programa de formação do Patrimônio do Servidor Público) com alíquota de 1,65%, COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social) com alíquota de 7.6% e uma taxa de iluminação pública (IP) estipulada por cada município, bem como a COSIP, contribuição para cobrir novos investimentos em fontes de energia. Desse modo é calculado o valor final a ser pago na conta de energia elétrica domiciliar. Para adquirir os dados necessários à emissão da conta, um funcionário da companhia concessionária faz em um determinado dia de cada mês, a leitura do

'relógio de luz', normalmente colocado na entrada da instalação elétrica (GREF, 1998).

Há pessoas que, preocupadas com excessivo consumo de energia elétrica em sua residência, costuma monitorar a quantidade de energia utilizada a cada mês. Frequentemente, pela mesma razão, campanhas educacionais (PROCEL) são empreendidas visando diminuir o desperdício, que, em algumas regiões, pode ocasionar um excesso de demanda às usinas geradoras e, em casos extremos, vir a causar um blecaute. Por isso alertamos ser importante que cada estudante verifique em sua residência o tipo de relógio de luz instalado e aprenda fazer a leitura do aparelho usado na medição de energia elétrica consumida. Na figura 26 temos a ilustração de um típico relógio-medidor encontrado na maioria das residências servidas por energia elétrica reproduzida conforme caderno de leitura do GREF (1998). Vale lembrar que atualmente as concessionárias estão substituindo medidores analógicos por digitais.



**FIGURA 26: ESQUEMA DE UM MEDIDOR ANALÓGICO DE CONSUMO ELÉTRICO.**

Para fazer uma leitura do consumo elétrico em um medidor analógico, leia as indicações desses mostradores da esquerda para a direita. Observe que cada um gira em sentido oposto ao seu vizinho, isto é, conforme nosso esquema, o primeiro gira no sentido anti-horário, o segundo no sentido horário e assim sucessivamente. A figura mostra cada relógio sendo percorrido num sentido e corresponde a um dígito do total da leitura do medidor, portanto, o primeiro na casa do milhar ( $10^3$ ), o

segundo na casa das centenas ( $10^2$ ), o terceiro na casa das dezenas (10) e o último na casa das unidades. No nosso exemplo, o consumo de energia no período é:  $5106 - 4741 = 365$  kWh. Então, a quantidade de energia elétrica em kWh utilizada no período, pelo qual pagamos o consumo, é obtida pela diferença entre as leituras efetuadas no final e no início daquele período de tempo.

*Questão 'i' - Faça uma relação entre potência, tensão, corrente elétrica e comprimento do resistor nas posições inverno/verão, preenchendo a tabela com as palavras maior ou menor.*

	<b>Verão</b>	<b>Inverno</b>
Aquecimento		
Potência		
Corrente		
Comprimento do resistor		

A questão foi proposta com o objetivo de medir o grau de entendimento sobre o funcionamento do chuveiro elétrico e, principalmente, estimular os estudantes a estabelecerem relações entre comprimento da resistência, intensidade de corrente elétrica, potência elétrica do chuveiro e aquecimento da água. Portanto, decidimos montar a tabela sugerida pelo GREF (1998), onde poderíamos identificar problemas conceituais dos estudantes em relação às posições “verão” e “inverno”. Outra preocupação está relacionada com o tamanho da resistência elétrica, porque tem montagem diferenciada de acordo com o fabricante do chuveiro. Podemos verificar este aspecto porque tínhamos chuveiros elétricos de três fabricantes distintos, isto é, dois fabricantes utilizam todo o comprimento da resistência elétrica para a posição verão e uma parte menor para posição inverno, enquanto, outro fabricante, utiliza a parte maior da resistência elétrica para a posição verão e a menor para a posição inverno. Vale lembrar que esta observação só tem validade para os modelos utilizados nesta atividade investigativa.

#### 4.3.6 Avaliação da Atividade Experimental Investigativa.

Ao desenvolvermos a atividade experimental investigativa percebemos nas respostas dos estudantes que a problematização da situação a partir do projeto “Chuveiro elétrico: um aparelho resistivo” cumpriu seus objetivos de:

- a) Por um lado, fazer emergir as concepções prévias dos estudantes,
- b) Conscientizá-los das limitações de seus modelos explicativos quando solicitado pelo mediador.

Se considerarmos que os estudantes aprendem os conteúdos escolares graças a um processo de construção individual, então temos convicção que a construção do conhecimento não é uma pura e simples cópia de conteúdos e, sim, relacionada a idéia de que apreender algo equivale a elaborar uma representação individual do conteúdo objeto de aprendizagem (ASTOLFI; DEVELAY, 1991), onde essa representação se realiza em estudantes com conhecimentos que lhes servem para ancorar um novo conteúdo e permite-lhes atribuir algum grau de significado.

Apesar de fazer parte do nosso cotidiano e de estarmos constantemente recebendo informações sobre o consumo de energia dos vários artefatos tecnológicos, não é comum formalizar estas informações para que possam proporcionar um entendimento mais amplo e suficiente que esclareça o seu funcionamento na totalidade, ou seja, promovemos estimular situações e reflexões que permitam aos estudantes perceberem e compreenderem seus entorno. Situação plenamente observada pelos estudantes durante a atividade investigativa que realizamos. Como também ressaltaram a maioria dos estudantes (98%), ao responderam a questão 1 da pesquisa de concepção sobre CTS, ao creditarem à educação científica, possibilidades de potencializá-los à compreensão de fenômenos cotidianos, assim, com também 90% dos estudantes, que responderam a questão nº 16, apontam a escola como facilitadora da apreensão de competências e habilidades para conviver este momento de inovações científicas e tecnológicas do nosso dia-a-dia. Notamos também, não só pelas respostas obtidas durante a problematização da atividade, como também pelas conversas em sala de aula, que apesar de serem predominantemente as opiniões favoráveis aos benefícios oriundos

dos avanços tecnológicos, os estudantes têm consciência que existem conseqüências negativas também desse mesmo desenvolvimento tecnológico.

É notório que os estudantes possuem uma considerável quantidade de informações, principalmente sobre as ocorrências comuns e cotidianas da tecnologia sobre suas vidas, mas é importante ficarmos atentos que muitas vezes consistem em um conjunto desarticulado de idéias e conhecimentos informais que se manifestam sob a forma de questionamento a uma situação proposta. Para isto, procuramos analisar as respostas dos estudantes às questões que compõem o roteiro da atividade experimental investigativa (APÊNDICE B), bem como analisar alguns aspectos relacionados seu comportamento durante a realização da atividade, com intuito de avaliar as possíveis contribuições decorrentes da atividade para a aprendizagem conceitual e para o desenvolvimento de competências e habilidades.

#### **4.3.7 Análise da Aprendizagem de Conceitos Físicos.**

Nas questões 'a' (Faça uma leitura do manual do fabricante que acompanha o chuveiro elétrico ou as informações impressas) e 'b' [Identifiquem no chuveiro elétrico as informações do fabricante (eficiência energética, consumo de energia e parâmetros técnicos para funcionamento do chuveiro)] ficou evidenciado que a maioria dos estudantes não pratica a leitura de manuais de instruções dos fabricantes de equipamentos e utensílios de uma maneira geral, pois desconheciam a maioria dos termos técnicos inseridos nas orientações de utilização desses artefatos, como por exemplo, as etiquetas do INMETRO que acompanham estes utensílios. Entendemos ser importante o estudante apropriar-se do hábito da leitura, incluindo os manuais de instrução de funcionamento dos diversos artefatos tecnológicos disponibilizados para a sociedade. Também chama atenção Assis e Teixeira (2003) para este fato ao afirmarem que:

A criação do hábito de leitura nas escolas é fundamental, tanto para um aprimoramento das atividades pedagógicas utilizadas pelo professor, como para a formação do aluno, motivando-o a refletir, criar, imaginar e entender melhor os conceitos científicos. (ASSIS; TEIXEIRA, 2003, p. 2)

Apesar das dificuldades, os estudantes apresentaram suas respostas objetivamente, conforme exemplo de registro mostrado abaixo:

[...] As informações do fabricante impressas no chuveiro são: 220 V; 5400 W; 30 A e 4 mm.

[...] As informações são: 220 V; 4400 W; consumo 21.4 kWh/mês; vazão 4.4 l/min; fiação mínima 4 mm<sup>2</sup>; pressão mínima 10 KPa = 1 mca.

Nas questões 'a' e 'b' foram abordadas todas as possibilidades de interpretação dos dados descritos no manual do chuveiro elétrico, buscando estimular a adoção de uma atitude que segundo Assis e Teixeira (2003, p. 5) “[...] viabiliza a formação de um cidadão mais crítico, em condições de refletir e relacionar aspectos científicos, sociais, políticos, econômicos e históricos”. Também procuramos destacar a importância da etiquetagem do INMETRO, preso ao artefato em estudo como fonte de informações relevantes e que podem auxiliar no processo de tomada de decisões.

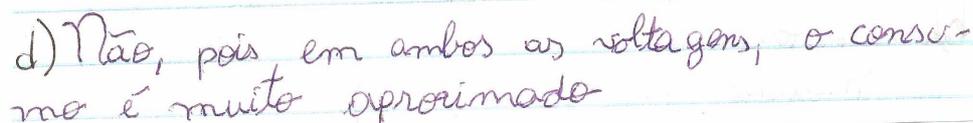
Na questão 'c' (Identifique no mecanismo interno do chuveiro elétrico o circuito hidráulico, localizando o diafragma que pressionado pela água, fecha o circuito elétrico e o que significa a expressão KPa e (mca) impressa nas características técnicas do chuveiro elétrico?) tivemos como objetivo explorar as habilidades e estratégia dos estudantes para desmontar o chuveiro elétrico e observar e analisar seus componentes internos, assim como o fluxo da água, como também, dos elétrons, para possibilitar o aquecimento da resistência elétrica. Observamos que os estudantes conseguiram identificar os componentes solicitados pela questão, conforme um dos relatos: “[...] compreendi melhor o funcionamento do chuveiro, porque nós abrimos e vimos todo o mecanismo”.

Novos desafios são impostos na vida cotidiana dos estudantes e torna-se necessário desenvolver capacidades que facilitem a busca de soluções criativas e inteligentes para resolver problemas, como destacam os PCNEM (1999, p. 237), asseverando que o estudante deve “[...] compreender a Física no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o 'como funciona' os aparelhos”.

Na questão 'd' [Observando a tabela de consumo de energia elétrica do INMETRO (ANEXO 3), existe diferença significativa de consumo mensal entre as tensões elétricas 110V e 220V?], detectamos, algumas dificuldades, dos estudantes, em pesquisar os dados solicitados para comparação obtida por meio da tabela de

consumo de energia elétrica de chuveiros. Cremos que a maioria dos estudantes, não tenha como exercício cotidiano, o hábito de comparar valores e características técnicas, fato constatado pelo mediador durante a investigação, embora, seja imperativo, que todo cidadão deva praticar, pois agindo assim, poderá escolher melhor o equipamento para a sua necessidade do dia-a-dia. Com relação ao processo de leitura, para o estudante, Assis e Teixeira (2003, p. 5) destacam ser: “[...] capaz de lhe proporcionar uma visão mais ampla e clara do processo evolutivo dos conceitos, permitindo-lhe a percepção de pontos similares entre o conhecimento do senso comum e o conhecimento científico [...]”.

Entretanto, verificamos que as respostas foram satisfatórias, pois concluíram que a tensão elétrica não tem influência na potencia elétrica do chuveiro elétrico, como respondeu um dos os estudantes:



d) Não, pois em ambas as voltagens, o consumo é muito aproximado

Esta resposta reflete o sentimento da maioria dos estudantes após a pesquisa nas tabelas do INMETRO disponibilizadas para consulta durante a investigação.

Na questão ‘e’ (Identifiquem no circuito elétrico, apontando os pontos de contato do resistor elétrico), tínhamos como meta, induzir o estudante a imaginar, após forçar levemente o diafragma, o percurso da corrente elétrica para alimentar as duas situações de funcionamento que apresenta o chuveiro elétrico, isto é, verão e inverno. Agindo assim, observariam como é feito os contatos e quais ou quantas partes da resistência elétrica atenderiam as situações operacionais do chuveiro elétrico.

Para analisar o trajeto do fluxo de corrente elétrica até a resistência elétrica instalada no chuveiro é fundamental que o estudante já tenha conhecimento da dependência das posições verão e inverno, com o comprimento e a área de secção transversal da resistência elétrica, para que promova o funcionamento adequado do chuveiro, valores que são indicados na tabela de substituição de resistência elétrica (ANEXO 1), pois possibilita o vínculo do seu tamanho – maior ou menor - com as

posições verão e inverno no chuveiro elétrico. Nesse sentido podemos citar os PCNEM (1999, p. 237) que chamam a atenção para a necessidade de adotarmos abordagens semelhantes à que utilizamos, pois permitem “[...] construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões”.

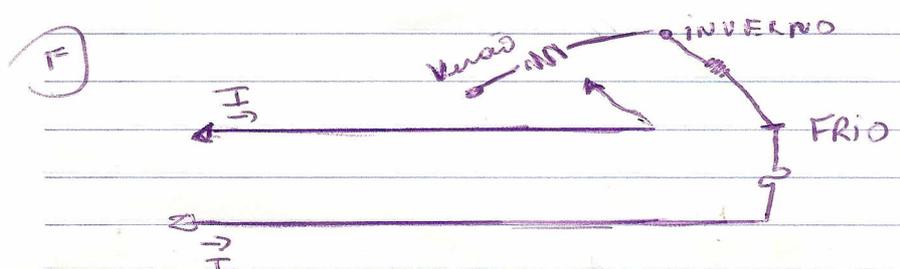
Após realizar a atividade investigativa, obtivemos algumas respostas dos estudantes que sinalizam que houve progressos no entendimento deste aspecto:

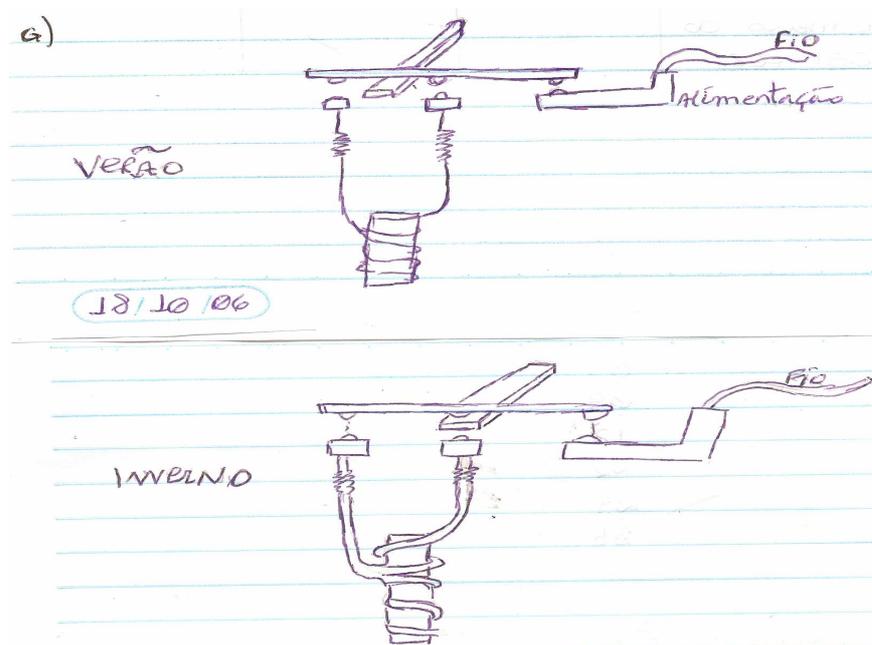
[...] Na posição verão estão ligadas as duas resistências elétricas. Na posição inverno somente a menor esta ligada e na posição frio estão todas desligadas.

[...] Quando está no verão a resistência é maior e quando está no inverno a resistência é menor.

[...] Quando ligamos na posição inverno, liga a resistência menor. Quando ligamos na posição verão ligamos as duas resistências.

Na questão ‘f’ [Observe que o resistor elétrico tem três pontos de contato, sendo que um deles permanece sempre ligado ao circuito. Quando o chuveiro esta na posição “verão”, onde é feito o outro contato elétrico? (desenhe para melhor ilustrar)], estimulamos o estudante a representar esquematicamente o circuito elétrico do chuveiro, o qual deveria mostrar as duas situações de seu funcionamento. Nosso objetivo era verificar se o estudante compreendeu como o fluxo da corrente elétrica circula na resistência elétrica. Não tínhamos a intenção de sermos criteriosos na representação esquemática, conforme figuras abaixo.





Vale destacar que não seguiríamos normas técnicas de desenho esquemático de circuito elétrico, pois tínhamos como objetivo desenvolver a capacidade de observação dos componentes que compõem o chuveiro elétrico, conforme apontam os PCNEM (BRASIL 1999, p. 216) como aspecto importante “[...] desenvolver modelos explicativos para sistemas tecnológicos e naturais”.

Na questão ‘g’ (Observando a tabela de instrução de substituição de resistência elétrica observam-se valores diferentes para uma mesma potência em relação ao disjuntor e seção do condutor. Por quê?), os estudantes foram motivados a pesquisar as instruções de substituição de resistência elétrica (ANEXO 1) e, assim, responderem adequadamente o tema proposto. O mediador orientou os grupos a interpretarem, por meio de leitura, a descrição de procedimentos recomendados para troca de resistência elétrica do chuveiro, porque ao promover a interpretação do texto de maneira uniforme no grupo, eliminamos possíveis lacunas para significados diferenciados dos conceitos envolvidos. À esse respeito, Assis e Teixeira (2003, p. 4) destacam que “[...] essas lacunas são muito presentes em sala de aula e muitas delas acontecem em virtude dos livros didáticos deixarem de discutir profundamente conteúdos fundamentais”.

Na questão ‘h’ (Em que posição a potência consumida é maior? Com auxílio da tabela de consumo do INMETRO, escreva o consumo (máximo/mínimo) e a

vazão do chuveiro elétrico), utilizamos a dinâmica de argüição aos grupos, com propósito de promover a interpretação dos dados fornecidos pela tabela de consumo de energia do INMETRO (ANEXO 3), simulando, para alguns produtos, situações de consumo estipulado para o tipo de produto relacionado. Desse modo, objetivamos dar ancoragem às respostas para a questão proposta, como também enfatiza os PCNEM (BRASIL 1999, p. 215) ser fundamental “[...] analisar qualitativamente dados quantitativos representados graficamente ou algebricamente relacionados a contextos socioeconômicos, científicos ou cotidianos”. Alguns estudantes, após pesquisar nas tabelas do INMETRO, responderam:

[...] na posição verão a potência é menor e na posição inverno a potência é maior. A potência também pode variar de acordo com a vazão, para uma vazão maior a potencia é mais baixa e quando é menor a potência é mais alta.

[...] (mensal mínimo) elevação da temperatura 10.0 °C; vazão 4.3 l/min; 13.5 KWh/mês – (mensal máximo) elevação da temperatura 24.2 °C; vazão 3.0 l/min; 23.5 KWh/mês.

[...] na posição inverno, pois eleva-se a temperatura e tem uma vazão de 4.4 l/min.

[...] no inverno porque o consumo máximo é 18.4 kWh/mês e vazão de 3.3 l/min.

Na questão ‘i’ (Faça uma relação entre potência, tensão, corrente elétrica e comprimento do resistor nas posições inverno/verão, preenchendo a tabela com maior ou menor), promovemos uma revisão dos conteúdos de Física envolvidos na atividade experimental investigativa ao utilizar uma tabela para relacionar o comprimento da resistência elétrica em maior ou menor com a potência elétrica e a corrente elétrica. Os estudantes deveriam preencher as intensidades das situações listadas quando o chuveiro elétrico estiver na condição de funcionamento para as posições verão e inverno. A maioria dos estudantes respondeu a questão conforme ilustração abaixo:

	Verão	Inverno
i) aquecimento	menor	maior
Potência	"	"
Corrente	"	"
comprimento do resistor	maior	menor

O preenchimento da tabela pelos estudantes estava vinculado a provocações do mediador, que estimulava a reflexão sobre os conteúdos disponibilizados e discutidos por meio do roteiro da atividade experimental investigativa. Esta postura tinha como objetivo verificar até que ponto os estudantes se apropriaram dos conceitos Físicos discutidos, sendo este papel do professor, destacado por Carvalho apud Hoffmann (1998, p. 34) ao afirmar que “o professor deve assumir a responsabilidade de refletir sobre toda a produção de conhecimento do aluno”. A grande maioria dos grupos preencheu corretamente a tabela, enquanto que somente um dos grupos respondeu erroneamente o comprimento da resistência elétrica, isto é, para a posição verão responderam como menor o comprimento de resistência elétrica. O erro foi imediatamente identificado pelo mediador, que transformou a situação em um momento de elucidação sobre o fenômeno de transformação da energia elétrica em energia térmica relacionado com o tamanho da resistência elétrica. Segundo Carvalho (apud CARVALHO 1998, p. 33): “os alunos necessitam da ajuda do professor para preencher as lacunas, para mostrar as contradições e levá-los a tomar consciência da não-coordenação entre as diversas situações”.

O processo de aprendizagem está relacionado com a elaboração de representações que devem ser consideradas como um ponto de equilíbrio da estrutura cognitiva do estudante em um dado momento, sendo ainda uma tarefa intelectual necessária frente a um problema científico a ser resolvido (ASTOLFI; DEVELAY, 1991). As representações para os estudantes, segundo Giordan e Vecchi (1996, p. 144): “[...] servem de ponto de ancoragem para apropriar-se de outros saberes [...]”. Essa ancoragem ou vinculação do conteúdo desenvolvido em nossa atividade experimental investigativa não é automática, mas resulta de um processo ativo do estudante que lhe permitirá reorganizar e enriquecer o próprio conhecimento, pois segundo Coll (1987):

[...] a característica individual mais importante do ponto de vista educacional é o conhecimento prévio, ou melhor, o conjunto de conhecimentos relevantes para a nova situação de aprendizagem que o aluno já possui no momento de incorporá-la. (COLL, 1987, p. 147)

Então, uma aprendizagem, entendida como construção do conhecimento, poderá ser possível graças às atividades que o estudante desenvolve para atribuir significados aos conteúdos apresentados. Este processo pode ser potencializado se

contemplado o método experimental investigativo, onde se mostram ativos e se esforçam em selecionar informações relevantes, organizando-as e integrando-as corretamente a outros conhecimentos que possuem e que lhes são familiares. A motivação em colocar o estudante diante de uma atividade experimental investigativa, que induz e, também, potencializa a apropriação de conhecimentos, foi a compreensão do mediador acerca de que os conceitos dificilmente podem restringir-se a uma definição fechada, requerendo certas estratégias didáticas que promovam uma ampla atividade cognitiva do estudante (COLL, 1987). Portanto, cremos que a aprendizagem nunca pode ser considerada definitiva, pois novas experiências, novas situações permitirão novas elaborações e enriquecimento de conceitos e princípios.

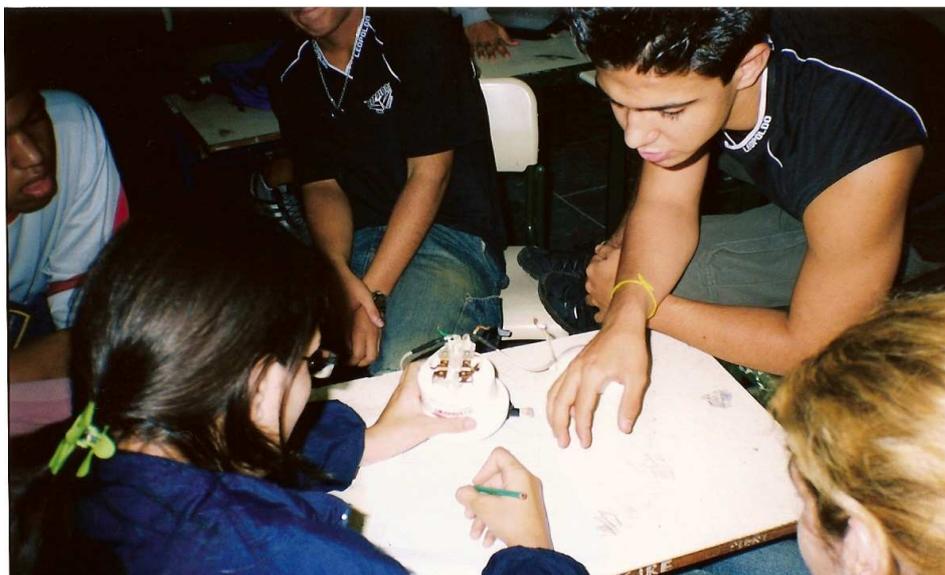
#### **4.3.8 Aspectos Comportamentais Relacionados à Atividade Experimental Investigativa.**

Entre os objetivos educacionais vinculados aos processos de ensino e de aprendizagem, destaca-se a busca por uma mudança que não se limite apenas ao aspecto cognitivo, mas que avance no sentido de promover modificações comportamentais nos estudantes (ARAÚJO; ABIB, 2003; CARVALHO, 1999). Assim, de uma maneira mais ampla, esperamos que a Educação contribua para o desenvolvimento cognitivo, para a aquisição e aprimoramento de competências e também promova aspectos de natureza afetiva e emocional. Entretanto, é inegável que mudanças profundas nesse processo tendem a ser complexas e raramente imediatas, de modo que entendemos ser necessário buscar práticas pedagógicas que permitam verificar em que medida e como acontecem tais mudanças. Entendemos que a escola deve assumir a responsabilidade de preparar o estudante para apresentar o melhor desempenho em uma sociedade contraditória e desigual. De acordo com PCNEM:

O trabalho que a escola realiza, ou deve realizar, é insubstituível na aquisição de competências cognitivas complexas, cuja importância vem sendo cada vez mais enfatizada: autonomia intelectual, criatividade, solução de problemas, análise e prospecção, entre outras. (BRASIL, 1999, p. 97)

Neste contexto, assim como, nos diversos momentos avaliativos que marcam a vida escolar espera-se que essas expectativas da comunidade escolar sejam

consideradas, porque necessita de aptidão para percorrer um caminho que subsidie a apropriação das diversas competências definidas pelas Diretrizes Curriculares do Ensino Médio (BRASIL, 1999). Nesse enfoque, cremos que desponta como finalidade principal a obtenção de informações acerca do processo ensino-aprendizagem que permitam o redirecionamento necessário das atividades e procedimentos escolares para oportunizar ao estudante construir seu próprio destino, solidariamente com aqueles que gravitam em seu entorno social (CARVALHO et al., 1998).



**FIGURA 27: ESTUDANTES ENVOLVIDOS NA PROPOSTA.**

Deste modo, entendemos que o professor deve propiciar um ambiente em sala de aula que fecunde o aprendizado inter-estudantes (FIGURAS 27; 28) e, também, cremos que o aprendizado do estudante deve ocorrer pouco por embate conceitual promovido e centrado no professor e muito mais pela dinâmica dialética com seus próprios colegas (CARVALHO, 1998), que passam a ser os agentes de seu próprio aprendizado, que ao colocar-se diante de uma questão, necessita se justificar e readequar-se conceitualmente perante os seus próprios colegas, em uma permanente ação-reflexão-ação, possibilitada pela mediação do professor.



**FIGURA 28: ESTUDANTES EXPLORANDO O CHUVEIRO ELÉTRICO.**

#### **4.3.9 Percepção dos Estudantes Acerca da Atividade Experimental Investigativa.**

Para obterem dados e promover a avaliação da intervenção no ambiente escolar pelos estudantes acerca da atividade experimental investigativa proposta, utilizou-se predominantemente a teoria de análise de conteúdos (FRANCO, 2003). A análise da pesquisa sobre a intervenção necessitou de um procedimento de leitura e interpretação das respostas dos estudantes de maneira bastante criteriosa, isto é, analisamos e interpretamos o desígnio oculto dessas respostas, porque segundo Bardin (1977, p. 155) a análise dos textos: “[...] tem por finalidade medir as atitudes do locutor quanto aos objetos de que ele fala”. Assim, foram necessárias múltiplas leituras para definição das categorias de análises que fossem fiéis às respostas dos estudantes. Nesta seqüência, estabelecemos duas categorias de análises dentro de cada objetivo considerado de impacto nos estudantes, ou seja:

- 1<sup>a</sup> Reação dos estudantes à experiência de aprendizagem;
- 2<sup>a</sup> Contribuição da proposta à aquisição do conhecimento.

#### **4.3.10 Reação dos Estudantes à Experiência de Aprendizagem.**

Para criar as categorias de análise, formulamos a pergunta reproduzida abaixo, onde as várias respostas nos possibilitariam fazer uma análise de como os

estudantes avaliaram a intervenção por meio de uma atividade experimental investigativa no ambiente escolar.

*“Em sua opinião, como foi a aula com a utilização do chuveiro elétrico?  
Você passou a compreender melhor o funcionamento do chuveiro?  
Explique.”*

Ao interpretar as respostas da pergunta acima, onde criamos quatro (4) subcategorias para melhor destacar a receptividade dos estudantes em relação à prática metodológica aplicada no desenvolvimento da atividade experimental investigativa, conforme tabela 4:

**TABELA 4: REAÇÃO À EXPERIÊNCIA DE APRIMORAMENTO DOS  
PROCESSOS DE ENSINO APRENDIZAGEM.**

<b>CATEGORIA</b>	<b>%</b>	<b>CITAÇÕES</b>
Aula dinâmica e envolvente	51	53
Melhor relação entre teoria e prática	37	39
Manipulação e exploração do objeto de estudo	45	47
Melhor compreensão do funcionamento do objeto de estudo	41	43

A aplicação da atividade investigativa experimental transcorreu de maneira dinâmica, porque aos estudantes foi disponibilizado todo o material didático necessário para o desenvolvimento da tarefa, fato que os potencializou a responderem de forma satisfatória as questões sobre o chuveiro elétrico. As questões que balizaram o desenvolvimento da atividade (desmontar o chuveiro elétrico, pesquisar nas tabelas do INMETRO, interagir idéias com o grupo), tinham como objetivo promover a manipulação do objeto de estudo, citado por 47 estudantes, enquanto, outros 43 estudantes citaram que a atividade ajudou a melhorar a compreensão do funcionamento do chuveiro elétrico, portanto, conforme os mesmos, a atividade os potencializou a conhecer detalhadamente o objeto de estudo.

A reação dos estudantes à atividade experimental investigativa causou certa expectativa e, por outro lado, receio, pois incluem solicitações diferenciadas do que estão normalmente acostumados, com destaque para o diálogo aberto e amplo. Isto

ocorre neste gênero de atividade, segundo Araújo e Abib (2003, p. 185): “[...] é sugerido uma abordagem dos conceitos científicos a partir da criação de situações capazes de gerar elementos concretos que servirão de base para um diálogo que favoreça a mudança conceitual desejada”.

Os estudantes foram se envolvendo com prazer e entusiasmo na realização da atividade experimental que originou de forma espontânea solicitações que efetuassemos mais destas atividades, conforme relato de um estudante: “[...] gostei, deveria ser sempre assim [...]”. Outros estudantes afirmaram em diferentes momentos que: “[...] as aulas com estas atividades são mais prazerosas”, sendo esta, parte das 53 respostas relacionadas com a realização de uma aula mais envolvente e dinâmica. A grande maioria, de alguma maneira, explorou significados técnicos impresso no chuveiro, assim como as informações do manual do fabricante, como citaram 39 estudantes. Também podemos exemplificar que a leitura dos cuidados para a troca de resistência os motivou a aprender a aprender, como testemunhou o mediador da atividade experimental investigativa e relatada por alguns estudantes:

[...] aprendi a trocar a resistência e a não queimar o chuveiro.

[...] aprendi sobre a temperatura, a energia consumida, o fio terra que eu nem sabia que existia.

[...] utilizando as informações do fabricante podemos calcular o consumo do chuveiro.

[...] aprendi o porquê a maioria dos chuveiros queima com mais frequência no inverno.

[...] aprendi como é o chuveiro por dentro e também a calcular o consumo de um banho.

[...] como funciona a mudança de temperatura.

[...] como se aquece a água e como funciona um resistor.

O envolvimento dos estudantes, individual ou coletivamente, foi constante, havendo discussões e debates que caracterizaram a atividade com o propósito de investigar o objeto de estudo. Este procedimento permitiu incentivar a participação quase unânime dos estudantes, principalmente por envolver um artefato do cotidiano.

#### 4.3.11 Contribuições da Atividade Experimental Investigativa para Aquisição de Conhecimentos.

A construção de conhecimento foi potencializada pelos materiais didáticos disponibilizados para consulta (tabela do INMETRO, pequeno texto introdutório, entre outros), os quais ajudaram os estudantes a resolver o problema proposto. Podemos perceber que houve aprendizagem, por exemplo, quando apresentaram o cálculo do consumo elétrico do chuveiro. A comparação feita por meio de tabela de consumo de energia elétrica do INMETRO facilitou o emprego de modo preciso da linguagem científica, como podemos constatar na citação de um estudante que mencionou ‘tensão’ em seu texto, quando é comum usar no seu cotidiano ‘voltagem’.

Para avaliar a aquisição de conhecimento proporcionada pela atividade experimental investigativa, formulamos a seguinte questão:

*“Em sua opinião, qual(is) foi(ram) a(as) informação(ões) mais importante que aprendeu sobre o chuveiro elétrico? Justifique”*

As respostas dos estudantes foram analisadas e dispostas nas quatro subcategorias que compõem a tabela 5.

**TABELA 5: CONTRIBUIÇÕES DA PROPOSTA PARA AQUISIÇÃO DO CONHECIMENTO.**

<b>CATEGORIAS</b>	<b>%</b>	<b>CITAÇÕES</b>
Cálculo do consumo de energia elétrica	55.8	58
Utilização racional do chuveiro elétrico	47.1	49
Substituição da resistência elétrica	40.4	42
Conceitos físicos envolvidos	29.8	31

Ao analisar a tabela 5, verificamos 58 citações dos estudantes que apontam ser importante a aplicação dos conceitos de eletrodinâmica para quantificar o consumo de energia elétrica envolvido no objeto de estudo, pois mostram de maneira clara onde ocorre o maior consumo de energia elétrica no seu cotidiano. Como exemplo, podemos apresentar alguns relatos, ao mencionarem:

[...] ser importante saber o custo que o chuveiro elétrico agrega na conta de luz.

[...] qual o fusível ideal para funcionar o chuveiro elétrico.

[...] a importância do fio terra no chuveiro elétrico.

Ao tomar ciência do custo do funcionamento do chuveiro elétrico, muitos estudantes (49 citações) se manifestaram que optariam pelo uso racional do chuveiro, observando que passaram a tomar banhos mais curtos, pois ao se conscientizarem do custo financeiro, sensibilizaram-se, conforme relatou um dos estudantes: “[...] aprendemos quanto é o custo de um banho”.

Muitos estudantes tiveram o primeiro contato manual com uma resistência elétrica do chuveiro nesta prática de ensino, assim como, jamais leram e, muito menos interpretaram as informações fornecidas pelo fabricante das características técnicas para troca desta resistência, assim como as informações fornecidas pelo fabricante. Em 42 citações, os estudantes apontaram que se apropriaram de como funciona o chuveiro elétrico, assim como sua resistência elétrica ao acionar o reostato de temperatura da água, como se verifica nos relatos reproduzidos a seguir:

[...] aprendi a trocar a resistência elétrica do chuveiro.

[...] aprendi como funciona o quente e o morno do chuveiro elétrico.

[...] aprendi os motivos da queima da resistência elétrica.

[...] aprendi como é ligada a resistência elétrica.

Também, em 31 citações os estudantes, de alguma maneira, explicitaram os conceitos físicos envolvidos em um chuveiro elétrico, como nos relatos:

[...] aprendi a calcular o consumo de energia utilizada, como funciona o chuveiro, como aquece a água.

[...] aprendi o funcionamento da resistência elétrica e a transformação elétrica ligada a temperatura e a grande diferença quando está no morno e no quente.

O conceito de pressão também foi relatado implicitamente por um estudante ao afirmar: “[...] aprendi como liga a resistência elétrica”; “[...] o processo de acionamento da resistência elétrica”; assim como o conceito de tensão e corrente elétrica “[...] aprendi sobre tensão e corrente elétrica para o bom funcionamento do chuveiro”.

São manifestações como as acima reproduzidas, que nos fazem acreditar, que a metodologia de ensino adotada para o ensino e aprendizagem de Física e, igualmente, com estudantes envolvidos na atividade experimental investigativa foi válida e deve ser inclusive aprimorada, pois sinaliza caminhos possíveis e adequados para o aprimoramento do ensino de Física.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vivenciamos nos dias de hoje avanços científicos e tecnológicos sem precedentes. Sentimos a presença muito forte, em nossas vidas, das intensas e rápidas mudanças provocadas por estes avanços tecnológicos, muitas vezes pelo que eles representam de bom e em outras também pelo que nos trazem de ruim. Não temos como nos omitir desse processo. Estes avanços tecnológicos invadiram nosso cotidiano profissional e familiar e estão cada vez mais freqüentes em praticamente todos os lugares, com uma constância cada vez maior. Influenciam na qualidade e quantidade das informações que recebemos diariamente em nossas residências, em nosso local de trabalho e nas demais instituições. Os impactos decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos influenciam, também, em nossas relações profissionais e pessoais, como por exemplo, uma simples interação com o chuveiro elétrico, tema deste nosso trabalho, onde uma grande quantidade de pessoas faz uso deste aparato tecnológico, assim como, um número considerável de pessoas está sujeita a mudança de hábitos, de tal maneira que inclusive chegam a substituir costumes e tradições.

O tempo que as crianças passam em frente a computadores, vídeo game ou TV (esta última uma fonte intensa de influência no convívio familiar e na geração e difusão de modismos), aponta-nos para a necessidade de aprendermos a interagir cada vez mais com estes equipamentos. Além desta inevitável interação, também devemos estar atentos para as situações que cercam e acompanham o aparato tecnológico atual, uma vez que muitos processos de tomada de decisão estão associados à utilização destes equipamentos.

Estudiosos de diversas áreas do conhecimento (AULER; BAZZO, 2001; ANGOTTI; AUTH, 2001; BAZZO, 1998; CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2005, entre outros) vêm tentando alertar a comunidade acadêmica para a necessidade de ampliarmos os mecanismos de conscientização dos indivíduos, que devem ser estimulados a refletirem e assumirem uma tomada de atitudes adequada frente a este inquietante panorama. É fundamental que os resultados destas ações sejam disponibilizados à comunidade leiga. Mais ainda, é essencial que a sociedade seja convidada a

participar destes questionamentos e das decisões subjacentes. Entretanto, torna-se evidente que para isso a sociedade tem que estar preparada, e o melhor lugar (senão o único para muitos indivíduos), para que isso aconteça é na escola, principalmente a pública, devido a sua abrangência. Este importante papel a ser desempenhado pela Educação frente os dilemas e desafios da sociedade atual, é destacado pelo PCNEM:

[...] as considerações da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI, unificadas nas determinações da Lei nº. 9.394/96: a) a educação deve cumprir um triplo papel: econômico, científico e cultural. b) a educação deve ser estruturada em quatro alicerces: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e aprender a ser. (BRASIL, 1999, p. 27)

Não se trata da escola poder optar pela inclusão da alfabetização científica e tecnológica, a escola não pode permanecer afastada dessa transformação tecnológica da sociedade. A questão que se coloca é: Qual é a melhor maneira de se introduzir este conhecimento sem causar grandes interferências no ambiente escolar? Não basta somente treinar nossos estudantes, é necessário utilizar práticas de ensino que os auxilie a despertar para este novo ambiente escolar, onde está se configurando a necessidade do uso crítico de artefatos tecnológicos pela sociedade. Cremos ser essencial que a escola desperte também, a consciência do crescimento do uso dos aparatos tecnológico pela sociedade, potencializando os estudantes a desenvolverem capacidades necessárias para interagir o melhor possível com este novo cenário, principalmente, possibilitando-lhes a oportunidade de poderem construir os seus destinos, apropriando-se para isso do conhecimento que a escola lhes pode disponibilizar (BRASIL, 2002).

Como professor do ensino médio, há muitos anos, tenho consciência das inúmeras dificuldades e obstáculos encontrados no trabalho cotidiano de um docente. Além do reduzido número de aulas da disciplina de Física no Estado de São Paulo (duas por semana); temos um excessivo número de classes, falta de tempo necessário para uma adequada atualização dos conteúdos ministrados, assim como, a realização de pesquisa didática para melhor preparar as aulas. Mesmo diante desse contexto, iniciativas como as concretizadas neste trabalho precisam ser efetivadas, pois envolvem nossos estudantes com atividades relacionadas ao seu contexto de vida, facilitando que se processe sua formação

integral, oportunizando-lhes a percepção do significado do objeto de estudo abordado.

A experiência de ensino baseada na utilização de um chuveiro elétrico como aparelho resistivo, incrementada por meio de uma atividade experimental investigativa nos habilitam a sugerir a inserção de propostas equivalentes nas escolas, pois além de contemplar a formação científica, tecnológica e social oportuniza a apropriação de saberes e conhecimento de fenômenos que estão disponibilizados no cotidiano dos estudantes. Como também enfatiza Brasil (2002, p. 67) “É um processo capaz de contemplar a importância de compreender o conhecimento científico e tecnológico como resultado de uma construção humana”. Portanto, empreendimento como este permite amenizar um dos principais obstáculos que enfrentamos diariamente e afetam diretamente os resultados de nosso trabalho, isto é, a dificuldade de aprendizagem dos nossos estudantes, principalmente na disciplina de Física.

Entendo ser necessário ao estudante se apropriar de conhecimentos que desenvolvam capacidades para interpretar, selecionar, estruturar e aplicar conceitos relacionados com Ciência e Tecnologia para facilitar uma melhor interação possível com os aparatos tecnológicos disponíveis em seu entorno (BRASIL, 2002). Acredito que uma atividade experimental investigativa contempla estes anseios que fazem parte dos processos de ensino e de aprendizagem, onde 21 estudantes creditam a compreensão do desenvolvimento tecnológico à experimentação e afirmam que esta possibilita o desenvolvimento de competências e habilidades, para que façam julgamentos apropriados dos aparatos tecnológicos disponibilizados para uso no cotidiano.

A avaliação da experiência de aprendizagem, analisada neste trabalho fornece fortes indícios de que a prática educacional implementada ao longo do desenvolvimento da intervenção em sala de aula repercutiu positivamente nos estudantes, como depreendemos de alguns argumentos levantados pelos mesmos e reproduzidos a seguir:

[...] É mais fácil compreender o funcionamento de um eletrodoméstico;

[...] Uma aula prática aproxima os alunos da matéria;

[...] Tornou a aula mais dinâmica e prazerosa;

[...] Uma aula muito proveitosa, porque passei a compreender melhor a Física.

A partir destes depoimentos, é possível sustentar uma proposta de ensino baseada na inserção da atividade experimental investigativa como estratégia de ensino e aprendizagem no ambiente escolar. Esta concepção de ensino apresenta, entre seus fundamentos, a constatação de que podemos promover a motivação à aprendizagem desenvolvida num ambiente, inclusive na sala de aula, favorecendo as interações entre estudantes e professor. O trabalho experimental investigativo foi positivamente acolhido e explorado pela maioria dos estudantes, porque possibilitou a mobilização e desenvolvimento de competências procedimentais, onde destacamos a formulação de problemas e hipóteses, interpretação de dados, discussão dos resultados e suas análises, assim como a comunicação das conclusões. No que diz respeito às competências atitudinais destacamos: cooperação, reflexão crítica, responsabilidade, harmonia, perseverança e auto-estima.

Reconhecemos a importância da aquisição de conhecimento como um fator fundamental para que o estudante possa interagir da melhor maneira possível com o meio onde vive. Nossa interpretação é que os estudantes também esperam que a escola lhes ofereça este tipo de oportunidade, sendo esta uma das suas principais funções (AULER; STRIEDER; CUNHA, 1997). Hoje, mais do que nunca, é necessária à apropriação e compreensão não só dos conhecimentos científicos e tecnológicos, mas dos próprios conceitos de Ciência e Tecnologia e de suas profundas relações com a sociedade. A intensidade e a complexidade das diversas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade nos apontam para a importância e a necessidade de promover espaços para reflexões e troca de idéias. Constatou-se que muitos estudantes ainda não tinham despertado para o tema, o que reforça o valor desta atividade de ensino que tem como perspectiva promover o desenvolvimento de uma postura crítica nos estudantes.

A escola constitui-se num espaço adequado para que os estudantes possam refletir e discutir sobre esses temas, desde que colocados de modo a problematizar alguns aspectos que envolvem estas relações de CTS, como destacaram alguns estudantes:

[...] Foi ótimo porque reuniu vários alunos em torno de um problema.

[...] Tirei todas as dúvidas.

[...] Uma aula prática aproxima mais os alunos em torno do problema.

[...] aprendi porque devo ficar menos tempo tomando banho.

[...] entendi a tecnologia de fabricação do chuveiro.

A realização deste trabalho ratificou também, o que a maioria dos professores com certa experiência na docência já sabe, isto é, no decorrer do tempo vamos conseguindo agregar melhor, as novidades metodológicas à prática de sala de aula. Ao iniciar algumas explicações sobre como seria a aula e perceber a expectativa, a curiosidade estampada nos semblantes dos alunos, já nos sentimos mais a vontade para desenvolver o plano da aula. Considero importante esta lembrança como tentativa de ilustrar a inevitável tensão que sentimos, enquanto docentes, ao experimentar novidades no ensino, mesmo que tenhamos longa experiência na docência. Da mesma forma os estudantes foram superando, no transcorrer das aulas e das atividades, certos constrangimentos que a novidade lhes causou.

Uma situação que foi recorrente durante todo o processo e que merece ser destacado foi o fato de podermos perceber um grande engajamento dos estudantes na proposta de ensino. A sua intensa participação durante toda a atividade é um fato que corrobora fortemente nossa hipótese de que uma aula envolvendo conteúdos que digam respeito diretamente às suas vidas e estruturados no enfoque de ensino CTS motiva os estudantes e, conseqüentemente, contribui fortemente para a aprendizagem e para a adoção de novas atitudes e valores. É certo que esbarramos em algumas dificuldades, além das inerentes a qualquer mudança, como por exemplo, a insegurança diante do novo e a expectativa de como seria a incipiente capacidade de reflexão, interpretação, expressão oral e, principalmente, a redação de nossos estudantes.

Estes foram, a nosso ver, os principais obstáculos apresentados durante a aplicação de nossa proposta de atividade investigativa. Entendemos que a escola tradicional condiciona o estudante à passividade, situando-o como mero espectador do processo de aprendizagem. Entretanto nossa proposta tinha como objetivo mostrar ao estudante que “só se aprende fazendo, envolvendo-se, participando e interagindo”, procurando romper com a estrutura então vigente.

A falta de pensar, interpretar e escrever são queixas comuns com as quais nos deparamos freqüentemente, principalmente entre os docentes. Estes aspectos, a nosso ver, só reafirmam a carência de ações didáticas e pedagógicas capazes de potencializar a prática destas capacidades, situação que o ensino tradicional não está dando conta. Apesar das dificuldades encontradas no ambiente escolar, como estrutura adequada (material, tempo, indisciplina de alguns estudantes, entre outros) para desenvolver uma atividade experimental investigativa, os estudantes reconhecem a validade do estabelecimento destas atividades na escola. A necessidade de adoção destas iniciativas também é destacada por Carvalho (1998) ao afirmar que:

[...] muitas podem ser as fontes de inspiração para a construção das atividades de conhecimento físico, mas o importante é elaborar problemas que estimulem os alunos a fazer várias coisas, a pensar sobre os diferentes resultados possíveis e a trocar idéias com os outros. (CARVALHO, 1998, p. 191)

A despeito das dificuldades mencionadas, a maioria dos estudantes conseguiu acompanhar a atividade desenvolvida, apesar do grau de exigência proposta, que demandou um grau superior ao que habitualmente estavam acostumados. Este êxito pode representar um forte aliado em favor desta iniciativa, uma vez que muitos desafios puderam ser vencidos. Neste sentido, cabe aqui ressaltar que nos deparamos com algumas dificuldades próprias de qualquer intervenção inovadora, o que consideramos normais e até mesmo, salutares. Mas há de se declarar, também, que todos os envolvidos demonstraram predisposição em aceitar os desafios inerentes à atividade experimental proposta. Para nós este é um fato significativo e sentimo-nos tranqüilos em afirmar que, se por um lado existem receios às mudanças, por outro elas são esperadas por todos.

Voltando nossa atenção para os resultados apresentados na atividade experimental investigativa realizada, mesmo considerando que os conteúdos abordados exigiram um nível de compreensão e articulação relativamente elevado, constatamos que os estudantes reconheceram que esta concepção de ensino devidamente contextualizada e centrada em um enfoque CTS facilita a aprendizagem e estimula a participação ativa dos mesmos. Também manifestaram ter adquirido uma nova visão do ensino da Física, que passa a ser percebido como naturalmente presente em seu dia-a-dia, dada a abordagem contextualizada que

praticamos. Assim, puderam perceber o relacionamento da Tecnologia com a Sociedade por meio do estudo da Física, que deixou de se resumir a um apanhado de conceitos e fórmulas desvinculadas da sua realidade cotidiana. Em sua grande maioria consideraram que estudar Física dessa forma é mais interessante. Para nossa felicidade, verificamos que pouquíssimos estudantes rejeitaram esta proposta, principalmente por não interagiram suficientemente na realização das etapas da atividade investigativa. Julgamos ser esta uma forma de rejeição e entendemos que isto talvez decorra do fato de estarem habituados a ser passivo durante as aulas, fato que resulta em certo nível de resistência às mudanças nos processos de ensino e de aprendizagem.

Outro fator fundamental que confirmou a viabilidade desta proposta foi que, da mesma forma, a quase totalidade dos estudantes recomendou a aplicação regular desta atividade em outras situações. Os principais argumentos apresentados para justificar esta indicação referem-se à promoção de motivação e facilidade para a aprendizagem, assim como a provocação de reflexões necessárias e inerentes à dinâmica de uma atividade de natureza investigativa. A forma contextualizada de abordagem dos conteúdos favoreceu a percepção de que os conceitos estudados na disciplina de Física estão presentes no dia-a-dia dos estudantes, desmistificando a imagem de que a Física é “a pior disciplina” do currículo do Ensino Médio, como também, verificamos um alto índice de aceitação da atividade investigativa, observando as respostas apresentadas pelos estudantes no questionário disponibilizado para avaliação da atividade, constatando respostas do tipo: “[...] a atividade facilita a aprendizagem; [...] é uma forma mais interessante de se estudar Física”. Portanto, seria providencial a introdução de atividades experimentais investigativas como prática capaz de aprimorar a qualidade do ensino de Física. Outro aspecto que necessita ser evidenciado é a viabilidade de se tratar questões de cunho social na disciplina de Física, acompanhada dos conceitos tecnológicos e científicos vinculados ao seu conteúdo.

A proposta da atividade experimental investigativa como metodologia adequada para o ensino de Ciências em geral, e de Física, em particular, ratificou a sua eficácia e evidenciou também duas de suas principais características: sua flexibilidade e amplitude, no sentido que a escolha dessa atividade permitiu não só a visão de conjunto como também a necessária ligação entre diversas partes que o

compõe (ANGOTTI; MION, 2005). A proposta oportunizou aos estudantes a visão de que o estudo de determinado conteúdo extrapola as fronteiras disciplinares a que estão tradicionalmente acostumados, sendo as relações com as outras áreas de conhecimento uma abertura que pode propiciar abordagens interdisciplinares, como Biologia ao discutirmos a questão do choque elétrico e a Química, ao debatermos a condução elétrica na água, em decorrência da concentração de íons.

Quando se desenvolve a construção do conhecimento apoiada na pesquisa, é fundamental que o estudante utilize a dissertação dos temas de pesquisa, leitura e interpretação de códigos de linguagem, porque são ferramentas importantes na comunicação dos dados levantados. É essencial que o professor tenha a preocupação em fomentar a prática do uso dos códigos escritos, mostrando aos estudantes a necessidade de utilizar a escrita e a leitura como forma de expressão de novas idéias a serem compreendidas ou o registro de novos conhecimentos adquiridos, porque segundo PCNEM:

[...] a interdisciplinaridade deve ser compreendida a partir de uma abordagem relacional, em que se propõe que, por meio da prática escolar, sejam estabelecidas interconexões e passagens entre os conhecimentos através de relações de complementaridade, convergência ou divergência. (BRASIL, 1999, p. 36)

A utilização da matemática desenvolvida no decorrer da atividade experimental investigativa foi se apresentando sempre no sentido de subsidiar as interpretações dos dados, relacionados com a temática do chuveiro elétrico, disponibilizados aos estudantes. Os conteúdos matemáticos que surgiram (multiplicação, divisão, áreas, frações, etc.) foram somente àqueles mais importantes para o entendimento dos assuntos tratados (cálculos de potência, corrente, tensão ou consumo elétrico), como destaca Brasil (1999, p. 259): “Aplicar conhecimentos e métodos matemáticos em situações reais, em especial em outras áreas do conhecimento”.

Nos momentos que mantivemos contato mais individualizado com alguns estudantes, como durante a execução da atividade experimental pelos grupos, observamos expressões de surpresa e de satisfação geradas pela constatação dos mesmos que os conteúdos disciplinares de Física podem ser articulados com as

outras disciplinas e que são mais amplos e expressivos, não se resumindo “a cálculos e fórmulas”.

Seguramente os resultados desta intervenção no ambiente escolar não são inéditos no cenário das pesquisas educacionais, entretanto, a nosso ver, a atividade experimental investigativa aqui relatada contribuiu efetivamente para fundamentar alguns princípios:

- a. A escola em geral e a disciplina de Física em particular, têm como principal objetivo a formação integral do estudante, que pode ser alcançada por meio de uma atividade que tenha como objetivo envolver o estudante para que construa seu conhecimento mediado pelo professor. Esta formação foi propiciada pela pesquisa, pelos debates em seminários e pela própria realização da atividade experimental investigativa.
- b. Os estudantes confiam que a escola é o espaço ideal para o seu pleno desenvolvimento (cognitivo, comportamental e de valores), sendo para muitos jovens o único espaço onde podem encontrar o indispensável auxílio para aquisição de uma formação plena.
- c. A formação integral exige o oferecimento de mecanismos que possibilitem aos estudantes a indispensável tomada de consciência, proporcionando a munição de conhecimentos e o desenvolvimento de capacidades que permitem suas aplicações com a finalidade de promover sua integração com o ambiente no qual vivem, tanto natural, quanto social.
- d. A concepção de ensino CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) contempla esta dimensão e auxilia o estudante a construir competências, habilidades e valores vinculados aos interesses coletivos, como os de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social de reciprocidade, de respeito ao próximo e de sinceridade necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de Ciência e Tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões. Acreditamos que devido a sua flexibilidade e amplitude

dos temas pesquisados admitimos a prática de diferentes métodos e estratégias, não se restringindo a um determinado assunto, disciplina ou nível de ensino.

- e. O ensinar e aprender pela pesquisa também serviu de inspiração para uma nova postura escolar menos impositiva que priorizou a reflexão e a construção do conhecimento (DEMO, 2003), o que se conseguiu por meio da pesquisa de temas propostos para serem apresentados nos seminários, que potencializou o estudante para que esteja apto a interferir de forma consciente na sociedade.

As constatações acima permitiram confirmar a nossa expectativa de que propostas alternativas de ensino podem representar um grande auxílio para minimizar os problemas com que convivemos no ensino de Ciências em geral e de Física em particular.

Diante dos resultados alcançados, sentimo-nos a vontade para recomendar aos colegas professores a utilização de atividades experimentais baseadas no método investigativo, pois têm estrutura suficiente para suportar diferentes práticas de ensino, sendo capaz de incrementar a motivação dos estudantes e facilitar sua aprendizagem, permitindo, ainda, o exercício da criatividade e a preservação das peculiaridades individuais de cada profissional. A transformação do contexto da sala de aula ao afastar-se do ensino tradicional, aprimorou o processo de ensino e aprendizagem, estimulou os estudantes a aprender a aprender por meio da pesquisa dos temas propostos, o que implicou na adoção de uma postura mais participativa (CARVALHO, 1999; DEMO, 2003).

Os cuidados que se deve tomar para a efetivação de tal proposta são poucos, entre os quais o adequado enfrentamento de reações “às novidades”, e a atenção necessária às etapas de planejamento e acompanhamento, além da consciência de que toda inovação requer um tempo de adaptação, tanto dos estudantes quanto dos professores. Entretanto, os resultados observados tendem a compensar estes esforços iniciais.

Aos Diretores e Coordenadores Pedagógicos das escolas sugerimos que busquem informar-se sobre estas atividades experimentais investigativas (ANGOTTI,

2005; ARAÚJO, 2003; CARVALHO, 1998; 1999; CARRASCOSA, 2006 entre outros pesquisadores) e, assim, também assumam a responsabilidade de incentivar e procurar disponibilizar recursos para sua efetivação, pois, como é de conhecimento de todos, gestores, e professores, o objetivo principal de seu trabalho é a formação plena de nossos estudantes, preparando-os para a verdadeira cidadania<sup>5</sup>, segundo Krasilchik (2004, p. 8) para os estudantes transformarem-se em verdadeiros cidadãos são necessárias algumas competências:

- Ser capaz de expressar seus julgamentos de valor;
- Justificar suas decisões referindo-se aos princípios e conceitos em que se basearam;
- Diferenciar entre decisões pessoais de âmbito individual e decisões coletivas de âmbito público;
- Reconhecer e aceitar direitos, deveres e oportunidades em uma sociedade pluralista;
- Ouvir e aceitar diferenças de opiniões.

A importância da escola assumir a responsabilidade de formar cidadãos críticos e conscientes, capazes de interagir de todas as formas possíveis dentro de um cenário em contínua transformação, conforme destacado pelos PCNEM (BRASIL 1999, p. 43), ao estudante, deve: “[...] assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (art. 22, Lei nº. 9.394/96); como também apontam 90% dos estudantes ao responderem a questão 16 da pesquisa de concepções sobre CTS.

Acredito ser possível aos estudantes se apropriarem de conhecimentos que os potencializem a uma crescente participação nas questões que afetem seus cotidianos e que requerem diferentes competências para análise e tomadas de decisões. Esta mesma sugestão estende-se às Secretarias de Educação, que se mostram preocupadas com a contextualização dos conteúdos escolares, sua significação e com a inter/transdisciplinaridade. As Secretarias de Educação podem dar uma contribuição efetiva na medida em que constatamos, no caso de São Paulo, já haver incentivo para a melhoria das atividades docentes por meio de seu

---

<sup>5</sup> Não temos intenção de discutir amplamente aqui o conceito de cidadania. Simplificadamente consideramos como cidadão a pessoa que tem vontade e as condições necessárias para participar de maneira ampla e consciente na sociedade a qual pertence.

programa de bolsas de estudo para que os professores efetivos da rede estadual possam buscar atualização de sua formação em programas de pós-graduação.

A questão de pesquisa nos estimulou a desenvolver este trabalho que encontrou em seu final uma resposta satisfatória, na medida em que as atividades desenvolvidas oportunizaram a concretização de um conjunto de procedimentos vinculados ao enfoque CTS que produziu os impactos desejados sobre os estudantes, particularmente no que se refere à melhor compreensão das relações CTS onde balizaram a problemática da produção e consumo de energia, motivando-os a adotarem atitudes mais conscientes em seus cotidianos, com nítidas repercussões na esfera econômica e ambiental, ainda que, naturalmente, em escala bastante restrita, dada a pequena população de indivíduos participantes. É evidente a constatação acima quando os estudantes fazem as seguintes colocações:

[...] é muito importante ter conhecimento do consumo de energia para termos uma base do gasto que o chuveiro causa numa residência.

[...] utilizando as informações do fabricante aprendemos a calcular o consumo do chuveiro.

[...] com os debates, começamos a entender Física de um modo diferente.

[...] a geração de energia hidroelétrica provoca o desequilíbrio ao meio ambiente local e afeta a rota de migração dos peixes.

[...] conversando com os amigos fica mais fácil tirar as dúvidas da matéria.

As diferentes etapas que envolveram este trabalho, desde sua concepção e planejamento, até a análise das ações e reflexões, tanto dos estudantes como do professor, ofereceram-nos indicadores bastante ricos quanto aos limites e desafios de propostas como estas. O planejamento das atividades e a elaboração dos materiais didáticos a serem utilizados implicam, necessariamente, em pesquisas que demandam, na maioria das vezes, tempo de trabalho. Outra grande dificuldade foi desenvolver, em sala de aula, um tema que envolve, além de conhecimentos físicos mais objetivos e já tradicionalmente trabalhados nas aulas de Física, outros pertencentes a outras áreas pouco exploradas em atividades de ensino desta disciplina como, a dissertação, pelos estudantes, das respostas às questões. Também temos a falta de desenvoltura do professor em provocar discussões de temas envolvendo valores, atitudes, procedimentos, interesses de grupos sociais específicos e um sistema de crenças que está em jogo.

No entanto, a experiência desenvolvida mostrou que, estando o professor interessado na busca de alternativas ao trabalho tradicional, que vem sendo desenvolvido em sala de aula e sendo-lhe oferecidas melhores condições para seu desenvolvimento, como a disponibilidade de tempo e oportunidades para reflexão e elaboração de material didático diversificado, diferentes aspectos relacionados à Ciência, Tecnologia e Sociedade podem ser incorporadas às aulas.

Finalmente, com o intuito de incitar os estudantes e os profissionais envolvidos com a causa da Educação para a realização de pesquisas práticas que impactem nos ambientes educacionais, gostaríamos de lembrar as palavras de Einstein: “Nenhum cientista pensa em fórmulas. Antes que o físico comece a calcular deve ter em seu cérebro o curso dos raciocínios. Estes últimos, na maioria dos casos, podem ser expostos com palavras sensíveis” (GIL et al. apud CARVALHO et al., 1999, p. 88).



## REFERÊNCIAS

ACEVEDO, J. A. **Cambiando lá pratica docente em la enseñanza de lãs ciências através de CTS**. Madri: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia e la Cultura, 2002. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi>>. Acesso em: 16 dez. 2006.

ACEVEDO, J. A. et al. Actitudes y creencias CTS de los alumnos: su evaluación con el cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología y sociedad. **Revista Iberoamericana**, n. 2, p. 1-23, abr. 2002. Disponible em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi>>. Acesso em: 14 nov. 2006.

ACEVEDO, J. A.; VAZQUEZ, A. Las relaciones entre ciencia y tecnología en la enseñanza de las ciencias. **Revista Iberoamericana**, v. 2, n. 3, 2003. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi>>. Acesso em: 03 nov. 2006.

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 2, n. 2. Disponible em: <<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumem2/>>. Acesso em: 18 ago. 2007.

ACEVEDO, J. A. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 1, 2004, p. 3–16. Disponible em: <<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumem2/>>. Acesso em: 19 ago. 2007.

ALONSO, A. V. et al. **Actitudes del alumnado sobre ciencia, tecnología y sociedad, evaluadas con un modelo de respuesta múltiple**. Revista eletrônica de investigação educativa, v. 8, n. 2, 2006. Disponível em: <<http://www.redie.uabc.mx/contenido/vol8no2/contenido-vazquez2.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2007.

AMARAL, I. A. **O ensino de ciências na escola fundamental: a ótica do Proesf: gestão currículo e cultura**. Campinas: UNICAMP, 2005.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p.176–192, jun. 2003.

ANGOTTI, J. A. P.; DELIZOICOV, D. **Física**. São Paulo: Cortez, 1992.

ANGOTTI, J. A.; DELIZOICOV, D.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência e Educação**, São Paulo, v. 7, n.1, p. 15-27, 2001.

ANGOTTI, J. A.; BASTOS, F. P.; MION, R. A. Discutindo ciência, tecnologia e sociedade. **Ciência e Educação**. São Paulo, v. 7, n. 2, p. 183–197, 2001.

ANGOTTI, J. A. P.; MION, R. A. **Equipamentos geradores e a formação de professores de física**. Disponível em: <[http://www.ced.ufsc.br/men5185/artigos Equipamentos\\_geradores.htm](http://www.ced.ufsc.br/men5185/artigos Equipamentos_geradores.htm)>. Acessado em: 7 de set. 2005.

ARRUDA, S. M. et al. Da aprendizagem significativa à aprendizagem satisfatória na educação de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 21, n. 2, p. 194-223, 2004.

ASTOLFI, J.; DEVELAY, M. **A didática das ciências**. Tradução Magda S. S. Fonseca. 2. ed. Campinas: Papirus, 1991.

ASSIS, A.; TEIXEIRA, O. P. B. A leitura e o ensino de física. In: SNEF - SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003. Curso.

AULER, D.; STRIEDER, D. M.; CUNHA, M. B. O enfoque ciência-tecnologia-sociedade como parâmetro e motivador de alterações curriculares. In: V ENPEC – ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1., 27-29 nov. 1997, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 1997. p. 187-192.

AULER, D.; BAZZO, W.A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência e Educação**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

AULER, D. Alfabetização científico-tecnológico: um novo “paradigma”? **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 1. mar. 2003. Disponível em: <[http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v5\\_n1/516.pdf](http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v5_n1/516.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2006.

AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica um novo “paradigma”?. In: SNEF - SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba: CEFET-PR, 2003.

AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizado as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a pratica**. São Paulo: Pioneira Thomsom Learning, 2004, p. 19-33.

BACHELARD, G. **O novo espírito científico**. Rio de Janeiro: Cultrix, 1975.

BARBIER, R. **Pesquisa-ação**. Tradução de Lucie Didio. Brasília: Plano Editora, 2002.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luis Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1977.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica**. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/bazzo.htm>>. Acesso em: 05 out. 2006.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional**: Lei nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, 1996.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio**. Brasília, 1999.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ensino médio**: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2002.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações curriculares para o ensino médio**: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2006. v. 2.

CAPPECHI, M. C. M. Argumentação numa aula de física. In: CARVALHO, A. M. P. (Org). **Ensino de ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 59-76.

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

\_\_\_\_\_ et al. **Termodinâmica**: um ensino por investigação. São Paulo: FEUSP, 1999.

\_\_\_\_\_. Critérios estruturantes para o ensino das ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (Org). **Ensino de ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 1-17.

CARRASCOSA, J.; VILCHES, A.; VALDES, P. Papel de la actividad experimental em la educación científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, p. 157-181, ago. 2006.

CAVALCANTE, M. A. O ensino de uma nova física e o exercício da cidadania. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 550-551, 1999.

COLL, C. **Psicologia e currículo**. Tradução de Cláudia Schilling. 3. ed. São Paulo: Ática, 1987.

\_\_\_\_\_; MARTIN, E. A. Avaliação da aprendizagem no currículo escolar: uma perspectiva construtivista. In: \_\_\_\_\_ et al. **O construtivismo na sala de aula**. São Paulo: Ática, 1999.

COLOMBO, C. R.; BAZZO, W. A. **Educação tecnológica contextualizada, ferramenta essencial para o desenvolvimento social brasileiro**. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/colombo.htm/>>. Acesso em: 12 out. 2006.

CRUZ, S. M. S. S.; ZYLBERSZTAJN, A. O enfoque “ciência, tecnologia e sociedade” – CTS. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. 2. ed. Florianópolis: Ed. UFSC, 2005. p. 171-195.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física, coleção Magistério – 2º. Grau**. São Paulo: Cortez, 1992.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. 5. ed. Campinas: Autores Associados, 2003.

ELIAS, P. C. N.; ARAÚJO, M. S. T.; AMARAL, L. H. Articulação entre espaços formais e não formais de aprendizagem visando o ensino de conceitos de astronomia. In: SNEF – SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 29 jan.- 2 fev. 2007, São Luis, Maranhão. “**O Ensino de Física e Sustentabilidade**”: programa e resumos. São Luís: SBF, 2007. p. 60.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. **Selo PROCEL: apresentação**. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/procel/main.asp?TeamID={95F19022-F8BB-4991-862A-1C116F13AB71}>>. Acesso em: 10 set. 2006.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. Brasília: Plano Editora, 2003.

FREIRE, P. **Medo e ousadia: o cotidiano do professor**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

GASPAR, A. **Física: eletromagnetismo e física moderna**. São Paulo: Ática, 2003. v. 3.

GASPAR, A. **Física: mecânica**. São Paulo: Ática, 2002. v. 1.

GIORDAN, A.; DEVECCHI, G. **As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**. Tradução de Bruno Charles Magne. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GONÇALVES, C. W. P. **Os (des) caminhos do meio ambiente**. 8. ed. São Paulo: Contexto, 2001.

GORDILLO, M. M.; CERREZO, J. A. L. **Acercando la ciência a la sociedad: la perspectiva CTS su implantación educativa**. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/mmarn.htm>>. Acesso em: 15 jul. 2006.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. **Leituras de física**. São Paulo: Instituto de Física da USP, 1998. v. 3.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. **Leituras de física**. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://axpfepi.if.usp.br/~gref>>. Acesso em: 15 jun. 2007.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R, D. **Física**. Tradução de Antônio Luciano Leite Videira. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1984. v. 2.

HOFFMANN, J. **Avaliação: mito e desafio: uma perspectiva construtivista**. Campinas: Papírus, 1991.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Programa brasileiro de etiquetagem – PBE / etiqueta de eficiência energética**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/eficiencia.asp>>. Acesso em: 10 set. 2006.

KERR, A. S.; XAVIER, M. E. R. A análise do efeito estufa em textos paradidáticos e periódicos jornalísticos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 3, p. 325-349, 2004.

KRASILCHIK, M. Ensinando ciências para assumir responsabilidades sociais. **Revista de Ensino de Ciências**, v. 14, p. 8-10, 1985.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Scipione, 1998. p. 35-37.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 382-404, dez. 2006.

LOUZADA, C. O; ARAÚJO, M. S. T. Alfabetização científica e tecnológica na nanoaventura: uma viagem divertida pelo mundo da nanotecnologia. In: SNEF – SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 29 jan.-2 fev. 2007, São Luis, Maranhão. **“O Ensino de Física e Sustentabilidade”**: programa e resumos. São Luís: SBF, 2007. p. 60.

LUZ, S. L. C.; ARAÚJO, M. S. T.; MACIEL, M. D. Resgatando o prazer de aprender a aprender: a pesquisa como veículo de aprendizagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC – SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 58., 2006, Florianópolis – SC. **Atas...** Florianópolis: SBPC, 2006. v.1, p. 258.

LUZ, S. L. C.; ARAÚJO, M. S. T.; MACIEL, M. D. A pesquisa para aprender a aprender Física na escola básica. In: SNEF – SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO

DE FÍSICA, 17., 29 jan.-2 fev. 2007, São Luis, Maranhão. “**O Ensino de Física e Sustentabilidade**”: programa e resumos. São Luís: SBF, 2007. p. 25–25.

LUZ, A. M. R.; ÁLVARES, B. A. **Física**. São Paulo: Scipione, 2003.

MANASSERO, M. A.; VÁZQUES, A. Instrumentos e métodos para a evolução da atitude relacionadas com a ciência, tecnologia e sociedade. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 1, p. 15-27, 2002.

MOREIRA, M. A.; MASSINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Ed. Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagens**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A.; BUCHWEITZ, B. **Novas estratégias de ensino e aprendizagem**. Lisboa, Portugal: Plátano Ed. Téc., 1989.

MOREIRA, M. A. **Ensino e aprendizagem**: enfoques teóricos. 3. ed. São Paulo: Moraes, 1998.

PINTO, C. A.; ZANETI, J. É possível levar a física quântica para o ensino médio? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 16, n. 1, p. 7-34, 1999.

POSTMAN, N. **Tecnopólio**: a rendição da cultura à tecnologia. Tradução de Reinaldo Guarani. São Paulo: Nobel, 1994.

RICARDO, E. C. As ciências no ensino médio e os parâmetros curriculares nacionais: da proposta à prática. **Revista Ensaio, Fundação Cesgranrio**, Rio de Janeiro-RJ, v. 10, n. 35, p. 141-160, abr./jun. 2002.

RICARDO, E. C., CUSTÓDIO, J. F.; REZENDE JUNIOR, M. F. A tecnologia como referência dos saberes escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. 1, p. 137-149, 2007.

SAAD, F. D.; YAMAMURA, P. **Uma proposta metodológica para gerar novos projetos de ensino de física**. São Paulo: IF/USP, 2001. Mimeografado.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Proposta curricular para o ensino de Física: 2º grau**. 2. ed. São Paulo, 1988.

SANTOS, M. E. V. M. **A cidadania na voz dos manuais escolares**: o que temos? o que queremos?. Portugal: Livros Horizontes, 2001.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, 2000. Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/ensaio/>>. Acesso em: 16 dez. 2006.

SEARS, F.; ZEMANSKY; M. W.; YOUNG, H. D. **Física**. Tradução de José de Lima Accioli e Jean Pierre von der Weid. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1984. v. 3.

SILVA, T. T. (Org.). **Currículo, cultura e sociedade**. São Paulo: Cortez, 1994.

SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M. A temática ambiental e o ensino de física na escola média: algumas possibilidades de desenvolver o tema produção de energia elétrica em larga escala em uma situação de ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 3, p. 342-352, set. 2003.

SOARES, B. E. C., NAVARRO, M. A.; FERREIRA, A. P. Desenvolvimento sustentado e consciência ambiental: Natureza, Sociedade e Racionalidade. **Ciência & Cognição**; ano 1, v. 2, jul. 2004. Disponível em <<http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v02/m33411.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2007.

SOUZA, C. P. (org). **Avaliação do rendimento escolar**. Campinas: Papirus, 1991.

SANTOMÉ, J. T. **O currículo oculto**. Portugal: Porto Editora LDA, 1995.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 13. ed. São Paulo: Cortez, 2004.

TORRES, C. M. A. et al. **Física: ciência e tecnologia**. São Paulo: Moderna, 2001.

VACCAREZZA, L. S. Ciencia, tecnologia y sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 18, sept./dic. 1998. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/oeivirt/rie18ao1.htm>>. Acessado em: 23 maio 2007.

VALENTE, A. **Informática na educação: conformar ou transformar a escola**. Florianópolis: CED/UFSC, 1996.

VEIGA, I. P. A. **Coleção magistério e trabalho pedagógico**. Campinas: Papirus, 1991. p. 103-113.

VEIGA, I. P. A. **A prática pedagógica do professor de didática**. Campinas: Papirus, 2003.

VIANNA, D. M.; ARAÚJO, R. S. Buscando elementos na internet para uma nova proposta pedagógica. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 135-151.

VILCHES A.; FURIÓ C. Ciencia, tecnología, sociedad: Implicaciones em la educación científica para el siglo XXI. In: CONGRESO INTERNACIONAL "DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS"; TALLER INTERNACIONAL SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, 6., 1999, Cuba. "**La Enseñanza de las Ciencias a las Puertas del Siglo XXI**". Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/education.htm/>>. Acesso em: 10 dez. 2006.

USTRA, S. R.; STRIEDER, D. M.; TERRAZZAN, E. A. Condicionantes estruturais para o ensino de física moderna. In: V EPEF – ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 5., 27-29 nov., Águas de Lindóia, 1997, **Atas...** p. 539-545.

VYGOTSKY, L. S. **A formação da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1984.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** Tradução de José Cipolla Neto. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

# Apêndices



**APÊNDICE A**

**QUESTIONÁRIO PARA PESQUISA SOBRE A ATIVIDADE  
EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA NO AMBIENTE ESCOLAR.**

**Pesquisa**

Ao participar da atividade experimental denominada “O chuveiro elétrico um aparelho resistivo”, você teve a oportunidade de conhecer o funcionamento de um chuveiro elétrico, que lhe permitiu uma visão mais clara das informações fornecidas pelo fabricante, como por exemplo: funcionamento e uso. Portanto, seria de muita relevância responder as questões abaixo, para que se possa desenvolver uma proposta educacional que dê origem a um projeto de investigação com artefatos tecnológicos.

- 1) Em sua opinião, como foi à aula com a utilização do chuveiro elétrico? Você passou a compreender melhor o funcionamento do chuveiro? Explique.

---

---

---

---

---

---

- 2) Em sua opinião, qual foi a informação (ões) mais importante que aprendeu sobre o chuveiro elétrico? Justifique.

---

---

---

---

---

## APÊNDICE B

### ROTEIRO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA.

Nº. \_\_\_\_\_ série: \_\_\_\_\_

### Atividade Experimental Investigativa

**Título: Chuveiro elétrico um aparelho resistivo**

#### **Objetivo Geral:**

- Relacionar a utilização de um produto eletrodoméstico com as implicações em CTS – ciência, tecnologia e sociedade.

#### **Objetivo específico**

1. Identificar a resistência elétrica de um condutor
2. Relacionar resistência elétrica com seu comprimento e sua área de seção transversal
3. Descrever a utilização prática dos reostatos.
4. Caracterizar o efeito joule da corrente elétrica com sua utilização no chuveiro elétrico.

#### **Material:**

- Chuveiro elétrico, manual de instalação do chuveiro e instrução para substituição de resistência elétrica, tabela de consumo de energia elétrica do chuveiro e .

#### **Introdução**

O chuveiro é um aparelho elétrico resistivo pelo fato de produzir essencialmente aquecimento quando ligado. Nos chuveiros elétricos as ligações inverno/verão correspondem, para uma mesma tensão, a uma potencia distinta. Neste caso, a espessura do fio enrolado (resistor) comumente chamada de “resistência” é uniforme. Nota-se, no entanto que as ligações inverno/verão são obtidas usando-se comprimentos diferentes do resistor. Na ligação “inverno” utiliza-se um pequeno pedaço do condutor enrolado, enquanto que na ligação “verão” usa-se um pedaço maior desse mesmo fio. Portanto, ao diminuir-mos o comprimento desse resistor, sem alterar a tensão, há um aumento do campo elétrico e, conseqüentemente, da energia potencial elétrica dos elétrons livres. Isso possibilita a transformação de maior quantidade de energia potencial elétrica em energia cinética, aumentando a energia cinética dos íons da rede cristalina e elétrons livres do condutor e o resultado final é uma elevação de temperatura de todo o condutor.

A resistência elétrica fica mergulhada na água dentro do chuveiro, no momento em que abrimos à água através da torneira, a pressão dentro do chuveiro

água aumenta, fazendo um mecanismo chamado diafragma conectar os fios, através de contato, com a resistência elétrica que passa a produzir o efeito joule..

O aquecimento da água obtido no chuveiro é um efeito térmico da corrente elétrica que existe no circuito. Esse efeito térmico tem o nome de efeito joule, e são inseparáveis, porque onde houver corrente, há aquecimento no condutor elétrico. Todo o produto eletrodoméstico tem por lei que ser acompanhado por um selo do PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia, que tem por objetivo orientar o consumidor na indicação dos níveis de eficiência energética do produto, dentro de sua categoria. Também deve acompanhar uma etiqueta de eficiência energética que descreve as características técnicas do produto.

<p><b>Energia</b> (Elétrica)</p> <p>Fabricante Marca</p> <p>Tipo de degelo Modelo /tensão(V)</p>	<p><b>REFRIGERADOR</b></p> <p>ABCDEF XYZ(Logo)</p> <p>ABC/Automático IPQR/220</p>	<p>→ Indica o tipo de equipamento</p> <p>→ Indica o nome do fabricante</p> <p>→ Indica a marca comercial ou logomarca</p> <p>→ Indica o modelo/tensão</p>
<p><b>Mais eficiente</b></p>  <p><b>Menos eficiente</b></p>		<p>→ A letra indica a eficiência energética do equipamento / Veja a tabela correspondente na coluna ao lado</p>
<p><b>CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mes)</b> <small>(adotado no teste clima tropical)</small></p>	<p><b>XY,Z</b></p>	<p>→ Indica o consumo de energia, em kWh/mês</p>
<p>Volume do compartimento refrigerado (l)</p>	<p>000</p>	
<p>Volume do compartimento do congelador(l)</p>	<p>000</p>	
<p>Temperatura do congelador (°C)</p>	 -18	
<p>Regulamento Especifico Para Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia Linha de Refrigeradores e Assesmentados - RESPI001-REF</p> <p>Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho.</p> <p><b>PROCEL</b> PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</p> <p><b>INMETRO</b></p> <p><b>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</b></p>		

Buscando conhecer as condições de funcionamento e instalação dos aparelhos elétricos através das informações fornecidas pelo fabricante, sugerimos que se faça um levantamento dos dados que constam do manual do cliente e no produto. A sistematização desses dados possibilitará uma visão das grandezas físicas relevantes no estudo do chuveiro elétrico doméstico e a incorporação de elementos da tecnologia contemporânea, assim como uma visão atualizada da influência da tecnologia na sociedade.

### Procedimento (Leia com atenção e responda)

- a) Faça uma leitura do manual do fabricante ou as informações impressas no chuveiro elétrico.
- b) Identifiquem no chuveiro as informações do fabricante (eficiência energética; consumo de energia e parâmetros técnicos para funcionamento do chuveiro).
- c) Identifique no mecanismo interno do chuveiro o circuito hidráulico, localizando o diafragma que, quando pressionado pela água, fecha o circuito elétrico e também o significado da expressão KPa (1 m.c.a.).
- d) Observando a tabela de consumo de energia elétrica do INMETRO (anexo), existe diferença significativa de consumo mensal entre as tensões elétricas 110 V/220 V? Justifique.
- e) Identifique o circuito elétrico, apontando os pontos de contato no resistor que é constituído de uma liga níquel-cromo.
- f) Observe que o resistor tem três pontos de contato, sendo que um deles permanece sempre ligado ao circuito. Quando o chuveiro esta na posição “verão”, onde é feito o outro contato elétrico? (desenhe para melhor ilustrar)
- g) Ao ler a tabela de instrução de substituição de resistência elétrica observam-se valores diferentes para mesma potencia em relação ao disjuntor e secção do condutor. Por quê?
- h) Em que posição a potencia consumida é maior e com auxílio da tabela de consumo do INMETRO e qual o consumo (máximo/mínimo) e vazão?
- i) Faça uma relação entre potencia, tensão, corrente e comprimento do resistor nas posições inverno/verão, preenchendo a tabela com maior ou menor.

	Verão	Inverno
aquecimento		
Potência		
Corrente		
Comprimento do resistor		

## APÊNDICE C

### QUESTIONÁRIO PARA PESQUISA DE CONCEPÇÕES SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE.

#### Pesquisa de concepções da relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Este questionário tem por objetivo verificar a compreensão da ciência na sua relação com tecnologia e sociedade. Não existem respostas corretas ou incorretas; queremos apenas sua opinião sincera sobre cada frase. Responda, utilizando as siglas CT, CP, DP e DT, que têm o seguinte significado.

**CT** – concordo totalmente.

**CP** – concordo parcialmente.

**DP** – discordo parcialmente.

**DT** – discordo totalmente.

<b>Concepções</b>	<b>CT</b>	<b>CP</b>	<b>DP</b>	<b>DT</b>
1 - O estudo de ciências estimula o interesse pelo conhecimento científico.				
2 - O desmatamento para cultivar alimentos traz benefícios ao homem				
3 - O uso da tecnologia altera hábitos e costumes da sociedade.				
4 - O conhecimento de ciências facilita o entendimento do funcionamento dos aparelhos que usamos em nosso dia a dia.				
5 - O conhecimento científico não pode ser alterado, uma vez descoberto.				
6 - Para entender ciências é necessário experimento prático.				
7 - Os políticos têm responsabilidade no desenvolvimento tecnológico do país.				
8 - Nosso planeta dispõe de recursos naturais infinitos.				
9 - A ciência deve ser eliminada da escola.				
10 - O conhecimento científico deve ficar restrito ao cientista.				
11 - A tecnologia tem como objetivo o progresso e o bem-estar da humanidade.				
12 - A sociedade deve participar do desenvolvimento tecnológico.				
13 - Ciência e Tecnologia necessitam de investimento do governo para se desenvolver.				
14 - A automação industrial melhorou as condições de emprego para a população.				
15 - A tecnologia deixa o Brasil com mais vantagem econômica.				
16 - A escola pode ser facilitadora para a compreensão de Ciência e Tecnologia.				
17 - O conhecimento sobre ciências pode ajudar na escolha da profissão.				
18 - A sociedade pode influenciar nas decisões do governo sobre ciência e tecnologia.				
19 - A tecnologia é responsável pelo desemprego de grande parte da população.				
20 - Através da ciência, podemos modificar as formas de entender e interpretar fatos.				

## Questões

Ao responder a estas questões, você está colaborando para o desenvolvimento de um trabalho de pesquisa importante para a conclusão de uma dissertação de mestrado.

1) O que você pensa a respeito da ciência em seu cotidiano?

---

---

---

---

2) O conhecimento de ciências e tecnologia facilita a tomada de decisões no cotidiano? Por quê?

---

---

---

---

3) Qual o papel da experimentação (aula no laboratório, experiências em sala de aula, demonstração, simulações, etc.), para compreender o desenvolvimento científico?

---

---

---

---

---

---

---

4) Descreva alguma situação do cotidiano em que a tecnologia melhorou a qualidade de vida? Por quê?

---

---

---

---

5) Os impactos ambientais causados pela falta de conscientização ecológica e uso indiscriminado dos recursos naturais pela tecnologia poderão gerar desequilíbrios irreversíveis no meio ambiente? Por quê?

---

---

---

---

---

---

# **Anexos**



# ANEXO 1

## INSTRUÇÃO DE TROCA DE RESISTÊNCIA ELÉTRICA.

### 1. RECOMENDAÇÕES GERAIS:

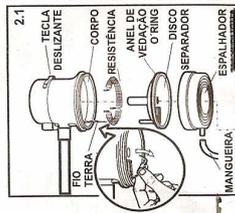
- Antes de efetuar a troca da resistência, leia o folheto de instruções e siga as recomendações específicas para o seu produto.
- Não efetue emendas em resistências rompidas (queimadas) para não alterar as características técnicas do produto.
- Não é necessário remover o produto da parede para trocar a resistência.

### ATENÇÃO

Desligue o disjuntor do quadro de distribuição de energia do circuito no qual está instalado o produto. Fig.:01

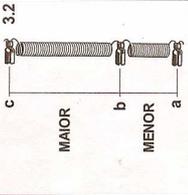
### 2. DESMONTAGEM

- Desrosquele o espalhador.
- Desencaixe e posicione o fio terra a retrada do disco separador.
- Retire o disco separador juntamente com o anel de vedação o ring.



### 3-SUBSTITUIÇÃO DA RESISTÊNCIA

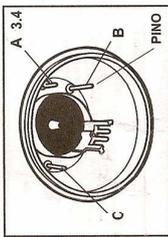
- 3.1 - Desencaixe os terminais da resistência a substituir, utilizando um alicate de bico. Fig.:3.1
- 3.2 - Identifique na nova resistência os lados "menor" e "maior", determinando os terminais "a", "b" e "c". Fig.:3.2



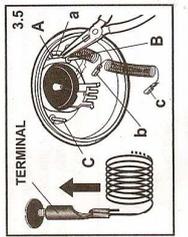
- 3.3 - Use somente resistências genuínas. Para utilização adequada, verifique de acordo com a tensão e potência do seu produto, qual o disjuntor e a seção do condutor indicados na tabela abaixo.

TENSÃO (V)	POTÊNCIA (Watts)	DISJUNTOR (Ampères)	SEÇÃO DO CONDUTOR (mm² (I))
127	3200	30	4
127	4500	40	6
127	5500	50	10
220	3200	20	2,5
220	4500	25	4
220	5500	30	4
127	4500	40	6
220	5500	30	4

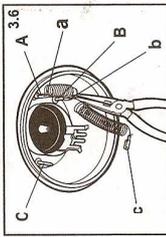
Para distância acima de 30m, utilizar condutores de maior seção.



3.4 - Identifique a posição dos pinos "A", "B" e "C" no corpo do produto. Fig.:3.4



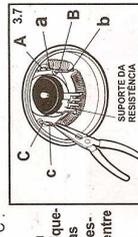
3.5 - Encaixe completamente o terminal "a" no pino "A" com o auxílio de um alicate de bico. Fig.:3.5



3.6 - Encaixe completamente o terminal "b" no pino "B".

**ATENÇÃO:** Certifique-se de ter colocado corretamente o terminal "b" no pino "B" e não no pino "C", para não queimar a resistência do produto. Fig.:3.6.

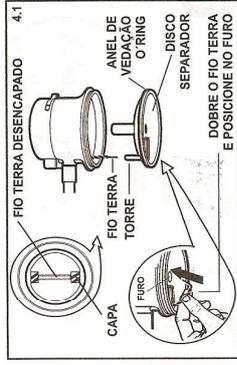
3.7 - Acomode a parte maior da resistência no alojamento do suporte da resistência e encaixe completamente o terminal "c" no pino "C".



Após completada a substituição, certifique-se de que as espiras da resistência não estejam encostadas entre si e no corpo do produto. Fig.:3.7

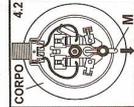
### 4 - MONTAGEM

- 4.1 - Releque as peças na ordem inversa de retrada. Recoloque o disco separador, lubrifique o anel de vedação o ring com óleo vegetal (de cozinha) e certifique-se de que o mesmo esteja posicionado corretamente no alojamento, e que o fio terra esteja centralizado no furo da torre. Dobre o fio e posicione-o no furo central do disco separador. Certifique-se de que o fio terra esteja desencapado na entrada de água do produto. Fig.:4.1

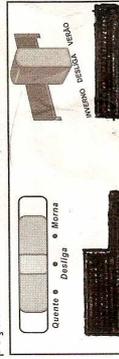


**IMPORTANTE:** Antes de fixar a capa no corpo da ducha

é necessário que a peça "M" fique posicionada para frente. Na capa, posicione a tecla seletora de temperaturas na posição desliga. Termine a montagem cobrindo as peças na ordem inversa de retrada. Fig.:4.2



Na capa, posicione a tecla seletora de temperaturas na posição desliga (centralizando-a em seu curso) conforme figura abaixo. Termine a montagem colocando as peças na ordem inversa de retrada.



5.2 - Abra o registro e deixe correr água pelo produto por alguns minutos, para encher a câmara de água e evitar a queima da resistência.

- Verifique se há algum vazamento. Feche o registro.
- Ligue o disjuntor do quadro de distribuição de energia elétrica do circuito no qual está instalado o produto. Fig.:1



# PBE

O PBE É UM PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA DIVULGADO ATRAVÉS DE ETIQUETAS INFORMATIVAS!

ELAS NOS INFORMAM SOBRE A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE ALGUNS DOS PRINCIPAIS ELETRODOMÉSTICOS NACIONAIS!

O PRINCIPAL OBJETIVO DO PBE É ORIENTAR E MOTIVAR O CONSUMIDOR NA HORA DA ESCOLHA DE UM EQUIPAMENTO ELETRODOMÉSTICO...

...FORNECENDO INFORMAÇÕES SOBRE A EFICIÊNCIA DO CONSUMO DE ENERGIA DOS EQUIPAMENTOS!

MÃE! ESSE CONSUME MENOS!

DESSA MANEIRA, VOCÊ PODE AVALIAR MELHOR E COMPRAR O PRODUTO QUE CONSUME MENOS ENERGIA, DE FORMA MAIS EFICIENTE E COM MELHOR DESEMPENHO!

... EM OUTRAS PALAVRAS MAIS ECONOMIA NO SEU BOLSO!

1

CADA LINHA DE ELETRODOMÉSTICO POSSUI SUA PRÓPRIA ETIQUETA, MUITO PARECIDA COM ESTA AQUI AO LADO! O QUE MUDA SÃO AS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE CADA PRODUTO!

REPARE NA LETRA QUE INDICA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO PRODUTO! POR EXEMPLO, UM PRODUTO COM A ETIQUETA A É MAIS ECONÔMICO QUE UM COM A LETRA C!

ALÉM DISSO, TODA ETIQUETA TRAZ OUTRAS INFORMAÇÕES IMPORTANTES, QUE IRÃO AUXILIÁ-LO NA SUA DECISÃO DE COMPRA!

COMPARE! ÀS VEZES, UM PRODUTO MAIS BARATO TEM MENOR EFICIÊNCIA ENERGÉTICA...

...E PODE SAIR MAIS CARO, POIS SUA CONTA DE LUZ SERÁ SEMPRE MAIOR!

CONHEÇA AGORA OS SELOS DO PROCEL!

3

## EXEMPLO DE MODELO DE ETIQUETA - FOGÃO A GÁS

<b>Energia (Gás)</b>		<b>FOGÃO A GÁS</b>
Fabricante	ABCDEF	
Marca	XYZ(Logo)	
Modelo		IPQR
Tipo de Gás		GLP
<b>QUEIMADORES DA MESA</b>		
Mais eficiente		
		<b>A</b>
Menos eficiente		
<b>RENDIMENTO MÉDIO - %</b>		<b>61,5</b>
<b>FORNO</b>		
VOLUME INTERNO - litros		43,0
CONSUMO DE MANUTENÇÃO - kg/h		0,128
<b>Classificação quanto ao consumo</b>		<b>ABCDEF G</b>
A: mais econômico G: menos econômico		
Regulamento Específico Para Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia Linha de Fogões e Fornos a Gás - RESP/008-FOG Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o manual do aparelho. PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM-PBE		
IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR		

Etiqueta xxxyyz

2

ESTE É O PARA LÂMPADAS! A SIMPLES PRESENÇA DESSE SELO GARANTE A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO PRODUTO!

Exemplo de Selo - Lâmpadas Fluorescentes Compactas

E ESTE É O SELO DO PRÊMIO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO E USO RACIONAL DE ENERGIA, CONCEDIDO PELO PROCEL!

ELE ESTÁ PRESENTE SOMENTE NOS PRODUTOS CAMPEÕES NO CONSUMO REDUZIDO DE ENERGIA!

NA HORA DE ESCOLHER, DÊ PREFERÊNCIA AOS PRODUTOS COM AS ETIQUETAS DO PBE!

DECIDA COM CONSCIÊNCIA E AJUDE A PROMOVER UM FUTURO COM MAIS ENERGIA!!!

FIM

4

## ANEXO 3

### TABELAS DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA PARA DIFERENTES FABRICANTES DE CHUVEIROS ELÉTRICOS: INMETRO.



**INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO  
E QUALIDADE INDUSTRIAL**

**PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM**



TABELA DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA - CHUVEIROS ELÉTRICOS - Edição 03/2008

MARCA	FAMÍLIA	MODELO	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (W)	CONSUMO MENSAL MÁXIMO		CONSUMO MENSAL MÍNIMO	
					CONSUMO (kWh/mês)	ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA (°C)	CONSUMO (kWh/mês)	VAZÃO (l/min)
BOTEGA	DUCHA ELETRÔNICA	THERMO SYSTEM	127	5000	22,9	21,9	11,9	3,0
			220	6500	31,1	26,9	10,9	3,0
CARDAL	DUCHA	DUCHA S STANDARD	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
			220	5200	21,9	23,6	13,3	4,6
		220	6500	26,9	29,2	9,9	3,4	
		DUCHA S COMPACTA BR	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
			220	5200	21,9	23,6	13,3	4,6
		DUCHA S COMPACTA CR	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
			220	6500	26,9	29,2	9,9	3,4
		DUCHA S LUXO	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
			220	7600	31,8	33,8	9,9	3,4
		DUCHA S SUPER LUXO SD	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
			220	7600	31,8	33,8	9,9	3,4
		DUCHA S SUPER LUXO CD	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
			220	7600	31,8	33,8	9,9	3,4
		DUCHA S SUPER LUXO OD	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
			220	7600	31,8	33,8	9,9	3,4
		DUCHA S SUPER LUXO DO	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
	220		7600	31,8	33,8	9,9	3,4	
	DUCHA S SUPER LUXO AC	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0	
		220	7600	31,8	33,8	9,9	3,4	
	DUCHA CLASSICA BR	127	5500	23,6	24,9	9,3	3,0	
		220	7600	32,1	33,1	10,0	3,4	
	DUCHA CLASSICA CR	127	5500	23,6	24,9	9,3	3,0	
		220	7600	32,1	33,1	10,0	3,0	
	DUCHA CLASSICA CIDESEVIADOR BR	127	5500	22,8	24,1	9,1	3,0	
		220	7600	31,7	33,6	10,1	3,4	
	DUCHA CLASSICA CIDESEVIADOR CR	127	5500	22,8	24,1	9,1	3,0	
		220	7600	31,7	33,6	10,1	3,4	
	DUCHA ELETRÔNICA	DUCHA ELETRÔNICA BLINDADA	127	7800	34,3	34,6	17,9	3,0
			220	7800	34,3	34,6	17,9	3,0
		DUCHA POTENÇA BR	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
			220	7600	31,8	33,8	9,9	3,0
		DUCHA POTENÇA CR	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
220			7600	31,8	33,8	9,9	3,0	
DUCHA POTENÇA CIDESEVIADOR BR		127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0	
		220	7600	31,8	33,8	9,9	3,0	
DUCHA POTENÇA CIDESEVIADOR CR		127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0	
		220	7600	31,8	33,8	9,9	3,0	
DUCHA POTENÇA PRESSURIZADA BR		127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0	
		220	7600	31,8	33,8	9,9	3,0	
DUCHA POTENÇA PRESSURIZADA CIDESEVIADOR CR		127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0	
		220	7600	31,8	33,8	9,9	3,0	
DUCHA POTENÇA PRESSURIZADA CIDESEVIADOR BR		127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0	
		220	7600	31,8	33,8	9,9	3,0	
DUCHA POTENÇA PRESSURIZADA CIDESEVIADOR CR	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0		
	220	7600	31,8	33,8	9,9	3,0		
DUCHA FLORENZA	DUCHA FLORENZA BR	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0	
		220	7900	31,8	33,8	9,9	3,0	
	DUCHA FLORENZA CR	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0	
		220	7900	31,8	33,8	9,9	3,0	
	DUCHA FLORENZA CIDESEVIADOR BR	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0	
		220	7900	31,8	33,8	9,9	3,0	
DUCHA FLORENZA CIDESEVIADOR CR	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0		
	220	7900	31,8	33,8	9,9	3,0		
CORONA	DUCHA SS	DUCHA SS	127	5400	22,8	25,5	15,2	5,1
			220	4400	19,2	21,0	12,0	3,7
			220	5200	23,1	24,0	15,1	4,9
	BALLERINA	BALLERINA	127	5400	22,9	25,3	15,0	5,1
			220	4400	18,9	20,8	12,5	3,9
			220	5250	22,7	24,2	14,8	4,7
	CORONA II	JATO OBEDIENTE 4T	127	5400	22,8	25,4	15,2	5,1
			220	5500	28,5	30,1	9,3	3,1
			127	5400	22,9	25,4	15,1	5,1
	GORDUCHA	CORONA II - 4T	127	5400	23,1	23,7	15,4	5,0
			220	5400	22,7	25,2	15,1	5,0
			220	5400	22,5	24,3	15,0	5,1
GORDUCHA		GORDUCHA 4T	127	5400	22,7	25,2	15,1	5,0
			220	5800	25,1	26,8	15,9	5,3
			127	4000	16,9	19,0	11,0	3,5
GORDUCHA LIGHT	127	4000	17,0	19,1	11,1	3,8		
	220	4000	17,0	19,1	11,1	3,8		

NOTA: Procure sempre pelo fio terra. Este deve ter uma etiqueta com a seguinte frase: "Importante para sua segurança. Para evitar riscos de choques elétricos, o fio terra deste aparelho deve ser conectado a um sistema de aterramento".

Estes Produtos estão também de acordo com as Normas Brasileiras de Segurança

**"ESTES PRODUTOS TÊM SUA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA SUPERIOR A 95%"**

INMETRO - ÓRGÃO GERENCIADOR DA ETIQUETA DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA



IPT

- PROCEL - PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

- LABORATÓRIO DE ENSAIOS



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO  
E QUALIDADE INDUSTRIAL

PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM



TABELA DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA - CHUVEIROS ELÉTRICOS - Edição 03/2006

28/06/06

MARCA	FAMÍLIA	MODELO	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (W)	CONSUMO MENSAL MÁXIMO		CONSUMO MENSAL MÍNIMO	
					CONSUMO (kWh/mês)	ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA (°C)	CONSUMO (kWh/mês)	VAZÃO (l/min)
C O R O N A	4 ESTAÇÕES	DB 4 ESTAÇÕES C/TERMOSTATO (Color)	127	5500	24,2	25,1	15,0	4,9
			220	6500	26,4	28,0	10,1	3,4
	BANHO TOTAL	BANHO TOTAL	127	5500	24,3	24,8	14,9	4,9
			220	6500	27,9	28,0	10,7	3,4
	BOL	DUCHA BOL	127	4400	18,7	20,5	12,8	4,1
			127	5400	22,7	25,3	15,3	5,0
			220	4500	19,2	21,0	12,8	4,1
			220	5500	23,4	25,8	15,8	5,2
	MEGA BANHO	MEGA BANHO (Cromado)	127	5500	23,4	25,8	15,8	5,2
			220	7500	31,7	32,3	10,0	3,4
		MEGA BANHO (Cromado Pressurizado)	127	5500	23,5	25,8	15,7	5,2
			220	7500	31,8	32,3	10,1	3,4
		MEGA BANHO TIMER (Pressurizado)	127	5200	22,5	23,5	15,0	4,8
			220	7500	31,8	32,3	10,1	3,4
	MEGA BANHO (Color)	127	5500	23,4	25,8	15,8	5,2	
		220	7500	31,7	32,3	10,0	3,4	
	MEGA BANHO (Color Pressurizado)	127	5500	23,5	25,8	15,7	5,2	
		220	7500	31,8	32,3	10,1	3,4	
BANHÃO	BANHÃO	127	5500	23,4	23,6	15,3	4,6	
		220	6800	28,9	29,2	9,8	3,1	
DUCHI	CHUVEIRO	DUCHI	127	5000	20,6	21,0	13,7	3,7
			220	5000	20,9	20,8	13,3	4,1
ENERBRAS	CHUVEIRO	ENERDUCHA	127	3200	12,8	13,9	12,8	4,3
			127	4400	18,4	19,3	12,0	3,8
			127	5400	20,7	21,4	12,1	3,9
			220	3200	12,8	13,9	12,8	4,3
			220	4400	18,1	19,4	12,8	4,1
			220	5400	22,0	23,0	12,9	4,1
F A M E	ELETRÔNICO	BANHO MÁXIMO ELETRÔNICO COM PRESSURIZADOR	127	5400	23,5	22,0	11,0	3,0
			220	7000	30,1	30,0	11,1	3,0
	C H U V E I R O S	BANHO NOSSO (Cores: branca, grafite, cromado)	127	3000	12,0	13,0	8,1	3,0
			127	4800	21,2	20,0	14,7	4,4
			127	5200	23,2	22,0	14,7	4,4
			220	3000	12,6	14,0	8,5	3,0
			220	4800	21,4	20,0	14,7	4,4
			220	5400	24,2	24,0	14,6	4,4
		DUCHA JD	127	3000	12,0	13,0	8,1	3,0
			127	4800	21,5	20,0	14,5	4,4
			127	5200	23,2	22,0	14,7	4,4
			220	3000	12,6	14,0	8,5	3,0
	KIBANHO (Cores: branca, azul, bege, cinza, verde)	220	4800	20,9	22,0	14,1	4,4	
		220	5400	24,2	24,0	14,5	4,4	
		127	3000	12,9	14,0	8,9	3,0	
		127	4800	21,1	20,0	14,3	4,5	
		127	5200	23,1	22,0	14,4	4,5	
		220	3000	13,3	14,0	9,1	3,0	
220	4800	21,1	22,0	14,3	4,7			
220	5400	23,7	23,0	14,6	4,7			

NOTA: Procure sempre pelo  **fio terra**. Este deve ter uma etiqueta com a seguinte frase: **"Importante para sua segurança. Para evitar riscos de choques elétricos, o fio terra deste aparelho deve ser conectado a um sistema de aterramento"**. Estes Produtos estão também de acordo com as Normas Brasileiras de Segurança

**"ESTES PRODUTOS TÊM SUA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA SUPERIOR A 95%"**

INMETRO - ÓRGÃO GERENCIADOR DA ETIQUETA DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA



- PROCEL - PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

IPT

- LABORATÓRIO DE ENSAIOS



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO  
E QUALIDADE INDUSTRIAL

PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM

TABELA DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA - CHUVEIROS ELÉTRICOS - Edição 03/2006



28/06/06

MARCA	FAMÍLIA	MODELO	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (W)	3		CONSUMO MENSAL MÁXIMO		CONSUMO MENSAL MÍNIMO	
					CONSUMO (kWh/mês)	ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA (°C)	CONSUMO (kWh/mês)	VAZÃO (l/min)		
F A M E	C H U V E I R O S	SUPER DUCHA (Cores: branca, azul, bege, cinza, verde)	127	3000	13,1	13,0	6,8	3,0		
			127	4800	21,6	21,0	13,2	3,9		
			127	5200	23,0	22,0	14,7	4,5		
			220	3000	13,2	13,5	9,1	3,0		
			220	4800	21,4	21,0	13,4	4,0		
			220	5400	24,3	24,0	14,8	4,5		
		TRADICIONAL (Cores: branca, cromada)	127	3000	13,0	12,0	6,9	3,0		
			127	4800	21,9	20,0	14,7	4,5		
			127	5200	23,1	23,0	14,7	4,5		
			220	3000	13,2	13,0	9,2	3,0		
			220	4800	21,6	21,0	14,5	4,5		
			220	5400	24,3	24,0	14,5	4,5		
L O R E N Z E T I	ELETRÔNICOS	JET MASTER MULTITEMPERATURAS	127	5400	23,2	24,5	9,4	3,2		
			220	7500	32,4	33,6	9,9	3,1		
		JET TURBO MULTITEMPERATURAS	127	5400	24,0	25,2	9,8	3,1		
			220	7500	33,4	35,4	10,6	3,3		
		DUCHA BLINDADA ELETRÔNICA JET TURBO	127	5400	24,0	25,2	9,8	3,1		
			220	7500	33,4	35,4	10,6	3,3		
		DUCHA BLINDADA ELETRÔNICA JET MASTER	127	5400	24,0	25,2	9,8	3,1		
			220	7500	33,4	35,4	10,6	3,3		
		BLINDUCHA	127	5000	22,3	33,0	14,1	3,0		
			220	7500	33,0	34,1	17,6	3,0		
		FUTURA TURBO ELETRÔNICO	127	5400	23,5	25,3	9,6	3,0		
			220	7500	32,6	35,5	8,9	3,0		
	FUTURA MASTER ELETRÔNICO	127	5400	23,3	25,4	9,5	3,0			
		220	7500	32,5	35,6	8,9	3,0			
	T E M P E R A T U R A S	3	RELAX	127	4400	19,4	20,6	12,7	4,2	
				127	5400	22,7	23,9	13,4	4,6	
				220	4400	18,8	22,7	12,7	4,4	
				220	5400	23,1	25,0	14,0	4,8	
			MAXI BANHO	127	3200	14,0	14,8	8,8	3,0	
				127	4400	19,4	18,9	13,8	4,1	
		127		5400	23,1	23,2	14,1	4,4		
		220		3200	14,5	15,7	9,0	3,0		
		BELLO BANHO	220	4400	19,0	19,0	12,9	4,0		
			220	5400	23,6	23,2	14,0	4,3		
127			4400	19,1	20,9	12,6	4,3			
127			5400	23,6	25,9	13,7	4,6			
MAXI DUCHA	220	4400	19,1	21,0	12,8	4,4				
	220	5400	23,5	25,8	13,7	4,6				
	127	3200	14,5	15,2	8,9	3,0				
	127	4400	19,5	20,9	13,1	4,3				
	127	5400	23,9	25,6	13,9	4,6				
	220	3200	14,5	15,3	8,9	3,0				
MAXI DUCHA TURBO	220	4400	19,6	21,0	13,1	4,3				
	220	5400	24,1	25,7	14,1	4,6				
127	5500	23,9	25,6	13,9	4,6					
220	5500	24,1	25,7	14,1	4,6					

NOTA: Procure sempre pelo fio terra. Este deve ter uma etiqueta com a seguinte frase: "Importante para sua segurança. Para evitar riscos de choques elétricos, o fio terra deste aparelho deve ser conectado a um sistema de aterramento".

Estes Produtos estão também de acordo com as Normas Brasileiras de Segurança

**"ESTES PRODUTOS TÊM SUA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA SUPERIOR A 95%"**

INMETRO - ÓRGÃO GERENCIADOR DA ETIQUETA DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA



- PROCEL - PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

- LABORATÓRIO DE ENSAIOS



INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO  
E QUALIDADE INDUSTRIAL

PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM



TABELA DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA - CHUVEIROS ELÉTRICOS - Edição 03/2006

28/06/06

MARCA	FAMILIA	MODELO	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (W)	CONSUMO MENSAL MÁXIMO		CONSUMO MENSAL MÍNIMO	
					CONSUMO (kWh/mês)	ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA (°C)	CONSUMO (kWh/mês)	VAZÃO (l/min)
L O R E N Z E T I	4 TEMPERATURAS	LORENDUCHA	127	4400	19,1	21,0	13,6	4,5
			127	5400	23,7	25,9	10,5	3,5
			220	5400	23,5	25,7	10,5	3,5
			220	6400	27,8	30,5	11,1	3,7
		SUPER BANHO	127	5465	23,5	23,2	10,4	3,3
			220	6465	28,8	27,3	11,4	3,5
		DUCHA JET SET 4	127	4500	18,6	19,2	13,0	4,2
			127	5500	23,5	23,7	10,4	3,4
			220	5500	24,0	23,4	10,5	3,2
		TRADIÇÃO	220	6800	27,7	27,2	11,2	3,5
			127	4400	18,6	18,4	13,5	4,1
			127	5400	24,3	23,4	10,6	3,3
		JET MASTER 4 TEMPERATURAS	220	5400	25,4	23,6	10,7	3,2
			220	6400	28,3	27,1	10,9	3,5
			127	5400	23,5	25,3	9,6	3,2
		JET TURBO 4X4 TEMPERATURAS	220	7500	33,3	35,4	9,9	3,2
127	5400		23,7	25,1	9,7	3,2		
FUTURA MASTER MULTITEMPERATURAS	220	7500	33,8	36,4	9,9	3,2		
	127	5400	23,4	25,4	9,5	3,0		
FUTURA TURBO MULTITEMPERATURAS	220	7500	32,6	35,5	8,9	3,0		
	127	5400	23,4	25,4	9,5	3,0		
EVOLUTION TURBO	220	7500	32,6	35,5	8,9	3,0		
	127	5500	23,8	25,9	9,4	3,0		
EVOLUTION MASTER	220	7500	33,0	35,8	10,7	3,0		
	127	5500	23,6	25,6	9,4	3,0		
220	7500	32,8	35,6	10,7	3,0			
	220	7500	32,8	35,6	10,7	3,0		
L O U S A N O	DUCHA FORTE LOUSANO	DUCHA FORTE	127	4400	17,2	19,9	12,7	4,3
			127	5400	22,0	25,9	13,3	4,4
			220	4400	18,0	21,3	12,7	4,3
			220	5400	21,7	25,3	13,4	4,4
	DUCHA STILO LOUSANO	DUCHA STILO	127	4400	18,6	20,0	12,6	4,1
			127	5400	23,0	24,5	13,9	4,3
			220	4400	18,7	21,1	12,5	4,1
			220	5400	23,5	24,2	13,5	4,3
S I N T E X	NOVA DUCHA	NOVA DUCHA	127	4400	18,4	20,8	11,2	3,3
			127	4400	19,4	22,3	11,5	3,3
			220	5500	18,2	18,8	11,8	3,5
	ELETRÔNICA	DUCHA ELETRÔNICA	220	5500	21,1	22,0	11,9	3,8
			127	5400	23,4	25,3	10,2	3,5
			220	6500	26,6	27,6	9,6	3,5
ZAGONEL	DUCHA	MASTER	127	5200	22,5	21,6	8,3	3,2
			220	6600	29,4	29,2	9,9	3,2

NOTA: Procure sempre pelo **fio terra**. Este deve ter uma etiqueta com a seguinte frase: **"Importante para sua segurança. Para evitar riscos de choques elétricos, o fio terra deste aparelho deve ser conectado a um sistema de aterramento"**.

Estes Produtos estão também de acordo com as Normas Brasileiras de Segurança

**"ESTES PRODUTOS TÊM SUA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA SUPERIOR A 95%"**

INMETRO - ÓRGÃO GERENCIADOR DA ETIQUETA DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA



- PROCEL - PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

- LABORATÓRIO DE ENSAIOS

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)