

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**Eletrônica e cidadania: uma abordagem CTS
para o Ensino Médio**

PAULO RICARDO ALCÂNTARA GOULART

Porto Alegre
2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Eletrônica e cidadania: uma abordagem CTS para o Ensino Médio

PAULO RICARDO ALCÂNTARA GOULART

Dissertação realizada sob a orientação dos Professores **Flávia Maria Teixeira dos Santos** e **Marco Antonio Moreira**, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Porto Alegre
2008

AGRADECIMENTOS

À Deus pelas oportunidades concedidas até hoje.

Aos professores Flávia Maria Teixeira dos Santos e Marco Antonio Moreira pela dedicação, apoio e incentivo na orientação.

Aos professores do Mestrado Profissional em Ensino de Física, pelos ensinamentos que oportunizaram.

Aos meus pais Déa Maria de Oliveira Alcântara e Antonio Paulo Duarte Goulart, pela educação que me proporcionaram.

À minha namorada Rosiméri da Silva Fraga pela compreensão, incentivo e carinho.

Aos alunos que participaram do trabalho, pelos momentos agradáveis ao longo da implementação da proposta.

A todos que assumiram minhas tarefas, no CEFET de Pelotas, durante meu afastamento.

Ao engenheiro Mauro Finn pelo apoio e dedicação empreendidos durante a pesquisa.

Aos meus parentes e amigos pelo incentivo no desenvolvimento deste trabalho.

A todos que de alguma maneira contribuíram para que eu pudesse realizar esta dissertação.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	
CONTEXTO EDUCACIONAL BRASILEIRO DO ENSINO DE FÍSICA.....	1
1.1. Resultados das avaliações de alunos quanto a conhecimentos em Ciências, Matemática e Língua Portuguesa no Brasil.....	1
1.2. As dificuldades de introdução da Física Moderna no ensino de Física no Brasil.....	8
CAPÍTULO 2	
ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE – CTS.....	13
2.1. Abordagem CTS como uma concepção alternativa e progressista para a prática do ensino de Física no Brasil e no mundo.....	13
2.2. História.....	15
2.3. Concepção da abordagem CTS.....	18
2.4. Algumas experiências de abordagem CTS.....	18
CAPÍTULO 3	
MOMENTOS PEDAGÓGICOS: UMA ABORDAGEM DE TRATAMENTO DE CONCEITOS FÍSICOS.....	21
3.1. Momentos Pedagógicos.....	26
CAPÍTULO 4	
TEMA GERADOR: SEGURANÇA E CERCAS ELÉTRICAS.....	28
CAPÍTULO 5	
DESCRIÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA E IMPLEMENTAÇÃO.....	32
CAPÍTULO 6	
CONTEXTO DE IMPLEMENTAÇÃO DA UNIDADE TEMÁTICA NA ESCOLA, POSSIBILIDADES E DIFICULDADES.....	37
CAPÍTULO 7	
APRESENTAÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL E DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA.....	41
7.1. Material Instrucional	41
7.2. Planejamento e desenvolvimento didático.....	47
CAPÍTULO 8	
APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS REFERENTES AOS QUESTIONÁRIOS INICIAL E FINAL.....	62
8.1. Resultados e análises do questionário diagnóstico.....	62
8.2. Relação entre os instrumentos aplicados antes da implementação,	

o material instrucional elaborado e a implementação da Unidade Temática.....	76
8.3. Resultados e análises do questionário final.....	79
8.4. Comparação entre os questionários inicial e final.....	90
CAPÍTULO 9	
CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS.....	100
REFERÊNCIAS.....	103
APÊNDICES	109
Apêndice 1 – CD-ROM.....	110
Apêndice 2 – Questionário inicial.....	112
Apêndice 3 – Questionário final.....	115

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1- Médias dos participantes do ENEM desde sua implantação. M.O.: Média da parte objetiva. M.R.: Média da redação.....	1
Tabela 2- Médias dos participantes no RS e no município de Pelotas com correção de participação.....	2
Tabela 3- Médias dos participantes que realizaram a prova do ENEM, vinculados ao CEFET de Pelotas, sem e com correção de participação.....	3
Tabela 4- Médias de proficiência em Língua Portuguesa, Brasil, 1995- 2005.....	4
Tabela 5- Médias de proficiência em Matemática, Brasil, 1995-2005.....	4
Tabela 6- Resultados brasileiros no PISA em Leitura, Ciências e Matemática nos anos 2003 e 2006.....	6
Tabela 7- Escores de cada aluno que respondeu à primeira seção dos questionários inicial e final relativamente à abordagem CTS. O escore máximo nessa seção seria 25.....	92
Tabela 8- Escores de cada aluno que respondeu à primeira seção dos questionários inicial e final relativamente à Epistemologia da Ciência. O escore máximo nessa seção seria 15.....	93
Quadro 1 - Planejamento e desenvolvimento didático.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Foto com vista frontal do Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas.....	37
Figura 2- Foto do calçadão da cidade de Pelotas.....	38
Figura 3- Foto da sala ambiente de Física e Matemática do Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas.....	39
Figura 4- Tela inicial de acesso aos elementos disponíveis no CD-ROM...	41
Figura 5- Textos didáticos e atividades	42
Figura 6- Signos que identificam tarefas e possibilidades contidas nos textos didáticos.....	43
Figura 7 - Cerca elétrica didática.....	44
Figura 8- Guias de Experimentos.....	45
Figura 9- Animações Interativas.....	46
Figura 10- Atividades-extra.....	47

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 1. <i>Decisões sobre a regulamentação das cercas elétricas devem ficar somente com políticos e empresários do setor.....</i>	63
GRÁFICO 2- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 2. <i>Qualquer avanço na área da Ciência e Tecnologia tem o objetivo de melhorar o bem-estar da população.....</i>	64
GRÁFICO 3- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 3. <i>Decisões envolvendo assuntos sobre Ciência e Tecnologia devem ficar apenas com cientistas, engenheiros e políticos.....</i>	64
GRÁFICO 4- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 4. <i>Tópicos envolvendo Cidadania devem fazer parte apenas do Ensino de Ciências Humanas, em disciplinas como Geografia e História....</i>	65
GRÁFICO 5- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 5. <i>O conhecimento científico até aqui concebido possui como característica ser verdadeiro e imutável.....</i>	65
GRÁFICO 6- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 6. <i>O método científico é o meio pelo qual se constrói o conhecimento científico.....</i>	66
GRÁFICO 7- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 7. <i>O conhecimento científico que se origina da experimentação é confiável e objetivo, afinal é provado.....</i>	67
GRÁFICO 8- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 8. <i>Temas sociais contemporâneos só devem ser tratados pelo Ensino de Ciências Humanas.....</i>	67
GRÁFICO 9- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 1, no questionário final. <i>Apenas políticos e empresários do ramo da segurança devem ter o poder de decisão sobre a regulamentação das cercas elétricas.....</i>	81
GRÁFICO 10- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 2 do questionário final. <i>O desenvolvimento da Ciência e Tecnologia acompanhados ao desenvolvimento da Economia leva necessariamente ao bem-estar da população.....</i>	81

GRÁFICO 11- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 3 no questionário final. <i>Somente engenheiros, cientistas e políticos devem ter o poder de decisão sobre assuntos relacionados à Ciência e Tecnologia.....</i>	82
GRÁFICO 12- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 4 no questionário final. <i>Assuntos relacionados à Cidadania estão relacionados somente às disciplinas das Ciências Humanas como Sociologia e História.....</i>	82
GRÁFICO 13- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 5 no questionário final. <i>A Ciência construída até o momento tem a característica de ser verdadeira e para sempre válida.....</i>	83
GRÁFICO 14- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 6 no questionário final. <i>A produção do conhecimento científico segue necessariamente a seqüência: observação dos fenômenos, elaboração das hipóteses, comprovação experimental e elaboração de Princípios e Leis.....</i>	84
GRÁFICO 15- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 7 no questionário final. <i>Em virtude da obtenção de provas, a Ciência que é concebida a partir da experimentação é objetiva e confiável.....</i>	84
GRÁFICO 16- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 8 do questionário final. <i>Assuntos relacionados à nossa sociedade não se relacionam em hipótese alguma a disciplinas da área de Ciências da Natureza como Química e Física.....</i>	85
GRÁFICO 17- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 1 dos questionários inicial e final. 1- <i>Decisões sobre a regulamentação das cercas elétricas devem ficar somente com políticos e empresários do setor. 2- Apenas políticos e empresários do ramo da segurança devem ter o poder de decisão sobre a regulamentação das cercas elétricas.....</i>	94
GRÁFICO 18- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 2 dos questionários inicial e final. 1- <i>Qualquer avanço na área da Ciência e Tecnologia tem o objetivo de melhorar o bem-estar da</i>	

<i>população. 2- O desenvolvimento da Ciência e Tecnologia acompanhados ao desenvolvimento da Economia leva necessariamente ao bem-estar da população.....</i>	95
GRÁFICO 19- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 3 dos dois questionários inicial e final. 1- <i>Decisões envolvendo assuntos sobre Ciência e Tecnologia devem ficar apenas com cientistas, engenheiros e políticos. 2- Somente engenheiros, cientistas e políticos devem ter o poder de decisão sobre assuntos relacionados à Ciência e Tecnologia.....</i>	95
GRÁFICO 20- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 4 dos dois questionários inicial e final. 1- <i>Tópicos envolvendo Cidadania devem fazer parte apenas do Ensino de Ciências Humanas, em disciplinas como Geografia e História. 2- Assuntos relacionados à Cidadania estão relacionados somente às disciplinas das Ciências Humanas como Sociologia e História.....</i>	96
GRÁFICO 21- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 5 dos dois questionários inicial e final. 1- <i>O conhecimento científico até aqui concebido possui como característica ser verdadeiro e imutável. 2- A Ciência construída até o momento tem a característica de ser verdadeira e para sempre válida.....</i>	96
GRÁFICO 22- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 6 dos dois questionários inicial e final. 1- <i>O método científico é o meio pelo qual se constrói o conhecimento científico. 2- A produção do conhecimento científico segue necessariamente a seqüência: observação dos fenômenos, elaboração das hipóteses, comprovação experimental e elaboração de Princípios e Leis.....</i>	97
GRÁFICO 23- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 7 dos dois questionários inicial e final. 1- <i>O conhecimento científico que se origina da experimentação é confiável e objetivo, afinal é provado. 2- Em virtude da obtenção de provas, a Ciência que é concebida a partir da experimentação é objetiva e confiável.....</i>	97
GRÁFICO 24- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 8 dos dois questionários inicial e final. 1- <i>Temas sociais</i>	

contemporâneos só devem ser tratados pelo Ensino de Ciências Humanas.

2- Assuntos relacionados à nossa sociedade não se relacionam em hipótese alguma a disciplinas da área de Ciências da Natureza como Química e Física.....

RESUMO

O presente estudo relata o planejamento e a implementação de uma Unidade Temática aplicada no Ensino de Física em uma turma do Ensino Médio do Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas - CEFET-RS. Metodologicamente esse estudo está inserido na abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e nos chamados momentos pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1991). A abordagem CTS tem se revelado um importante referencial na disseminação de conhecimentos científicos na sociedade e defende que todos os cidadãos têm iguais direitos na tomada de decisão envolvendo assuntos relacionados à Ciência e Tecnologia. A implementação da Unidade Temática foi baseada nos momentos pedagógicos: Problematização inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento. A temática “Cercas Energizadas” foi escolhida considerando-se os pressupostos da abordagem CTS e a necessidade de discutir a problemática associada ao projeto e instalação de cercas elétricas no município de Pelotas. Na implementação do trabalho, problematiza-se situações, fenômenos (ou temas) que tenham significado para os estudantes. Na organização do conhecimento, parte-se do fenômeno, chega-se aos conceitos estruturantes e depois aos conceitos específicos. Na aplicação do conhecimento, os conceitos específicos encontram uso na situação original e são extrapolados para outras situações. O material instrucional elaborado é constituído por uma cerca elétrica didática, um texto didático, atividades, guias de experimentos com vídeos, animações interativas e atividades-extra visando um aprofundamento no tema. Neste trabalho verificou-se que os alunos apóiam a inserção de temas sociais vinculados a aulas de Física e concordam que as decisões sobre assuntos vinculados à Ciência e Tecnologia devem ser amplamente debatidos na sociedade. A análise dos dados mostrou que grande parte dos alunos alterou suas concepções a respeito das interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Ao mesmo tempo, praticamente todos os alunos demonstraram uma melhora no rendimento relacionada às explicações sobre o princípio de funcionamento das cercas elétricas e interpretações sobre as leis e normas que regulamentam o assunto. A aprendizagem verificada e a receptividade dos alunos ao interagir com o conjunto de animações interativas desenvolvidas especialmente para este trabalho, e com os Guias de Experimentos, fazem destes dois recursos importantes alternativas para serem desenvolvidas, pesquisadas e implementadas no Ensino de Física.

ABSTRACT

This study reports the planning and the implementation of a physics teaching's thematic unit with a secondary level class of the Federal Center of Technological Education of Pelotas – CEFET-RS. The study uses a methodology based on the principles of Science, Technology and Society (STS) and in pedagogical moments (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1991). The STS approach has revealed itself as an important reference in the spread of scientific knowledge in society and argues that all citizens have equal rights in decision making involving issues related to science and technology. The implementation of the unit was based on the following pedagogical moments: initial problematization, knowledge organization, and knowledge application. The theme “energized fences” was chosen considering the assumptions of STS approach and the need to discuss the matters associated to the project and installation of electric fences in the city of Pelotas. In the implementation of the study, situations, phenomena (or themes) which have meaning to the students are problematized. In the organization of the knowledge, we set off from the phenomena, come to the structuring concepts, and then to the specific concepts. In the application of the knowledge, the specific concepts find use in the original situation and are extended to other structures. The instructional material designed is constituted by a didactic electric fence, a didactic text, activities, experiment guides with videos, interactive animations, and extra activities, aiming at theme deepening the discourse of the theme. In this study, we observed that the students support the insertion of social themes linked to physics classes and agree that decisions on issues associated to science and technology should be broadly discussed in society. The data analysis showed that a great part of the students changed their conceptions concerning interactions between science, technology and society. At the same time, almost all students showed improvement in their performances related to the explanations about the functioning principle of electric fences and to the interpretations about the laws and norms which regulate the matter. The obtained learning and the receptivity of the students as they interacted with the set of interactive animations specially designed for the study and with the experiment guides, make, in the author's view, of these two resources important alternatives to be developed, researched and implemented in physics teaching.

CAPÍTULO 1

CONTEXTO EDUCACIONAL BRASILEIRO DO ENSINO DE FÍSICA

1.1 - Resultados das avaliações de alunos quanto a conhecimentos em Ciências, Matemática e Língua Portuguesa no Brasil.

Embora não exista um único dado quantitativo oficial que revele a aprendizagem dos alunos da Educação Básica, estes são submetidos a várias avaliações, nacionais ou internacionais, que têm como principal objetivo fornecerem indicadores da qualidade desta Educação. Dentre os principais exames aplicados em território nacional podemos citar o ENEM, o SAEB e o PISA.

O ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) é, desde 1998, anualmente oferecido aos estudantes que estão concluindo ou já concluíram o Ensino Médio. De acordo com o INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), a característica principal da prova é a presença de questões interdisciplinares e contextualizadas envolvendo situações-problema, que requerem do estudante não apenas o conhecimento dos conceitos, mas também aplicá-los adequadamente a diferentes contextos. Este talvez seja o instrumento que oferece informações mais relevantes para este trabalho de dissertação.

Na Tabela 1 podemos observar as notas médias dos participantes no ENEM, tanto na seção de questões objetivas quanto na redação, desde 1998, ano em que esta prova foi criada pelo INEP. Cada nota pertence a uma escala de 0 a 100.

Tabela 1. Médias dos participantes do ENEM desde sua implantação. M.O.: Média da parte objetiva. M.R.: Média da redação. Fonte <http://www.inep.gov.br>

MÉDIAS GLOBAIS DOS PARTICIPANTES DO ENEM									
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
M.O.	40,0	51,93	51,85	40,56	34,13	49,55	45,58	39,41	36,80
M.R.	46,0	50,37	60,87	52,58	54,31	55,36	48,95	55,96	52,06

No ano de 2006, 2.783.001 estudantes participaram do ENEM que foi aplicado nas 27 Unidades da Federação. Nessa oportunidade, como consta na Tabela 1, considerando uma medida graduada de 0 a 100, a média geral dos estudantes na parte objetiva do exame foi de 36,80, enquanto na redação a média geral foi de 52,06. Nesse mesmo ano, enquanto a média geral dos concluintes do ensino médio na parte objetiva foi de 35,52 e na redação foi de 50,72, os egressos (aqueles que concluíram o ensino médio em anos anteriores) alcançaram média de 38,14 na prova objetiva e 53,40 na redação.

Na Tabela 2 é possível verificarmos as notas dos alunos na prova do ENEM especificamente para o estado do Rio Grande do Sul e para a cidade de Pelotas. Como nem todos os estudantes de uma escola participam da prova do ENEM é utilizado um recurso estatístico (INEP, 2008) para simular a nota que seria alcançada pela escola se todos seus alunos tivessem participado da prova.

Tabela 2: Médias dos participantes no RS e no município de Pelotas com correção de participação. Fonte: <http://www.inep.gov.br>

MÉDIAS		
	UF: RS	PELOTAS
Média da prova objetiva usando método de correção	37,882	38,828
Média total (redação e prova objetiva) usando método de correção	47,095	46,575

As médias referentes aos participantes do ENEM vinculados ao CEFET (Centro Federal de Educação Tecnológica) de Pelotas podem ser observadas na Tabela 3.

O SAEB (Sistema de Avaliação da Educação Básica) é composto pela ANEB (Avaliação Nacional da Educação Básica) e pela ANRESC (Avaliação Nacional do Rendimento Escolar). Foi criado em 1988, e desde 1990 é bianual com o objetivo de avaliar o desempenho de uma amostra de alunos nas 27 Unidades da República Federativa do Brasil. Hoje participam estudantes da 4ª e 8ª séries do Ensino Fundamental, além da 3ª série do Ensino Médio.

Nas divulgações governamentais, a ANEB é denominada SAEB e é implementada com a utilização de amostragem das Redes de Ensino. Já a ANRESC é

chamada em suas divulgações de Prova Brasil e tem como característica ser mais detalhada e extensa do que a ANEB. Conforme o INEP, órgão que desenvolveu o SAEB, um dos objetivos deste sistema é “oferecer subsídios para a formulação, reformulação e monitoramento de políticas públicas, contribuindo, dessa maneira, para a ampliação da qualidade do ensino brasileiro” (INEP, 2007).

Tabela 3: Médias dos participantes que realizaram a prova do ENEM vinculados ao CEFET de Pelotas, sem e com correção de participação.

Fonte: <http://www.inep.gov.br>

ESCOLA: CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE PELOTAS			
MÉDIAS		MÉDIAS COM CORREÇÃO DE PARTICIPAÇÃO	
Média da prova objetiva	Média da redação e prova objetiva	Média da prova objetiva	Média da redação e prova objetiva
53,16	56,91	52,41	56,38

O INEP recebe o apoio das Secretarias de Educação dos Municípios e Estados para a aplicação do processo composto por questionários (para averiguar o contexto social, cultural e econômico, além da trajetória da escolarização do estudante) e testes que envolvem a Língua Portuguesa (com prioridade na leitura) e a Matemática (com prioridade na resolução de problemas). Convém salientar que a participação no SAEB também é voluntária, assim como o é a participação no ENEM.

As médias do SAEB são obtidas e divulgadas em uma escala de proficiência, situando-se em um intervalo entre 0 e 500. Sabendo-se o valor associado à média em uma determinada disciplina permite-nos interpretar a situação do participante, inferindo que habilidades e competências o estudante foi capaz de desenvolver na sua trajetória escolar até então.

As Tabelas 4 e 5 trazem a média de proficiência nas disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática, no Brasil, entre os anos de 1995 à 2005, para a 4^a e 8^a séries do Ensino Fundamental e 3^a série do Ensino Médio.

Outro indicador que vem sendo implementado no Brasil são as avaliações do PISA (Programa Internacional de Avaliação de Alunos). Cada país que participa tem uma coordenação nacional. Enquanto no Brasil este programa é coordenado pelo INEP,

Tabela 4: Médias de proficiência em Língua Portuguesa, Brasil, 1995-2005Fonte: <http://www.inep.gov.br>

ANO SÉRIE	1995	1997	1999	2001	2003	2005
4ª série do E.F.	188,3	186,5	170,7	165,1	169,4	172,3
8ª série do E.F.	256,1	250,0	232,9	235,2	232,0	231,9
3ª série do E.M.	290,0	283,9	266,6	262,3	266,7	257,6

Tabela 5: Médias de proficiência em Matemática, Brasil, 1995-2005Fonte: <http://www.inep.gov.br>

ANO SÉRIE	1995	1997	1999	2001	2003	2005
4ª série do E.F.	190,6	190,8	181,0	176,3	177,1	182,4
8ª série do E.F.	253,2	250,0	246,4	243,4	245,0	239,5
3ª série do E.M.	281,9	288,7	280,3	276,7	278,7	271,3

na esfera internacional ele é coordenado e desenvolvido pela OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico).

Esta Organização foi criada em 1961, tem sede em Paris e é composta por 30 países membros. Entre eles estão os Estados Unidos, o Japão, a Espanha, França, Itália e

Inglaterra. O Brasil não é membro, participa como um convidado. A OCDE provê dados estatísticos, econômicos e sociais com ênfase em emprego, educação e bem-estar social, economia, ambiente e desenvolvimento sustentável, finanças, governo e inovação. Seus pesquisadores publicam mais de 150 títulos por ano.

As avaliações trienais do PISA são formadas por provas e questionários e abrangem 3 áreas: Ciências, Leitura e Matemática. Em cada ano de implementação há o foco principal em uma das áreas. No ano de 2000 a ênfase da avaliação foi na Leitura, em 2003 o foco foi na Matemática, e em 2006 a área principal foi Ciências.

De acordo com o INEP,

“O PISA é um programa internacional de avaliação comparada, cuja principal finalidade é produzir indicadores sobre a efetividade dos sistemas educacionais, avaliando o desempenho de alunos na faixa dos 15 anos, idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países.” (INEP, 2007)

No ano de 2000 houve a participação de 32 países no PISA. A média geral em Leitura dos participantes, em uma escala de 0 até 800, foi: **Finlândia (546 pontos)**, Canadá (534), Holanda (532), Nova Zelândia (529), Austrália (528), Irlanda (527), Coréia do Sul (525), Reino Unido (523), Japão (522), Suécia (516), Áustria (507), Bélgica (507), Islândia (507), Noruega (505), França (505) , Estados Unidos (504), Dinamarca (497), Suíça (494), Espanha (493), República Tcheca (492), Itália (487), Alemanha (484), Liechtenstein (483), Hungria (480), Polônia (479), Grécia (474), Portugal (470), Federação Russa (462), Letônia (458), Luxemburgo (441), México (422), **Brasil (396 pontos)**.

Considerando este resultado e os intervalos de confiança utilizados na implementação da avaliação pode-se afirmar que o pior desempenho médio considerando a Leitura foi o do Brasil e o melhor foi o da Finlândia. Isto significa que grande parte dos participantes brasileiros não compreende ou compreende muito pouco daquilo que lêem, ou seja, não desenvolveram a habilidade de interpretação durante a passagem por sua vida escolar. Convém salientar a importância deste tipo de habilidade ser trabalhada no currículo em todas as disciplinas.

Em 2003, 41 países participaram do PISA. A melhor performance (média geral) na Matemática, considerando todos os países participantes foi Hong Kong (550 pontos), depois vem a Finlândia (544).

Apesar dos péssimos resultados do Brasil nas duas edições da avaliação é possível detectar alguns avanços nos resultados brasileiros de 2000 para 2003. Observe-se a Tabela 6.

Tabela 6: Resultados brasileiros no PISA em Leitura, Ciências e Matemática nos anos 2003 e 2006 . Fonte: <http://www.inep.gov.br>

	Escala Geral em Leitura	Escala Geral em Ciências	Escala Geral de Matemática			
			Espaço e forma	Mudança e relação	Quantidade	Incerteza
2000	396	375	300	252	Não avaliada	Não avaliada
2003	403	390	350 (Abaixo do nível 1)	333 (Abaixo do nível 1)	360 (Nível 1)	377 (Nível 1)

As escalas gerais de Leitura, Ciências e Matemática representam uma escala das habilidades e conhecimentos que formam sub-escalas, distribuídas em 5 níveis de proficiência. O nível 1 é o mais elementar para cada área.

Por mais que possamos questionar a validade ou metodologia de exames nacionais do SAEB e ENEM, além de outros internacionais como o PISA, os péssimos resultados em Ciências e Matemática da maioria de nossos alunos indicam que muito ainda precisa ser feito, precisamos preparar melhor nossos estudantes nessas áreas. Os resultados mostram que nossos estudantes não estão aprendendo Ciências, Matemática e Leitura. Ao refletir sobre o ensino de Ciências, particularmente o de Física, que prevalece nas escolas hoje no Brasil, nos parece que:

- a) geralmente ainda trabalha-se com currículos fragmentados que tendem a privilegiar um saber atemporal, fragmentado e a-histórico;
- b) em muitas escolas ainda predominam aulas expositivas segundo um modelo de “transmissão de conhecimento”, baseadas no livro de texto (ou apostila) e na oralidade;

- c) na maioria das escolas não há uma crítica sobre a universalidade e neutralidade aparentes que compõem conteúdos e a linguagem presentes nas aulas;
- d) nesta concepção de educação o professor é quem sabe, os estudantes os que nada sabem;
- e) há muitas vezes ênfase nas certezas, como se aquilo que pudesse ser provado cientificamente fosse a única verdade, universal e eternamente válida;
- f) trabalha-se em grande parte das escolas um corpo de conhecimento construído no máximo até o século XIX.

Todos estes fatores podem levar o educando à desmotivação e a uma aversão aos assuntos trabalhados em aula. Os resultados dos testes mostram também o quanto o ensino puramente tradicional encontra-se fracassado. Convém então que busquemos, de forma investigativa, alternativas coerentes, pois soluções baseadas no “achismo” certamente não nos levarão aos resultados que almejamos. Segundo Menezes (*apud* Ivanisevich, 2003, p.29)

“Não dá para tentar mudar a Educação na base do improviso, do jeitinho ou do sacrifício. Temos que dar um real salto de qualidade, que implica reformular objetivos e métodos, não só no papel, mas mobilizando a comunidade escolar.”

Contrapondo-se ao ensino tradicional, precisamos entender que:

- a) se nossos currículos continuarem fragmentados, compartimentados entre as Ciências, teremos mais dificuldade de estabelecer a interdisciplinaridade, que é tão importante para ajudar nossos jovens a compreender situações do dia-a-dia.
- b) precisamos dialogar mais com nossos alunos, abrir espaços em aula para que possam também aprender com os colegas e incentivar a investigação nos recursos que dispõem: livros, *internet*, revistas, jornais;
- c) não basta que destaquemos a investigação se não despertarmos nos alunos o senso criativo e crítico para que possam questionar as informações que recebem da TV, por exemplo, ou que lêem em revistas de divulgação científica.
- d) devemos respeitar os saberes dos estudantes, considerar a visão de mundo que já possuem. Assim ficará mais fácil escolher a estratégia mais adequada para ajudar-lhes a construir seu conhecimento científico em aula.

- e) precisamos buscar construir com os alunos, a todo momento, a idéia de que a Ciência não possui “*a Verdade*”, mas verdades que estão em transformação. Isto deve ser revelado através da prática pedagógica diária.
- f) devemos buscar trabalhar com os alunos, na medida do possível, temas relacionados à Física Moderna e Contemporânea, que realmente tenham significado para o dia-a-dia de nossos estudantes.

Reforçando o que foi mencionado acima, com relação à Física que deve ser abordada com os estudantes, os Parâmetros Curriculares Nacionais afirmam o seguinte:

“É preciso discutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada. (...) Apresentar, (...) uma Física cujo significado o aluno possa perceber no momento em que aprende, e não em um momento posterior ao aprendizado. (PCN, 1998, p.23)”

1.2 As dificuldades de introdução da Física Moderna no ensino de Física no Brasil.

Define-se a Física Clássica como aquela compreendida entre a Física desenvolvida por Newton e o Eletromagnetismo Clássico. Na realidade, é aquela que hoje preenche a maior parte dos conteúdos curriculares do ensino médio em todo o Brasil. Enquanto a Física Moderna é aquela construída entre o final do século XIX e meados dos anos 40 do século XX. Segundo Ostermann e Moreira (2000), a Física Contemporânea é aquela desenvolvida, aproximadamente, após os anos 40 até os dias de hoje.

Enquanto nosso cotidiano está repleto das mais variadas novidades vinculadas à tecnologia da informação, alicerçadas na óptica-eletrônica, desenvolvida pelo estudo dos diodos, transistores, lasers e fibras ópticas. Verificamos que o corpo de conhecimento em Física construído a partir do final do século XIX ainda não é uma realidade nos currículos e salas de aula do ensino médio brasileiro.

Percebe-se hoje a facilidade com que os estudantes são capazes de aprender a utilizar celulares e microcomputadores, “baixando toques de celular” via *internet*, utilizando *MSN*, e *orkut*. Mas se perguntados sobre o funcionamento destes dispositivos, sobre o que há dentro deles, o que é um *chip*, ou qual é a função dos transistores em circuitos, provavelmente muitos respondam que nunca ouviram falar sobre isso em sala

de aula. Eles lidam facilmente com dispositivos que eles não têm a mínima idéia como funcionam.

De acordo com Ostermann e Moreira (2000), a urgência da atualização do currículo de Física do Ensino Médio com a inserção de assuntos da Física Moderna e Contemporânea tem como justificativa despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a Física como empreendimento humano; possibilitar o contato dos jovens com idéias que mudaram totalmente a Ciência no século XX, além de motivá-los para a carreira científica profissional, atuando como professores e pesquisadores.

Conforme Pinto e Zanetic (1999, p.7)

“É preciso transformar o ensino de Física tradicionalmente oferecido por nossas escolas em um ensino que contemple o desenvolvimento da Física Moderna, não como uma mera curiosidade, mas como uma Física que surge para explicar fenômenos que a Física Clássica não explica, constituindo uma nova visão de mundo. Uma Física que hoje é responsável pelo atendimento de novas necessidades que surgem a cada dia, tornando-se cada vez mais básicas para o homem contemporâneo, um conjunto de conhecimentos que extrapola os limites da ciência e da tecnologia, influenciando outras formas do saber humano.”

Mesmo com as justificativas mencionadas anteriormente surgem dificuldades e alguns argumentos que parecem contribuir para que as mudanças tão esperadas não se concretizem, e muitas das pesquisas até então realizadas sinalizando caminhos não saiam do papel.

Um dos argumentos é de que os tópicos relacionados à Física Moderna e Contemporânea (FMC) possuem um formalismo matemático profundo que obrigatoriamente deve ser utilizado. Outra idéia é de que os conceitos vinculados a eles são muito abstratos e difíceis de serem compreendidos. Ainda há quem mencione que a grade curricular já está extensa demais com os conteúdos da Física Clássica, e há escassez de material disponível para consulta.

Existem argumentos que parecem facilmente refutar as posições mencionadas anteriormente. Vejamos alguns desses argumentos:

- A dilatação temporal que faz parte da Teoria Especial da Relatividade pode ser estudada por meio do teorema de Pitágoras; a difração de elétrons da Física Quântica pode ser analisada com cálculos triviais. A análise destes assuntos, assim como muitos outros, necessita de recursos básicos de Matemática sendo que o mais importante é a análise conceitual e fenomenológica dos assuntos.

- Conforme Ostermann e Moreira (2000), a Física em geral é considerada abstrata. Assim, os conceitos considerados abstratos não são exclusividades da FMC. A diferença é que há professores que já estão tão familiarizados com os conceitos da Física Clássica, que os consideram algo extremamente real. O fato de se trabalhar com conceitos abstratos não pode ser um empecilho à inserção da FMC no Ensino Médio.
- O que se sugere com a reformulação e atualização do currículo no Ensino Médio não é um aumento na listagem de conteúdos, mas certamente a permanência de alguns deve ser repensada, em termos de enfoque e/ou metodologia, como por exemplo, a Cinemática. Estas escolhas devem ser realizadas com pesquisa, cautela e responsabilidade, de preferência com respaldo dos PCNs e materiais didáticos como os do GREF (1998).
- Há um crescimento no número dos textos disponibilizados para consulta. Uma das propostas é a importante iniciativa da Sociedade Brasileira de Física no lançamento de uma coleção chamada “Temas Atuais de Física”. O principal objetivo desta série é instrumentalizar os professores com uma introdução à Física desenvolvida no século passado. Esta coleção ainda contempla propostas dos PCNs. Outros livros importantes envolvendo FMC são de Alberto Gaspar (2000), Alvarenga e Máximo (1997) e GREF (1998).

É importante enfatizar que para emprendermos qualquer mudança devemos lembrar, como mencionado anteriormente, que o Ensino de Física está em crise. Então não são somente os conteúdos que devem ser questionados, mas também as metodologias empregadas. Neste sentido, aprofundando o assunto, de acordo com Paulo e Moreira (2004, p. 65), com relação à visão de Bachelard sobre este assunto:

“Não bastaria, pois, para Bachelard, a simples introdução de tópicos de Física Moderna no ensino médio, mas a modificação de toda uma postura e percepção de mundo”.

Analisaremos primeiramente o impasse do conteúdo. Como a Física Moderna e Contemporânea é tão vasta quanto a Física Clássica, mesmo reduzindo o enfoque e/ou

retirando alguns itens da lista, certamente não há espaço na grade curricular para todos, mas então como proceder na escolha dos tópicos de FMC a serem trabalhados?

Ostermann e Moreira (2000) sinalizam possíveis conteúdos a ser abordados a partir dos resultados de entrevistas aplicadas a um grupo de especialistas. O número de informantes foi de 54 físicos, 22 pesquisadores em Ensino de Física e 22 professores de Física do Ensino Médio. Depois de três etapas, a lista final de tópicos apontados pelos participantes (considerando uma média entre 3,5 e 5) foi a seguinte: efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, leis de conservação, radioatividade, forças fundamentais, dualidade onda-partícula, fissão e fusão nucleares, origem do universo, raios X, metais e isolantes, semicondutores, lasers, supercondutores, partículas elementares, relatividade especial, big bang, estrutura molecular.

Como critérios para a escolha do(s) tópico(s) é possível utilizarmos os objetivos do curso em questão, a localização da escola, acontecimentos recentes, a ênfase epistemológica adotada e/ou procedimentos didático-pedagógicos.

No que diz respeito a uma classificação dos trabalhos publicados que divulgam novas estratégias didáticas desde o início dos anos 90, Paulo e Moreira (2004, p. 64) afirmam:

“Alguns autores, classificam essas tendências em três grupos: i) exploração dos limites dos modelos clássicos (Gil e Solbes); ii) não utilização de referências aos modelos clássicos (Fischler e Lichtfeldt) e iii) escolha de tópicos essenciais (Arons) (Ostermann e Moreira, 2000), mas Greca e Moreira (2001) ampliam esta lista, adicionando as tendências por ênfases nos aspectos iv) histórico-filosóficos e v) experimentais. Contudo, mesmo dentro desta classificação ampliada, as iniciativas de introdução de temas da FMC apresentam variações, alguns enfatizando mais aspectos puramente históricos, outros mais filosóficos, etc.”

Além destas tendências ainda existem aquelas que utilizam simulações e laboratórios virtuais por meio de recursos computacionais. Todas estas possibilidades mostram a diversidade de caminhos que poderão ser adotados em projetos que objetivem a inserção de conteúdos de FMC no ensino médio. Como já foi enfatizado, nada impede que um curso seja elaborado mesclando-se, por exemplo, a tendência ii (que trata de uma abordagem da Mecânica Quântica sem ligação com os conceitos clássicos) com simulações por meio de microcomputadores, por exemplo.

Deve-se, no entanto, ter muita prudência na escolha das tendências. Por exemplo, se persistirmos em utilizar modelos semi-clássicos nos assuntos que envolvem a FMC, é provável que seja reforçada a mentalidade clássica do estudante.

Outra justificativa para a inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio relaciona-se ao trabalho com o conhecimento que os jovens necessitam para atuar mais na sociedade, como a capacidade para tomar decisões com responsabilidade social. Por exemplo, se as pessoas tiverem o conhecimento sobre a radioatividade, sobre a fusão e fissão nuclear e sobre componentes eletrônicos, poderão opinar com propriedade sobre os possíveis destinos para os lixos radioativos, sobre a implantação ou não de mais usinas nucleares, ou sobre a instalação das cercas elétricas.

Nesta unidade temática é fundamental que se problematize e debata o modelo de condução elétrica alicerçado na Física Quântica, que é um assunto relacionado à FMC. É importante que os estudantes reinterpretem as propriedades que caracterizam os materiais condutores, isolantes e especialmente os semicondutores, para entenderem princípio de funcionamento de componentes como diodos retificadores, transistores e LEDs. Dessa maneira eles compreenderão com mais facilidade o princípio de funcionamento das cercas elétricas e serão capazes de se posicionar com mais propriedade sobre este dispositivo tecnológico de segurança.

A razão da necessidade de instrumentalizar os alunos para a tomada de decisões na sociedade será aprofundada no Capítulo 2 desta dissertação, que trata sobre a abordagem Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS).

Hoje há cada vez mais publicações que utilizam um determinado tema para trabalhar com a Física Moderna e Contemporânea, compondo o que denominamos de Abordagem Temática. Este trabalho contempla esta ênfase. Neste caso quem dá sentido para a inserção da FMC no Ensino Médio é o tema escolhido. O tema em questão foi escolhido por meio de pressupostos metodológicos da abordagem CTS. Assim fica nítida a possível aproximação entre o enfoque CTS e a abordagem temática para a elaboração desta proposta. Os chamados momentos pedagógicos da abordagem temática escolhida serão discutidos com profundidade no Capítulo 3 deste texto. No próximo, o foco estará na abordagem CTS em si.

CAPÍTULO 2

ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE - CTS

2.1- Abordagem CTS como uma concepção alternativa e progressista para a prática do ensino de Física no Brasil e no mundo

As pesquisas sobre o Ensino de Ciências sem dúvida contribuem muito para que seja feita uma reflexão e análise sobre o avanço histórico do cenário educacional brasileiro e mundial para o Ensino de Física.

Cachapuz (1999), por exemplo, indica, em uma conferência denominada “*Epistemologia e Ensino de Ciências no pós mudança-conceitual: Análise de um percurso de pesquisa*”, a existência de orientações que predominaram para o ensino de Ciências. Este autor afirma, então, a existência de três orientações, o ensino por transmissão, o ensino por mudança conceitual e a orientação denominada pós-mudança conceitual.

A primeira orientação, denominada “Ensino por aquisição conceitual” ou “Ensino por Transmissão (EPT)” esteve em vigor até a década de 80, embora prevaleça ainda em grande parte das escolas no Brasil. Segundo Cachapuz (1999, p.3) nesse tipo de ensino:

“(...) presume-se que o professor pode transmitir idéias pensadas por si próprio ou por outros (conteúdos) ao aluno que as armazena seqüencialmente na sua mente (receptáculo). Ou seja, o professor “dá a lição”, os alunos armazenam e reproduzem a informação – uma visão claramente objectivista e instrumental do conhecimento e uma perspectiva behaviorista da aprendizagem. O EPT radica pois no pressuposto epistemológico da exterioridade dos conhecimentos em relação ao aluno e de que para aprender basta ouvir com atenção. Daí sua preocupação em que os conteúdos (input) sejam tão próximos quanto possível do output desejado.”

Influenciado pelo pensamento cartesiano, para o qual a função da experimentação é comprovar teorias, para o EPT o trabalho experimental, conforme este autor (op. cit. p.5) é “marcado por um sentido verificatório ou confirmatório, de grau de abertura freqüentemente nulo”.

Principalmente na década de 80 houve uma ruptura com o “ensino por aquisição conceitual” e o surgimento de uma nova orientação, denominada “ensino por mudança

conceitual”. Essa orientação possuía características peculiares que a diferenciavam do “ensino por transmissão”. Para Cachapuz (1999, p.5) chega-se agora uma nova concepção sobre a ciência, o ensino e a aprendizagem:

“Tenha – se em conta a atenção que tem agora de ser dada pelo professor a construções prévias do aluno (em particular às designadas concepções alternativas) o que implica não só uma nova atitude perante a ciência, o ensino e a aprendizagem mas também a construção e uso de novos instrumentos e estratégias de trabalho. Na verdade, o professor passa agora a ser um organizador de estratégias intencionais, cognitivamente mais estimulantes em que, por exemplo, se estimula a problematização, o conflito cognitivo e qual os significados que os alunos atribuem aos seus próprios saberes.”

Nessa fase embora cresça a importância dada à problematização, segundo o autor (op. cit. p.1), o ensino por mudança conceitual possui várias limitações, um delas é que os conteúdos seriam estudados como fins e não como meios para se chegar mais adiante, em objetivos mais importantes do ponto de vista educacional.

A partir da década de 90 emergiu o que Cachapuz denominou de orientação “pós-mudança conceitual”. Para esse autor (1999, p. 8)

“Nesse processo de construção, que não é apenas de conceitos, os alunos desenvolvem a criatividade e atitudes de interesse para com a aprendizagem. Mesmo ao nível dos conceitos, o que se pretende é fomentar uma visão estrutural e não parcelar de um todo que se quer uno. O ponto de partida para aprendizagens significativas devem ser situações problema de preferência relativas a contextos reais que despertem a atenção do aluno e nos quais se possam inserir as temáticas curriculares a estudar.”

A abordagem CTS possui características progressistas na medida em que orienta para um olhar crítico abrangente. No que diz respeito à Educação, há a perspectiva de caminhos que realmente sirvam de base para a reforma curricular. Deve haver então uma postura crítica em relação à escolha de conteúdos, ao desenvolvimento destes, à metodologia empregada nas aulas, às avaliações e tantos outros fatores relacionados ao desenvolvimento do currículo. Emerge neste cenário um ensino temático ao invés de um ensino estritamente disciplinar. Nesta estrutura, os conceitos e teorias são “pontes” ou meios para a compreensão do tema escolhido.

Na procura por caminhos que realmente levem a mudanças no cenário da Educação em Física, devemos buscar novas idéias e alternativas não só em metodologias a empregar, mas também, se necessário, para novos campos de conhecimento a serem trabalhados, tendo a consciência de que não é só a justaposição

de ambos que nos garantirá a obtenção dos resultados desejados. Acreditamos que tais resultados podem ser conseguidos ao planejarmos uma abordagem CTS.

2.2. História

Aproximadamente no final dos anos 50 a área de Ensino de Ciências nos EUA começou a ser submetida a um abrangente movimento de reforma do currículo. Isto implicou que professores universitários, juntamente com cientistas de renome, se envolvessem na elaboração de projetos que seriam mais tarde implementados no Ensino de Ciências.

Impulsionada principalmente pelo lançamento soviético do Sputnik (CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2005) a reforma curricular nesta época nos EUA contou com um investimento federal maciço em projetos no nível secundário e níveis elementares. No nível secundário os projetos chamaram-se *Biological Science Curriculum Study* (BSCS- para a Biologia), *Chemical Bond Approach* (CBA - para a Química), *School Mathematics Study Group* (SMSG - para a Matemática) e *Physical Science Study Committee* (PSSC- para a área da Física).

No entanto, menos de 15 anos depois o meio educacional norte-americano vivenciou um profundo sentimento de frustração, havendo um descontentamento geral, indicando que provavelmente existiam problemas nos caminhos escolhidos na reforma curricular elaborada no final dos anos 50.

Entre 1977 e 1978 houve a realização de estudos associados à *National Science Foundation* e à *National Assessment of Educational Progress* para avaliar o Ensino de Ciências nas escolas norte-americanas. A análise e revisão destes estudos constituíram-se no relatório de um projeto denominado “*Project Syntesis*”. Este relatório, realizado em um período que concepções de educação se aproximavam de tendências humanistas, sinalizou que a Ciência ensinada nos anos 70 nos EUA não era capaz de ajudar a resolver questões sociais e nem atendia às necessidades pessoais dos estudantes. Este ensino nem mesmo ajudava os jovens em sua escolha profissional, pois era um ensino voltado exclusivamente a formar futuros cientistas.

Por outro lado, nos Estados Unidos, entre as décadas de 60 e 70, a crescente degradação do ambiente, iniciada já na Segunda Guerra Mundial (com as explosões das bombas atômicas) e presente também na guerra do Vietnã, provocou muita insatisfação em certos setores da sociedade que então passaram a analisar mais criticamente os

encaminhamentos associados à Ciência e à Tecnologia. Além dessa pressão dos chamados movimentos sociais de contestação (pacifistas, ecologistas e contra-culturais – que defendiam tecnologia alternativa), a contundente crítica de alguns setores da academia ao caráter tradicional presente no Ensino de Ciências, influenciaram na deflagração de um movimento renovador.

Na Inglaterra, nesta mesma época, a situação não era diferente, de acordo com Solomon (1993, apud Souza Cruz e Zylbersztajn, 2005, p.182):

“(...) o desenvolvimento do enfoque na Inglaterra está vinculado aos movimentos sociais de reflexão sobre as conseqüências negativas do uso da Ciência e Tecnologia, que vão desde a poluição do meio ambiente, às técnicas monstruosas de guerra e ao debate educacional, que promove uma análise crítica dos tradicionais currículos da Inglaterra.”

Um movimento que até então possuía vários nomes e tinha características específicas, foi analisado por John Ziman e em um livro, em 1980, recebeu a sigla CTS. Esta sigla então é usada para representar um movimento que emergiu a partir de meados do século passado em alguns países (considerados de primeiro mundo) que possuem uma tradição consolidada neste campo, como a Inglaterra e os Estados Unidos concomitantemente com os já mencionados grandes projetos curriculares. Pode-se ainda mencionar a contribuição de países como a Holanda, o Canadá, e a Austrália com propostas e implementações importantes para esta abordagem.

Várias escolas secundárias ofereceram cursos com características CTS no território norte-americano nos anos 60 e 70. Um deles, elaborado por professores de Ciências e Estudos Sociais, foi oferecido até 1972 em uma escola secundária vinculada à Universidade de Iowa. Ele foi denominado “Ciência e Cultura”.

A partir de 1983, a Universidade de Iowa desenvolveu um modelo de disseminação da abordagem CTS, denominado de Modelo Chautauqua Iowa. Em 1984 eles expandiram o programa com financiamentos e já desenvolviam um grande programa de preparação de professores que incluía palestras, cursos de verão, cursos intensivos de primavera, etc.. A pretensão com estes cursos era de instrumentalizar os professores para que pudessem facilitar o alcance dos cinco principais objetivos, caracterizados como “domínios”. Eles incluíam conceitos, processos, aplicações, criatividade e atitude.

Em 1993 foram divulgadas a metodologia e o resultado de quatro estudos (Yager e Tamir, 1993) que envolviam implementações vinculadas ao Modelo Chautauqua

Iowa. O estudo 1 contou com 176 professores e 3236 estudantes, enquanto o estudo 2 envolveu 15 experientes professores especialistas em abordagem CTS no Ensino de Ciências, 30 turmas e 720 estudantes. O estudo 3, por sua vez, contou com a participação de 4 turmas e 116 estudantes; o estudo 4 envolveu 4 turmas de estudantes futuros professores em Taiwan, duas seguindo um Curso de Biologia CTS e duas sem a abordagem CTS. O resultado dos quatro estudos mostrou evidências empíricas a favor da abordagem CTS, tanto para crianças de várias idades quanto para estudantes futuros professores. Em todos os estudos havia turmas com CTS e sem CTS. Antes das aulas havia a aplicação de pré-testes. Depois de um semestre, ocorria a aplicação de pós-testes nos cinco domínios.

Conforme Yager e Tamir (1993, p.655)

“o crescimento no domínio de processos, em aplicação de conceitos e processos em novas situações, e no aspecto da criatividade (...) dos estudantes experimentando instrução CTS foram significativamente melhores do que seus equivalentes em turmas sem abordagem CTS ensinadas pelo mesmo professor.”

Desta forma os resultados finais mostraram vantagem da abordagem CTS para aprendizagem em todos os domínios, com exceção do domínio conceitual, que é o foco principal das aulas mais tradicionais de ciências.

Recebendo subsídios liberados pela *National Science Foundation* em 1985, a universidade norte-americana da Pensilvânia elaborou um importante projeto denominado “Ciência através de CTS”, proporcionando uma ampla investigação sobre as implementações CTS em vários níveis de ensino e países. Na Inglaterra, os primeiros estudantes que assistiram aulas em um projeto dedicado totalmente à CTS, chamado de *Science in Society*, estudavam em escolas privadas e estavam preparando-se para ingressar na universidade.

Com o objetivo de divulgar a Ciência para a população, teve início em 1970 um outro projeto com enfoque CTS, na Inglaterra, denominado *Science in Social Context* (SISCON). Ele foi elaborado com o intuito de instrumentalizar o grande público para que pudesse participar nos debates políticos. Só em 1978 este projeto foi aplicado no ensino secundário (estudantes pré-universitários) recebendo nome de SISCON-in-School.

2.3. Concepção da abordagem CTS

O enfoque CTS defende que toda a população, incluindo cientistas, especialistas e políticos possuem direitos iguais quanto às decisões em assuntos na sociedade envolvendo Ciência e Tecnologia. Se o poder de decisão continuar apenas com uma minoria, dificilmente teremos resolvidos nossos problemas econômicos, sociais e principalmente ambientais. Isso não pode ser confundido, com uma idéia contrária ao avanço da Ciência e da Tecnologia. O movimento afirma que pode ajudar na construção de uma concepção mais coerente sobre a atividade científico-tecnológica. Desta forma, começam a crescer alternativas para a popularização da Ciência e os cidadãos reivindicam seu direito a um envolvimento maior nas tomadas de decisões.

De forma geral, é enfatizada a necessidade de formar cidadãos que, com o conhecimento adequado — cidadãos cientificamente alfabetizados — poderão ser capazes de tomar decisões com responsabilidade social nos assuntos envolvendo Ciência e Tecnologia.

É importante salientar que a abordagem CTS não significa uma nova metodologia, ela está relacionada a uma reconstrução do currículo. Nessa reconstrução é possível então buscarmos as estratégias de ensino que mais vão ao encontro de nossos interesses, mudar a ênfase de conteúdos que são normalmente trabalhados nas escolas ou elencar, quando necessário, novos conteúdos para fazer parte da grade curricular.

Com relação ao planejamento de um curso CTS, segundo Santos (1992 apud Auler 2002), metodologicamente, parte-se dos temas sociais para os conceitos científicos e, destes, retorna-se aos temas iniciais. Recomenda-se assim que iniciemos problematizando temas sociais contemporâneos vinculados à Ciência e Tecnologia importantes para os estudantes. Assim, estes temas deverão ser evidenciados com situações-problema reais, locais (regionais ou mundiais) e atuais. O assunto escolhido deverá desafiar os estudantes a uma participação mais abrangente na sociedade.

2.4. Algumas experiências de abordagem CTS

Atualmente há por todo o mundo muitos trabalhos com abordagem CTS sendo divulgados em simpósios e encontros que tratam sobre o Ensino de Física.

Um desses trabalhos, que é de autoria de Maria de Fátima Paixão e Helena Moura, é intitulado de “Estrelas, radiações eletromagnéticas e fogos de artifício numa

abordagem CTS para o Ensino Secundário”. O trabalho foi implementado por uma professora com sua turma de 29 alunos, entre 15 e 17 anos, todos pertencentes ao 10º ano do ensino secundário português. De acordo com as autoras, que apresentaram o trabalho no VII Congreso Enseñanza de las Ciencias, na Espanha, em 2005,

“A abordagem proposta, de orientação CTS, revelou-se bastante interessante permitindo aos alunos alcançar saberes, competências, atitudes e valores, que, da forma académica tradicional, não são tidos em conta.” (Paixão e Moura, 2005, p.3)

Nesse mesmo congresso também apresentaram um trabalho os autores Miguel Anxo Yebra e Pedro Membiela. O título do trabalho foi “Un proceso de construcción de actividades ciencia-tecnología-sociedad sobre la energia desde la investigación-acción” e foi desenvolvido em 2002 e 2003, em uma escola secundária espanhola, com as matérias de Física e Química. Segundo estes autores,

“Quanto ao processo de mudança de enfoque da construção curricular, a diferença das opções anteriores, não se concebe somente com alterações observáveis na conduta, assim como um processo de desenvolvimento pessoal, tanto para estudantes como para professores, que repercute em uma mudança no pensamento e na prática. Os professores são, portanto, os criadores, mais do que receptores do conhecimento e a mudança curricular, sem necessidade de receber indicações externas, ou materiais curriculares padronizados, ou formação geralmente uniformizadora.” (Yebra e Membiela, 2005, p.2.)

Outro trabalho, um módulo de ensino, de autoria de Rafaela Samagaia e Luiz O. Q. Peduzzi, denominado “Uma experiência com o Projeto Manhattan”, tratou sobre um importante evento da Física Moderna: o desenvolvimento e utilização das bombas nucleares que destruíram Hiroshima e Nagasaki. Este foi estruturado para aulas de Ciências do Ensino fundamental, mais especificamente 8ª série, e implementado em uma escola da rede pública estadual da cidade de Florianópolis. A implementação deste trabalho contou com uma técnica denominada RPG (*Role Play Game*). Conforme os autores,

“Criar situações em que o conhecimento é a chave para a solução de problemas, estimular os estudantes a trabalharem autonomamente com a transformação desse conhecimento em argumentos convincentes no jogo da vida, deixando-os livres para ter predileções quanto aos pontos mais importantes e fazer com que acreditem que nos livros há informações úteis e relevantes, entre outras coisas, são, certamente, ações que deixam marcas em um espírito em formação” (Samagaia e Peduzzi, 2004, p. 275).

Vários outros trabalhos recebem igual destaque como: “O Eletromagnetismo no contexto de um sistema elétrico: uma abordagem apoiada no enfoque ciência-tecnologia-sociedade”, de 2005, de autoria de Deise M. Viana e José Roberto da R. Bernardo; “O evento Acidente de Goiânia: Experiência de CTS no Ensino Fundamental”, em 2000, de autoria dos professores Sonia Maria S. C. de Souza Cruz e Arden Zylbersztajn; “Transporte particular x coletivo: intervenção curricular pautada por interações entre ciência-tecnologia-sociedade”, de 2005, de autoria de Décio Auler e colaboradores.

A revisão da literatura específica revelou trabalhos relacionados à CTS em escolas portuguesas, espanholas, assim como várias iniciativas em escolas brasileiras. Após 1995, houve um crescimento em pesquisas com temas relacionados à CTS com a presença cada vez maior em congressos da área. Entretanto, segundo Lemgruber (*apud* Delizoicov, 2004, p. 159):

“Mais relevante do que o número de resumos que explicitam o ensino de CTS, é o fato de ele aparecer concentrado nos últimos anos da pesquisa, mostrando uma tendência ascendente. (...) Será interessante atualizar o levantamento, para ver se esta linha de pesquisa se consolida (...)”.

CAPÍTULO 3

MOMENTOS PEDAGÓGICOS: UMA ABORDAGEM DE TRATAMENTO DE CONCEITOS FÍSICOS

Consideremos a seguinte problematização:

“Para que serve o ensino de Física no Ensino Médio?”

Esta pergunta foi parafraseada da apresentação da obra de Delizoicov e Angotti (1991), que é referência para este capítulo e para o desenvolvimento deste trabalho. A questão foi inserida no início de nossa discussão porque também acreditamos, como os autores da obra supracitada, que é fundamental entender *“Para que serve o ensino de Física”* para desenvolvermos um trabalho com características progressistas, focado no ensino CTS.

De acordo com estes autores, é possível responder esta questão mencionando que o ensino de Física no Ensino Médio serve para, juntamente com o ensino de Biologia, Matemática e Química, garantir a formação científica dos estudantes. Mas só isso não basta, é necessário que esteja permanentemente em sintonia com o cotidiano dos alunos, independente de se eles irão cursar o ensino superior ou não, ou ainda, se pretendem ou não ingressar em carreira científica. Mais adiante aprofundaremos esta resposta.

A abordagem temática escolhida para referenciar este trabalho prioriza a problematização e a dialogicidade. Ela não se vincula diretamente ao referencial freiriano (FREIRE, 1996), embora guarde algumas semelhanças com este. O objetivo deste capítulo é focalizar os denominados *conceitos estruturantes* e os *momentos pedagógicos*, principais características desta abordagem.

Ao indagarmos às pessoas da comunidade sobre assuntos relacionados à Ciência e Tecnologia (C&T), as respostas emitidas geralmente não trazem consigo a estrutura do conhecimento científico, ou seja, a utilização de conceitos, leis, teorias, etc.. Isso pode ser observado nos resultados da análise de um questionário aplicado a alunos do 3º ano do Ensino Médio e a membros da comunidade em geral (GOULART; SANTOS, 2007). Grande parte dos entrevistados ao serem questionados sobre o funcionamento de cercas elétricas, por exemplo, não utilizaram a estrutura do conhecimento científico.

As pessoas convivem com os fenômenos físicos no dia-a-dia e, freqüentando ou não aulas de Física, refletem sobre eles, interpretando-os conforme sua visão de mundo. Uma das funções da Escola é possibilitar que as pessoas construam outro significado para estas situações, considerando a estrutura do conhecimento científico. O cotidiano dos alunos e as interações possibilitadas por meio da *internet*, TV, rádio, na conversa com os amigos, fazem com que eles construam um significado sobre os assuntos relacionados à C&T que, de alguma maneira, influencia muito na aprendizagem escolar, nem sempre de forma positiva.

Para que as pessoas adquiram o conhecimento sobre C&T, segundo Angotti (1991), é necessário haver uma ruptura com o senso-comum, é preciso que se estabeleçam conflitos associados aos debates epistemológicos atuais e que estejam de acordo com o conhecimento estruturado. Isto significa que não é suficiente afirmar simplesmente aos estudantes que o significado que eles construíram a respeito de determinado assunto não está correto, e o que vale é o científico. É necessário que a metodologia que empregamos no processo didático-pedagógico seja capaz de proporcionar aos alunos a construção do significado científico dos conceitos.

Freqüentemente, nas aulas são trabalhadas unidades de ensino ou conceitos isolados (partes), em que os professores, por dominarem a estrutura do conhecimento, são capazes de dar coerência aos conceitos. No entanto, os alunos que não conhecem essa estrutura (todo) apresentam dificuldade para dar significado para tais abstrações.

É necessário ter a convicção de que é a estrutura (todo) que confere significado para um assunto isolado ou unidade de ensino (parte). Um dos problemas do ensino tradicional é a fragmentação dos conteúdos, são trabalhadas partes isoladas, vez a vez, sem que o estudante tenha acesso à estrutura. Considerando que pela mera soma de cada um dos elementos da estrutura não teremos a estrutura toda, é necessário encontrarmos caminhos que permitam esta ligação parte-todo (unidade de ensino – estrutura de ensino) com facilidade.

Levando em conta que a maioria dos estudantes não ingressa na universidade, e que, daqueles que ingressam, grande parte não terá mais contato com disciplinas científicas, entendemos que eles têm o direito de conhecer os elementos estruturantes do conhecimento científico.

Retornando à questão inicial deste capítulo, acreditamos que o Ensino de Física tem como uma de suas principais funções apresentar um conhecimento coerente aos estudantes, fazer com que entrem em contato com os elementos que estruturam o

conhecimento científico. Ao se apropriarem destes, serão capazes de compreender novos assuntos relacionados à C&T, depois de cursarem o Ensino Fundamental e Médio.

“Qualquer cidadão que detenha um mínimo de conhecimento científico pode ter condições de utilizá-lo para as suas interpretações de situações de relevância social, reais, concretas e vividas, bem como aplicá-lo nessas e em outras situações.” (Delizoicov e Angotti, 1991, p.17).

É importante que os estudantes tenham consciência de que ao analisar os *processos de transformação* e as regularidades em um fenômeno já estão iniciando a aquisição do pensamento científico.

Consideremos que um estudante esteja tentando entender a fusão nuclear, por exemplo. Ele pode estudar as diferenças que ocorrem entre o instante inicial e um tempo qualquer da fusão, e assim seu enfoque será nas *transformações* deste fenômeno. Nesse contexto é necessário ter a convicção de que não somente processos de transformação ocorrem em um fenômeno, mas também há algo que permanece. Neste exemplo, figuram as chamadas invariantes ou *regularidades*, melhor exemplificadas pelos princípios de conservação de carga, energia, massa, etc..

Conforme Delizoicov e Angotti (1991), em qualquer ramo das Ciências, tanto os *processos de transformação* quanto as *regularidades* são denominadas de conceitos supradisciplinares. Isto significa que ocorrem na Biologia, Química e, obviamente, na Física. Nesta disciplina eles são encontrados na Termologia, Eletricidade, Ondas, etc.. Estes autores também caracterizam os conceitos acima mencionados como unificadores, isto porque são capazes de diminuir a fragmentação dos conteúdos e promover uma melhor conexão das partes com o todo, tanto do ponto de vista didático quanto epistemológico. Do ponto de vista didático, os conceitos conectam as unidades de ensino e o programa, e do ponto de vista epistemológico ligam a Termologia, Eletricidade, Ondas, etc. (partes de um conhecimento) com a Física (todo).

Os conceitos estruturantes, denominados de supradisciplinares ou unificadores, são quatro: *processos de transformação, regularidades e ciclos, energia e escalas*. Eles constituem os pilares da estrutura do conhecimento científico, auxiliando na compreensão dos fenômenos. Na proposta didático-pedagógica dos autores, o ponto de partida são situações, fenômenos que têm significado para os estudantes, e não os conceitos. Assim, por meio dos fenômenos chega-se aos conceitos estruturantes e depois aos conceitos específicos. Ao chegar aos conceitos específicos extrapola-se e

analisa-se a aplicação destes em outros fenômenos ou situações. Isto é o oposto do que ocorre no ensino tradicional, onde parte-se de conceitos para depois se chegar aos fenômenos.

Existem muitos fenômenos físicos que podem ser analisados no Ensino Médio: gelo derretendo, fissão nuclear, fusão nuclear, movimento de queda e ascensão de uma bola de basquete, etc.. Estes fenômenos estão relacionados a conceitos específicos, por exemplo, calor específico, temperatura, massa crítica, carga elétrica, energia cinética, massa, força, aceleração, energia potencial, velocidade, etc..

O conceito estruturante *escala* está associado à ordem de grandeza do evento considerado. Através dele é possível caracterizarmos o evento no tempo (por meio da duração) e no espaço (com suas dimensões). Se este conceito for utilizado, haverá a introdução das relações matemáticas entre as grandezas e isto envolve todas as áreas da Física. Por exemplo, com relação à Termologia, teremos relacionados o calor envolvido, a massa, a temperatura, etc.. O conceito *escala* pode ajudar na análise dos domínios de validade e limitações relacionadas aos modelos e teorias da Física.

A *energia*, outro conceito estruturante, propicia um *processo de transformação* no espaço desde um tempo inicial até um tempo qualquer da duração do fenômeno. É o conceito responsável pelas transformações no espaço entre o antes e o depois.

Conforme foi mencionado anteriormente, esta proposta defende que o ponto de partida seja o fenômeno, situações que fazem parte do cotidiano dos estudantes. Estas situações são chamadas por Paulo Freire de tema gerador e de tema central por Delizoicov e Angotti. Em Delizoicov e Angotti (1991) o tema gerador escolhido foi a *Produção, distribuição e consumo de energia elétrica*.

Segundo os autores (op. cit., p. 20), após a escolha do tema central há a elaboração do programa de Física, chegando-se à listagem dos conteúdos, que foram distribuídos em unidades temáticas. Os conteúdos e unidades temáticas formam a ementa do programa. Nesta dissertação de mestrado, seguimos esta orientação e após a escolha do tema social relevante foi realizada a listagem de conteúdos a serem trabalhados na unidade temática.

No que diz respeito ao planejamento pedagógico, os autores enfatizam algumas questões de fundo ou contradições que influenciaram na elaboração do programa. São elas:

I- Extensão *versus* profundidade: neste aspecto há a defesa de que o conhecimento trabalhado seja extenso, em uma proporção ideal para não ser superficial, tendo com isto pelo menos um mínimo de profundidade. Os autores colocam duas questões:

“- A veiculação do conhecimento em sua extensão implica o ensino enciclopédico e de caráter apenas de divulgação científica?”

“- A veiculação do conhecimento em profundidade significa apenas conhecer tópicos de Cinemática, Termometria, Óptica Geométrica ou qualquer outro?”
(*Idem*, p. 23 e 24)

A resposta dos autores para esses questionamentos é que na prática pedagógica haja uma incessante busca por situações de equilíbrio entre a extensão do conteúdo e a sua profundidade.

II. Processo *versus* produto: embora em muitos livros seja possível observar a Física como um produto acabado, é necessário que através de nossa prática pedagógica diária seja mostrado aos estudantes que ela está em evolução, sendo construída dia após dia. Delizoicov e Angotti (1991) sugerem a análise das limitações dos modelos e teorias e a inserção de situações em que o conhecimento científico se relaciona com a história das sociedades, como artifícios para reduzir drasticamente a idéia da Física como acabada.

III. Cotidiano *versus* distante: é necessário que haja na prática pedagógica uma verdadeira “intimidade” entre as situações reais vividas pelos estudantes e os saberes curriculares fundamentais de Física, trabalhados na Escola.

IV. Senso comum *versus* conhecimento sistematizado: como já foi mencionado, o dia-a-dia dos alunos no meio em que vivem, faz com que eles construam significados sobre os assuntos relacionados à C&T, que de alguma maneira vão influenciar na aprendizagem escolar. É importante não somente saber que eles trazem estes significados, mas também saber quais são. Muitas vezes não há nas escolas uma preocupação com o saber que o aluno traz e não são explicitadas situações de conflito entre os conteúdos apresentados pelo professor e as concepções espontâneas dos alunos.

“Se descaracterizarmos ou ignorarmos este problema, freqüentemente estaremos incentivando no aluno a utilização de conceitos e leis da Física apenas para “situações de quadro-negro” e provas (quando ocorrem), enquanto para situações vividas prevalecem os conhecimentos do senso comum.” (Delizoicov e Angotti, 1991, p.25).

V. Diálogo *versus* monólogo: parece claro que o ensino por transmissão está fracassado e precisamos lutar dia-a-dia por um ensino com características progressistas, que tenha como pilares a problematização e o diálogo.

VI. Desafio *versus* verdade: a aprendizagem ocorre com mais facilidade quando as características intrínsecas ao adolescente forem consideradas como um desafio; são elas: a criatividade, a imaginação, o lúdico, a resposta, a problematização.

As indicações metodológicas ou momentos pedagógicos, apontadas por Delizoicov e Angotti (1991), formam a base desta dissertação: a problematização inicial, a organização e a aplicação do conhecimento são os momentos pedagógicos que orientaram a estruturação do material e a realização da experiência pedagógica. A seguir são discutidas as características de cada momento pedagógico.

3.1- Momentos Pedagógicos

Primeiro momento: problematização inicial.

Nesta etapa são propostas questões e/ou situações que estabeleçam relação entre o cotidiano dos alunos e o conteúdo de Física que desejamos desenvolver. Assim, é solicitado ao aluno expressar suas idéias e fica-se sabendo, apreende-se e compreende-se, quais são suas concepções alternativas a respeito do assunto, se suas idéias estão de acordo ou não com o conhecimento científico.

A discussão sobre as questões deve ser capaz de provocar uma inquietude no estudante de modo que ele se sinta desafiado a buscar um conhecimento que ainda não detém. A intenção é que a questão ou situação proposta seja encarada como um problema que ele deve resolver.

Segundo momento: organização do conhecimento.

Na organização do conhecimento, considerando a orientação metodológica, poderão ser utilizadas as mais variadas estratégias de modo que os estudantes se

apropriem do conhecimento científico (conceitos, definições, leis, relações, etc.) e possam ser capazes de responder às questões apresentadas na problematização inicial.

Delizoicov e Angotti (1991) trazem algumas sugestões de estratégias como: exposição realizada pelo professor, formulação de questões, análise de texto, trabalhos extraclasse, revisão e destaque dos aspectos fundamentais de cada tópico e experimentos realizados em aula. Salientamos que os autores consideram que é preciso que os alunos dediquem tempo ao estudo fora do horário de aula, com atividades propostas compatíveis com a disponibilidade dos mesmos. Consideram também a função do laboratório no Ensino de Física. Enquanto no ensino tradicional o laboratório, quando é utilizado, serve muitas vezes para comprovar teorias ou realizar experimentos, nesta abordagem ele deve ser pensado considerando uma relação complementar entre experiência e teoria. “A atividade experimental não pode ser ‘apêndice da teoria’, mas também não deve ser ‘a base de todo o conhecimento’, ou seja, a referência primeira para o desenvolvimento das teorias científicas” (op. cit., p. 30).

“Considera-se mais conveniente um trabalho experimental que dê margem à discussão e interpretação de resultados obtidos (quaisquer que tenham sido), com o professor atuando no sentido de apresentar e desenvolver conceitos, leis e teorias envolvidas na experimentação. Desta forma, o professor será um orientador crítico da aprendizagem distanciando-se de uma postura autoritária e dogmática no ensino possibilitando que os alunos venham a ter uma visão mais adequada do trabalho em Ciências.” (Delizoicov e Angotti, 2000, p. 22)

Terceiro momento: aplicação do conhecimento.

Nesta etapa o objetivo é aplicar o conhecimento até então construído na análise e interpretação da problematização inicial, bem como em outras questões e/ou situações que podem ser compreendidas por meio do mesmo conhecimento.

Como salientamos, estes três momentos constituem-se na estrutura metodológica adotada na elaboração do material a ser implementado nesta investigação didática.

CAPÍTULO 4

TEMA GERADOR: SEGURANÇA E CERCAS ELÉTRICAS

Conforme foi mencionado no Capítulo 2, item 2.3 desta dissertação, o tema escolhido para o trabalho focado na abordagem CTS, deve ser evidenciado com situações-problema reais, locais (regionais ou mundiais) e atuais. O assunto escolhido deverá desafiar os estudantes a uma participação mais abrangente na sociedade. Nessa perspectiva elegemos o problema da segurança como tema deste projeto, passamos a apresentar os aspectos relativos a este tema.

A ausência de segurança em ambientes públicos e privados torna-se cada vez mais evidente tanto nas grandes capitais como nas cidades do interior. De acordo com Piegas (2006) pesquisa realizada pelo IPO (Instituto Pesquisas de Opinião) mostra que os cidadãos se sentem inseguros ao transitar pela área central da cidade de Pelotas. Como resposta a esta situação a maioria das pessoas tomam para si a responsabilidade direta por sua segurança e de sua família em suas residências. Na ânsia por solucionar o problema, a população começa a investir em equipamentos que possam restabelecer o sentimento de segurança.

Este trabalho tem o objetivo de focar a problemática relacionada à instalação e utilização de um destes dispositivos tecnológicos: as chamadas cercas energizadas. Sua utilização tem modificado a paisagem tanto de pequenos quanto de grandes centros urbanos em nosso país.

Embora a elaboração das leis para os municípios seja uma das atribuições dos vereadores, todos nós, enquanto cidadãos, temos o direito de propor idéias para a melhoria das questões que envolvem nossa cidade e é papel da escola informar e instrumentalizar os alunos para esta participação dinâmica na sociedade.

Conforme Cabistany (2000), dois vereadores de Pelotas propuseram um projeto de lei que tinha a função de regulamentar a instalação das cercas energizadas no município. Segundo dados estatísticos destes parlamentares, a instalação destas cercas, que já contabilizava mais de mil no município, não obedecia quaisquer normas e colocava em risco a vida das pessoas. Segundo eles, somente através de uma regulamentação seria possível controlar a utilização destes dispositivos.

Em votação realizada na Câmara Municipal, no dia 25/07/2000, o projeto de Lei que regulamenta o uso das cercas energizadas no município foi aprovado pelos vereadores. No entanto, este projeto foi vetado pelo prefeito. Ao retornar à Câmara, o veto foi derrubado e o Projeto original aprovado por unanimidade. Assim a Lei No. 4591, de 18 de outubro de 2000, dispõe sobre instalações de cercas energizadas destinadas à proteção de perímetros no município de Pelotas. Dentre os 19 artigos presentes na Lei, pode-se destacar:

Artigo 2º - As empresas e pessoas físicas que se dediquem à instalação de cercas energizadas deverão possuir registro no CREA¹ e possuir engenheiro eletricista na condição de responsável técnico.

Artigo 3º - Será obrigatório em todas as instalações de cercas energizadas a apresentação de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART); e do projeto técnico.

Artigo 4º - O executivo municipal através da Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente (SMUMA) procederá a fiscalização das instalações de cercas energizadas no Município de Pelotas.

Artigo 7º - A unidade de controle deverá ser constituída no mínimo de um aparelho energizador de cerca que apresenta 1 (um) transformador e 1 (um) capacitor.

Artigo 16º - A empresa ou técnico instalador, sempre que solicitado pela fiscalização da SMUMA (Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente de Pelotas), deverá comprovar, por ocasião da conclusão da instalação, as características técnicas da corrente elétrica na cerca energizada instalada.

A Lei coloca como obrigatoriedade, além de outros fatores, o tipo de corrente elétrica e a potência máxima. É também obrigatória a instalação para a cerca energizada de um sistema de aterramento específico e a instalação, a cada 10 metros, de placas de advertência nos portões e/ou portas de acesso existentes ao longo da cerca e, em cada mudança de direção da mesma.

¹ Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia

A decisão sobre as normativas de regulamentação do uso destes dispositivos ficou com os vereadores. O prefeito também pôde expressar sua opinião no processo, mas a comunidade em geral não participou desta decisão, não foi chamada para expressar seu ponto de vista sobre o assunto, não foi convidada a participar de seminários ou palestras que esclarecessem sobre todos os aspectos envolvidos neste tema.

Os dados da mídia em geral revelam que nos últimos anos aumentou a insegurança da população. Em casas de produtos eletrônicos aumentou também a procura de peças das cercas. Com a falta de empregos em nossa sociedade, muitas são as pessoas que começaram a instalar cercas, com ou sem habilitação para tal. Empresas de alarmes proliferaram, com ou sem permissão para instalar estes dispositivos apesar de a Lei ser explícita quanto à necessidade de apoio técnico habilitado. É então extremamente importante que as pessoas tenham conhecimento sobre Eletrônica para entenderem o princípio de funcionamento das cercas energizadas, compreenderem o que dispõe a Lei e serem capazes de se posicionar sobre o assunto.

Para compreender as possíveis conseqüências da passagem da corrente elétrica pelo organismo, os estudantes devem saber interpretar gráficos, como aqueles da NBR 6533², assim como possuírem conhecimentos básicos de Cálculo e Biologia. Para que saibam argumentar, devem dominar não só os conhecimentos acima mencionados, como também saber de quem é a responsabilidade pela instalação das cercas energizadas e como a Câmara de Vereadores, a Prefeitura, o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) e o Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA) se relacionam com este tema.

Este trabalho tem como objetivo proporcionar aos estudantes uma utilização prática do conhecimento científico sobre cercas energizadas, tornando-os aptos a exercerem o seu papel com responsabilidade social na comunidade. Isto só é conseguido se as pessoas possuírem um conhecimento adequado sobre os vários aspectos que permeiam o tema.

O objetivo do trabalho com este tema também é possibilitar que os estudantes possam:

²Maiores informações sobre a NBR 6533, que discute o Estabelecimento de segurança aos efeitos da corrente elétrica percorrendo o corpo humano podem ser obtidas nas normas da ABNT- NB-663/1979 . Disponível em www.abnt.org.br

- a) utilizar o conhecimento científico para explicar o princípio de funcionamento das cercas energizadas;
- b) utilizar o conhecimento científico para entender os riscos ao se utilizar cercas energizadas, estudando os efeitos da corrente elétrica sobre o organismo humano;
- c) usar o conhecimento científico para interpretar e analisar a Lei No. 4591;
- d) desenvolver alternativas para esclarecer a população sobre o assunto, enfatizando os itens acima mencionados, utilizando a Física Clássica, a Física Moderna e Contemporânea, aliando-se, se for preciso, a outras disciplinas e até mesmo a outras áreas.

CAPÍTULO 5

DESCRIÇÃO METODOLÓGICA DA IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA

Na primeira fase da implementação da proposta, verificou-se o que os alunos do 3º ano do ensino médio do CEFET de Pelotas e integrantes da comunidade pelotense sabiam sobre:

- a) aspectos relacionados ao movimento CTS;
- b) a Lei que dispõe sobre instalações de cercas energizadas do município de Pelotas;
- c) o princípio de funcionamento das cercas;
- d) as vantagens deste dispositivo eletrônico de segurança;
- e) as desvantagens e possíveis riscos.

Para isso, foi elaborado e validado um instrumento de levantamento dos conhecimentos dos alunos e da comunidade sobre o tema (Goulart e Santos, 2007).

No CEFET de Pelotas foram entrevistados 43 estudantes do 3º ano do Ensino Médio, das turmas 304 (turno da manhã) e 322 (turno da tarde). O instrumento de coleta de dados foi respondido pelos alunos em suas próprias salas de aula, no dia 5 de julho de 2006.

Na comunidade foram entrevistadas 20 pessoas, com idades entre 18 e 61 anos, que residem nos mais variados bairros da cidade de Pelotas (como o Centro, Fragata, Areal, Três Vendas e Navegantes, por exemplo), no mês de junho de 2006. A diversidade de informantes foi favorecida pela escolha do local das entrevistas.

Os instrumentos aplicados no CEFET de Pelotas e no calçadão do centro da cidade de Pelotas possuíam uma pequena diferença. A seção 2 dos instrumentos eram idênticas, enquanto a seção 1 do instrumento aplicado na comunidade possuía 8 questões, e a aplicada no CEFET possuía 10 questões. O instrumento que foi utilizado para coletar informações na comunidade foi aplicado em dois dias consecutivos, 28 e 29 de junho de 2006, no calçadão do centro da cidade de Pelotas.

Na aplicação do instrumento foi solicitado que os entrevistados lessem atentamente as informações do cabeçalho e foi também solicitado que todos livremente manifestassem sua opinião e conhecimento sobre o assunto.

Todas as pessoas entrevistadas no calçadão da cidade mostraram-se bastante receptivas para responder o questionário. Nove entrevistados possuíam uma renda familiar de até 3 salários mínimos, 8 participantes tinham uma renda de 3 a 10 salários mínimos, enquanto as maiores rendas familiares foram de três entrevistados, ficando entre 10 e 20 salários mínimos.

Com relação ao nível de escolaridade, 7 entrevistados no calçadão possuíam primeiro grau incompleto e 1 o primeiro grau completo. Enquanto 5 participantes haviam concluído o ensino secundário, 3 não. Somente 3 entrevistados responderam ter concluído o ensino superior, e 1 não havia concluído esse nível de escolaridade.

Esse levantamento inicial permitiu a *codificação*, ou seja, levantamento das informações necessárias para a fase seguinte que é de *problematização* do conhecimento que o aluno possui, assim como o delineamento do trabalho a ser realizado.

O instrumento de coleta de dados é constituído por duas seções. A primeira seção é formada por questões do tipo Likert (1976) elaboradas com o objetivo de verificar a concepção dos entrevistados sobre *Epistemologia da Ciência e interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade*. A segunda seção, consta de questões sobre o conhecimento de Física que há por trás do funcionamento das cercas elétricas; sobre a Legislação específica que regulamenta a instalação das cercas e que permite investigar a relação entre as pessoas e este dispositivo tecnológico e como este influencia na vida dessas pessoas.

Na estudo dos dados da primeira seção do instrumento realizamos uma análise de consistência interna utilizando o pacote estatístico *SPSS for Windows, release 11.0*. Em virtude de a confiabilidade ser um dos aspectos fundamentais associados ao instrumento analisamos a fidedignidade do mesmo.

“A fidedignidade de um instrumento refere-se à estabilidade, à reprodutibilidade, à precisão das medidas por ele obtidas, ou seja, ao grau de consistência dos valores medidos (Moreira e Veit, 2003)”.

A correlação é a estatística utilizada para encontrarmos a fidedignidade. Nosso intuito é encontrar o coeficiente de fidedignidade para o instrumento elaborado, com o objetivo de analisar a confiabilidade associada às medidas. Coeficientes de fidedignidade de valor +1 significam fidedignidade perfeita. Caso encontremos coeficiente de fidedignidade entre 0 e 1, interpretamos este resultado como um grau

intermediário de fidedignidade para o instrumento. Se a correlação ou o coeficiente de fidedignidade apresentar valor próximo de zero, teremos uma evidente falta de fidedignidade para o instrumento elaborado. Outro fator que consideramos foi o valor do coeficiente de correlação de Pearson (ou coeficiente de correlação item-total). Ele possui sempre valor de -1 a +1 e representa uma medida da relação linear entre duas variáveis. Se encontrarmos zero para o coeficiente de correlação item-total não há relação linear entre tais variáveis. O coeficiente de fidedignidade é obtido por meio do coeficiente alfa de Cronbach (Moreira e Silveira, 1993).

Após o levantamento dos dados na primeira aplicação do instrumento, foi realizada uma análise destas informações. A análise quantitativa das informações da primeira seção do instrumento aplicado na comunidade, com a obtenção do coeficiente alfa de Cronbach (alfa=0,4684), revelou a necessidade de readequação do instrumento com a retirada de duas questões. Com a eliminação dos itens 1 e 2, houve um aumento considerável no valor do coeficiente alfa de Cronbach (alfa= 0,6499).

Os critérios utilizados para analisar quantitativamente a primeira seção dos instrumentos aplicados no calçadão do centro de Pelotas e no CEFET foram semelhantes.

O instrumento aplicado aos alunos também revelou a necessidade de readequação com a eliminação de duas questões. A análise permitiu observar o pequeno valor associado ao coeficiente alfa de Cronbach (alfa=0,3827) quando no instrumento constavam as questões 1 e 2 e o aumento substancial caso fossem eliminados estes itens (alfa=0,6219). Desta forma, com a readequação do instrumento, a primeira seção do questionário aplicado na turma em que foi realizada a implementação da proposta foi constituída por 8 questões tipo LIKERT (ver APÊNDICE 2).

Na análise de dados da segunda seção do instrumento realizamos uma análise qualitativa do conteúdo das respostas dos informantes. Os resultados da aplicação dos questionários também serviram para subsidiar o planejamento das aulas da Unidade Temática e a elaboração do material instrucional.

O material instrucional elaborado utilizado no desenvolvimento das aulas foi disponibilizado aos alunos por meio de um sítio na *internet*. Os textos também foram disponibilizados no setor de cópias do grêmio estudantil da Escola.

A maioria das aulas ocorreu na sala ambiente de Física e Matemática da Coordenadoria denominada CINAT (Ciências da Natureza, Matemática e suas

Tecnologias) do CEFET de Pelotas. A implementação da proposta iniciou em 28 de março e finalizou em 28 de junho de 2007.

Com relação à metodologia utilizada na implementação do trabalho, deu-se ênfase ao processo de codificação-problematização-descodificação elaborada por Paulo Freire e interpretada e traduzida por Delizoicov e Angotti (1991) por meio dos chamados momentos pedagógicos, já apresentados no Capítulo 3. Estes momentos estão intimamente relacionados ao tema de trabalho desta dissertação da seguinte forma:

1º momento: problematização inicial.

Nesta fase apresentam-se aos alunos situações ou questões reais envolvendo cercas energizadas. Problematiza-se a questão do seu funcionamento, das responsabilidades de quem compra e quem instala, dos possíveis problemas que uma descarga elétrica (choque) pode causar no organismo de uma pessoa, etc.. A idéia é iniciar a abordagem com pequenos questionamentos. Primeiro as discussões serão em pequenos grupos, para depois serem socializadas no grande grupo.

O objetivo é que o aluno ao se deparar com suas próprias interpretações sobre o tema possa analisá-las criticamente. A meta desta etapa é que o aluno compreenda que está diante de um problema real e atual, sendo necessário que se aproprie de outros conhecimentos para resolver a situação-problema e se posicionar a respeito.

2º momento: organização do conhecimento.

Nesta fase são trabalhados os conceitos que os alunos precisarão utilizar para resolver as situações problema. As mais variadas estratégias serão trabalhadas de modo que o aluno se aproprie do conhecimento científico, para que possa enfrentar a situação problema.

A maior parte das aulas foi ministrada em uma sala ambiente do CEFET de Pelotas, onde foram realizadas aulas com debates, em pequenos grupos, demonstrativas, aulas práticas com montagens de experimentos pelos alunos, utilização dos microcomputadores para trabalhos de pesquisa, trabalhos em animações relacionados aos conceitos físicos pertinentes ao tema.

3º momento: aplicação do conhecimento.

Utiliza-se nesta fase os conceitos que os alunos construíram para explicar a problematização inicial, e para ir mais além. Por exemplo, o aluno estudou os conceitos que estão envolvidos com o transformador no circuito da cerca energizada, mas ele precisa compreender que existem muitas outras aplicações para este dispositivo e que as teorias que explicam seu funcionamento também são capazes de explicar o funcionamento de outros aparelhos. Trata-se da etapa de generalização do conhecimento.

Após o período de implementação da proposta houve aplicação de um questionário final, com a realização de avaliação das atividades pelos estudantes. O questionário final foi elaborado envolvendo as mesmas habilidades presentes no questionário inicial. O objetivo foi realizar um levantamento das involuções e evoluções na aprendizagem em Física e nas concepções dos estudantes relacionadas a aspectos epistemológicos da Ciência e sociais relativos ao uso de cercas elétricas. Esta última etapa encerra o levantamento de dados de implementação da proposta para a elaboração desta dissertação de mestrado.

CAPÍTULO 6

CONTEXTO DE IMPLEMENTAÇÃO DA UNIDADE TEMÁTICA NA ESCOLA, POSSIBILIDADES E DIFICULDADES

A implementação da unidade temática referente a este trabalho ocorreu na escola na qual o autor leciona desde 1998, hoje denominada Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas, e que em 2007 completou 64 anos de história. Atualmente esta Unidade de Ensino, juntamente com a Unidades de Sapucaia do Sul, Charqueadas e Passo Fundo formam o CEFET-RS.



Figura 1 - Foto com vista frontal do Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas

Pelotas está localizada a aproximadamente 250 km de Porto Alegre; denominada anteriormente de freguesia São Francisco de Paula, foi fundada em 1812. Hoje possui mais de 340.000 habitantes e é conhecida como cidade universitária, já que conta com o CEFET, duas Universidades, outras Instituições de Ensino Superior privadas (Faculdades), cinemas e teatros, que tornam real a idéia desta cidade como pólo educacional e cultural da metade sul deste Estado, além de contar com vários prédios tombados pelo patrimônio histórico.



Figura 2 - Foto do calçadão da cidade de Pelotas

A Unidade de Pelotas oferece Cursos Básicos, Ensino médio (últimas turmas em andamento), Ensino Médio para Adultos, dez Cursos Técnicos (Design de Móveis, Edificações, Eletrotécnica, Eletrônica, Mecânica Industrial, Manutenção Eletromecânica, Programação Visual, Química, Sistemas de Informação e Sistemas de Telecomunicações). Oferece, ainda, seis Cursos de Graduação (Automação Industrial, Controle Ambiental, Engenharia Elétrica, Saneamento Ambiental, Sistemas de Telecomunicações e Sistemas para Internet), um curso de Formação Pedagógica e um de pós-graduação (Linguagens Verbais e Visuais e suas Tecnologias).

Os cursos do CEFET da Unidade de Pelotas são muito concorridos não só por estudantes desta cidade, mas por muitos oriundos de cidades próximas como Rio Grande, Turuçu, Arroio Grande, Canguçu, São Lourenço, Morro Redondo e Capão do Leão, que vêm na Escola uma oportunidade de qualificar-se a fim de poder concretizar seus anseios.

O Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas conta com laboratórios de Física e duas salas ambiente, uma destinada exclusivamente a aulas de Biologia e Química e outra para aulas de Física e Matemática. Em virtude de uma reforma da sala ambiente de Física e Matemática a Unidade Temática iniciou em uma sala de Informática do Curso Superior de Saneamento. Com o término da reforma todas as aulas passaram a ser ministradas na sala Ambiente de Física e Matemática pertencente à CINAT (Coordenadoria de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias).



Figura 3 - Foto da sala ambiente de Física e Matemática do Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas

Esta sala conta com 14 microcomputadores conectados à *internet* com a possibilidade de utilização de projetor multimídia. Além disso, foram disponibilizados para a implementação da Unidade Temática 12 multímetros e 12 *proto-boards* para a montagem de circuitos. Apesar das excelentes condições de infra-estrutura da Unidade de Pelotas foi necessária a produção de alguns materiais com recursos da UFRGS e pessoais. Com os recursos da UFRGS foi possível a confecção da cerca elétrica didática. Com recursos pessoais foi possível a aquisição de vários componentes eletrônicos que serviram para as montagens de circuitos elétricos e eletrônicos sugeridos em Guias de Experimentos.

Como mencionamos anteriormente, a atividade foi implementada em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio. Esta turma era constituída por 21 alunos e alunas que freqüentam a escola no turno vespertino. A atividade foi implementada no terceiro e último trimestre letivo por constituir-se de conteúdo disciplinar associado ao tema das cercas energizadas. Salienta-se que o calendário do CEFET, devido às greves de anos anteriores, é atípico com término do ano letivo em junho.

O currículo desenvolvido com os estudantes na disciplina de Física é tradicional, o que acarretou dificuldades relativas à fragmentação do conteúdo curricular e sua carga conceitual. Os estudantes nos trimestres anteriores haviam estudado Eletrostática (carga elétrica, lei de Coulomb, campo elétrico, diferença de potencial elétrico e capacitores) e Eletrodinâmica (corrente elétrica, resistência elétrica, lei de Ohm, potência elétrica, circuitos elétricos de corrente contínua). No terceiro trimestre deveriam estudar

Eletromagnetismo (magnetismo, ação do campo magnético, campo magnético por corrente elétrica, indução eletromagnética), no entanto a abordagem CTS utilizada na implementação não apenas introduziu o conteúdo Eletromagnetismo como recuperou conteúdos anteriormente trabalhados e propôs um tema não previsto, a Física Moderna e Contemporânea.

Essa abordagem não linear e contextual tornou-se um desafio para os estudantes na medida em que situações-problema mais complexas exigem um tratamento que não seja fragmentário, mas sim capaz de, se necessário for, abarcar conceitos já desenvolvidos em trimestres anteriores, conteúdos que não estejam contemplados no programa, ou naquele ano. Por exemplo, há situações-problema no Eletromagnetismo que envolvem conceitos da Cinemática, das Leis de Newton e do Eletromagnetismo. Há situações que exploram conceitos da Física Moderna e Contemporânea e Física Clássica. Há ainda aquelas questões que conectam conceitos da Termologia e da Eletricidade. Um currículo fragmentado dificulta a abordagem de situações reais mais complexas. A utilização dos conceitos unificadores ajuda muito a reduzir este problema.

Outro problema identificado durante o trabalho foi a falta de tempo dos alunos para a realização das atividades extra-classe, ou porque estavam matriculados em curso técnico do próprio CEFET, ou em outra instituição de nível técnico, ou em curso pré-vestibular. Essa dificuldade se manifestou principalmente durante a implementação da proposta. Aproximadamente três semanas depois do início da implementação da proposta, um dos estudantes disse que preferia aulas tradicionais, com as quais estava acostumado até então. A maior parte dos alunos não estava respondendo adequadamente as questões presentes no fórum de discussão, com as leituras sugeridas, e não estava postando os trabalhos de grupo nas datas solicitadas.

Essa dificuldade foi, em parte, sanada com um acordo entre o professor e os alunos no sentido de, como estes diziam não possuir tempo disponível fora de aula e era difícil a postagem dos trabalhos no TELEDUC, diminuir o volume de trabalho extra-classe e focar o trabalho nas aulas presenciais, mantendo o foco nos momentos pedagógicos, na problematização e na dialogicidade.

CAPÍTULO 7

APRESENTAÇÃO DO MATERIAL INSTRUCIONAL E DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA

7.1 – Material Instrucional

O material deste trabalho inclui uma cerca elétrica didática, textos didáticos, guias de experimentos contendo vídeos, animações interativas e atividades complementares, que têm a função de facilitar a aprendizagem no decorrer da implementação da proposta e estão organizados no CD-ROM (Apêndice 1) que acompanha esta dissertação. Observa-se na Figura 4 a tela inicial de acesso aos elementos disponíveis no CD-ROM.



Figura 4 – Tela inicial de acesso aos elementos disponíveis no CD-ROM






<p>PROBLEMATIZAÇÃO</p> <p>Nesta etapa são feitos vários questionamentos sobre o tema. Eles são elaborados com o intuito de aguçar a curiosidade sobre o assunto sem a preocupação de que sejam rapidamente solucionados.</p>

<p>ATIVIDADES</p> <p>Esta parte é composta por atividades escolhidas ou elaboradas com o objetivo de trabalharmos os conceitos físicos envolvidos no texto. Para que sigamos no estudo do assunto é importantíssimo que realizemos pelo menos parte das atividades propostas em cada capítulo.</p>

<p>LINK</p> <p>Esta etapa <i>sugere</i> uma consulta em alguma outra parte do material instrucional no sentido de aprofundar o assunto proposto. Este <i>link</i> poderá ser para algum <i>Guia de experimento</i>, <i>Animação interativa</i> ou <i>Atividade extra</i>.</p>

<p>ENTREVISTA</p> <p>Esta parte presente em alguns capítulos sugere que você entreviste pessoas que de alguma forma estejam envolvidas com o assunto (médicos, representantes do INMETRO, etc.) e que ajudem na elucidação de conceitos pertinentes ao tema proposto. Ela tem o objetivo de que possamos nos aprofundar no assunto em questão, sendo que algumas vezes esta entrevista poderá ter o objetivo de levantar o conhecimento do entrevistado sobre o assunto.</p>

Figura 6- Signos que identificam tarefas e possibilidades contidas nos textos didáticos

A cerca elétrica didática mostrada na Figura 7 foi projetada e construída com o apoio do setor de Eletrônica do Instituto de Física da UFRGS, no intuito de que fossem analisadas as questões técnicas e princípios físicos envolvidos no funcionamento deste

dispositivo tecnológico; a visualização desse dispositivo é possível no CD-ROM que acompanha esta dissertação.

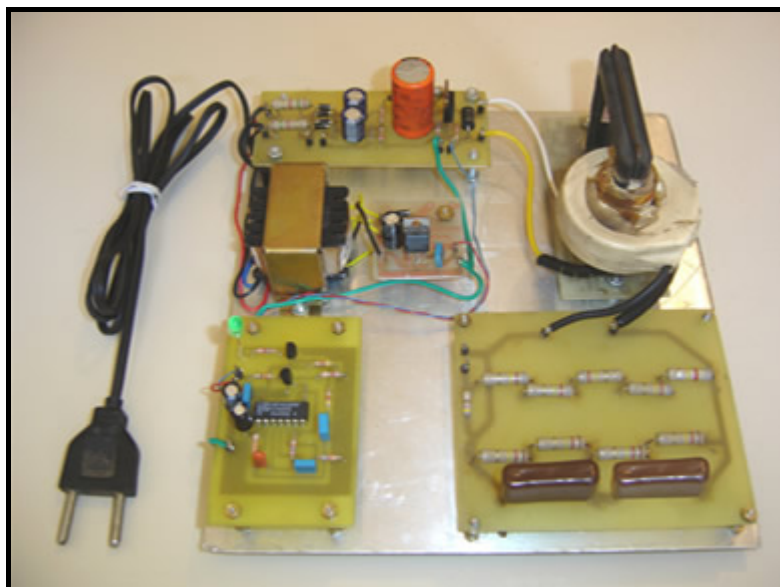


Figura 7 – Cerca elétrica didática

O material didático também é constituído por 13 Guias de Experimentos. A grande maioria desses guias sugere a montagem de experimentos com a finalidade de que os próprios estudantes coloquem a “mão na massa”, que possam eles próprios chegar a conclusões para, posteriormente, participar de debates conduzidos pelo professor.

O papel do laboratório não pode jamais ser esquecido. Conforme foi mencionado no Capítulo 3, de acordo com Delizoicov e Angotti (1991), seu papel é muito mais do que o de fazer algumas experiências, para comprovar teorias. O que realmente é importante neste processo é que o estudante entenda que a estrutura do conhecimento científico é formada também pela realização de experimentos. De acordo com esses autores é importante buscar sempre uma relação complementar entre teoria e experimentação.

Convém salientar também que os guias 1, 2, 5, 6, 8, 9, 10, 11 e 12 acompanham vídeos que possuem o objetivo de facilitar a compreensão sobre cada experimento proposto. Os 13 vídeos produzidos podem ser utilizados na problematização inicial ou na organização do conhecimento, de acordo com o assunto que esteja sendo desenvolvido.

Na Figura 8 é possível observar como os Guias de Experimentos estão subdivididos e os vídeos disponíveis.

PÁGINA INICIAL	APRESENTAÇÃO	TEXTO DIDÁTICO	GUIAS DE EXPERIMENTOS	ANIMAÇÕES INTERATIVAS	ATIVIDADES EXTRAS
			GUIAS	VÍDEOS	
			GUIA 1- Familiarizando-se com o proto-board	video	
			GUIA 2- Circuitos Série, Paralelo e Misto	video1 video2	
			GUIA 3- Experimento com medidor de energia elétrica		
			GUIA 4- Indução Eletromagnética		
			GUIA 5- Carga e descarga de capacitores I	video	
			GUIA 6- Circuito com um diodo semiconductor	video	
			GUIA 7- Circuito com um LED		
			GUIA 8- Carga e descarga de capacitores II	video1 video2	
			GUIA 9- Circuito com um trim-pot	video1 video2	
			GUIA 10- Transformação de corrente alternada em contínua	video	
			GUIA 11- Circuitos com transistor	video1 video2	
			GUIA 12- Circuito com SCR	video	
			GUIA 13- Circuito com função lógica "Não"		
			Referências bibliográficas		
			LEGISLAÇÃO	TELEDUC	SITES INTERESSANTES
					CONTATO

Figura 8 - Guias de Experimentos

O material didático conta também com sete animações interativas confeccionadas com o aplicativo *Macromedia Flash*. A problematização faz parte da estrutura do texto didático, dos guias de experimentos e das animações. Assim, cada animação traz consigo uma problematização e deve ser utilizada conjuntamente com o texto, podendo também ser usada com algum experimento, dependendo do tópico que está sendo trabalhado.

Se por acaso o professor estiver desenvolvendo o assunto Física Quântica, mais especificamente os semicondutores, e está na iminência de estudar os diodos, pode utilizar os Guias de experimentos 6 e 7 e também as animações 2, 3, 4 e 5 na seqüência que achar mais conveniente. O importante é que estes recursos sejam utilizados de forma complementar com a teoria, e que sejam levados em conta os conceitos unificadores, os momentos pedagógicos, a problematização e a dialogicidade em aula.

A Figura 9 mostra a tela de acesso às Animações Interativas disponíveis no CD-ROM (Apêndice 1).

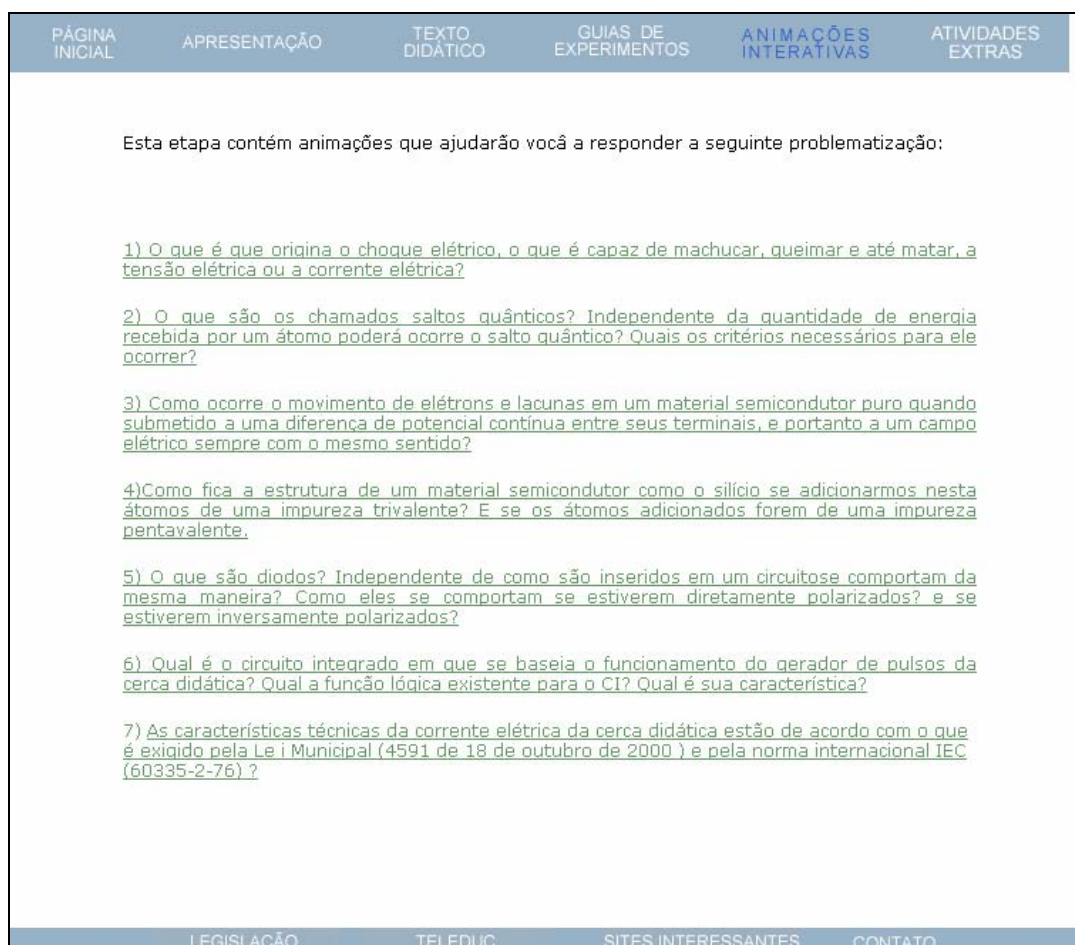


Figura 9- Animações Interativas

O material didático possui ainda quatro Atividades-extra, indicadas na Figura 10, que também podem ser utilizadas pelo professor dependendo das possibilidades como carga-horária, objetivos principais do curso, etc.. Neste trabalho foi realizada a atividade 4, por constituir-se num dos principais objetivos da Unidade Temática em questão.

Os textos, Guias de Experimentos, Animações Interativas e Atividades Extras foram associadas às Leis que regulamentam o assunto (do projeto e instalação das cercas elétricas) para serem disponibilizados aos alunos em um sítio denominado *fisicanarede.com*, que permaneceu disponível durante a implementação da proposta. Este material que durante a realização da experimentação didática esteve disponível na

rede (www.fisicanarede.com), agora pode ser acessado no CD-ROM que acompanha esta dissertação.

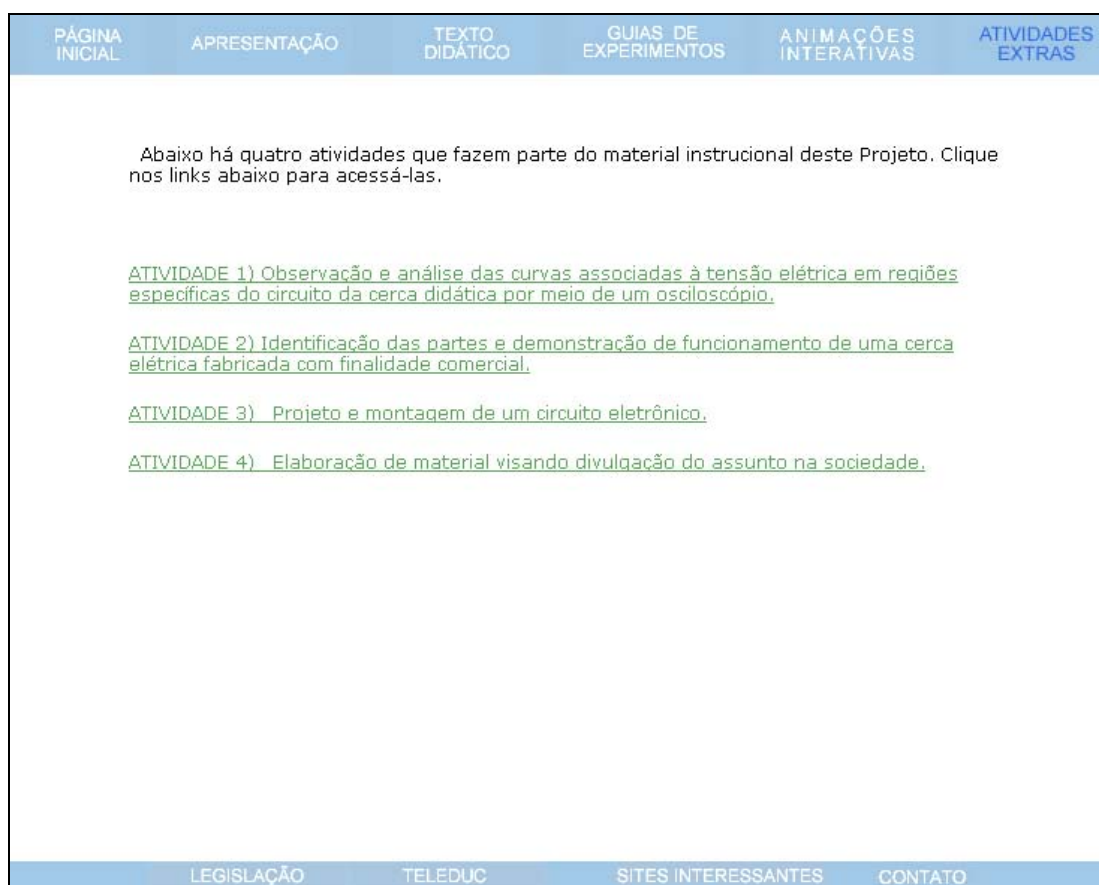


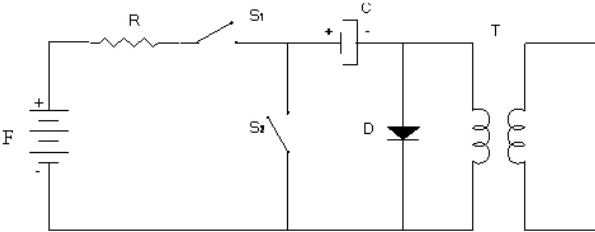
Figura 10 – Atividades-extra

7.2 - Planejamento e desenvolvimento didático

Os quadros a seguir resumem o planejamento e desenvolvimento didático do trabalho realizado na Turma 324, no período de implementação da experiência didática.

Na primeira coluna são organizadas as datas dos encontros em sala de aula, cada aula tinha duração de 45 minutos, sendo que os estudantes tinham três períodos de aulas semanais. Na segunda coluna, estão discriminados os assuntos discutidos durante cada encontro. Na terceira coluna são apresentados observações e comentários sobre o trabalho realizado nos encontros; essas informações foram selecionadas do diário de campo do professor-pesquisador.

DATA	ASSUNTO	OBSERVAÇÕES E COMENTÁRIOS
28/03 2 aulas	APRESENTAÇÃO DA UNIDADE TEMÁTICA	Neste dia houve a apresentação da proposta em duas turmas do terceiro ano do CEFET de Pelotas com o intuito de analisar a receptividade dos alunos com relação ao projeto. Embora as duas turmas demonstrassem interesse em participar do trabalho, somente uma delas foi selecionada, aquela cujos alunos demonstraram mais curiosidade e fizeram mais perguntas pertinentes em relação ao assunto em questão.
30/03 1 aula	APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO INICIAL	Neste encontro houve aplicação do questionário inicial. Os estudantes responderam ao questionário na própria aula destinada à disciplina de Física levando em torno de 35 minutos para entregá-lo. Nesta aula a página na <i>internet</i> foi apresentada aos alunos com disponibilização dos materiais: Capítulo 1- Introdução, Capítulo 2 – Eletricidade Básica e Exercícios do Capítulo 2.
04/04 2 aulas	CONSELHO DE CLASSE DO SEGUNDO TRIMESTRE	
11/04 2 aulas	BREVE APRESENTAÇÃO DA CERCA ELÉTRICA DIDÁTICA E DOS OBJETIVOS DA UNIDADE TEMÁTICA	<p>Inicialmente houve a apresentação da cerca elétrica didática em funcionamento e do diagrama parcial desse dispositivo. Foram apresentados alguns aspectos da Lei Municipal 4591 de 18 de outubro de 2000, vigente no município de Pelotas, que trata sobre a instalação de cercas elétricas.</p> <p>As principais problematizações nesta aula foram:</p> <p><i>Quais as etapas da cerca elétrica didática? Qual é o princípio de funcionamento do exemplar em questão?</i></p> <p><i>O que são resistores, capacitores, diodos, SCRs, transformadores e transistores? Que outros componentes fazem parte do circuito? De que são constituídos? Quais suas funções neste circuito em específico e em outros circuitos eletrônicos?</i></p> <p><i>O que consta nas normas e leis que regulamentam o assunto das cercas elétricas?</i></p> <p>Estas questões foram inseridas neste momento com o intuito de que os estudantes se sentissem desafiados a buscar um conhecimento que ainda não detinham.</p>

	<p style="text-align: center;">RESISTORES</p> <p style="text-align: center;">CÓDIGO DE CORES DOS RESISTORES</p>	<p>Embora os alunos já tivessem estudado os resistores, a grande maioria nunca tinha visto um e não conhecia o código de cores para este componente. Foi feita a seguinte problematização:</p> <p><i>Qual é a função do resistor (R) presente no diagrama parcial da cerca elétrica didática? Se ele fosse substituído por outro com faixas de cores diferentes, o que tenderia a ocorrer no circuito? Por quê? O que significam essas faixas?</i></p> <div style="text-align: center;">  <p>Diagrama parcial da cerca didática</p> </div> <p>Solicitou-se que os alunos realizassem apenas o item inicial da Parte 1 do Guia de Experimento nº 2. Desenvolveu-se junto aos alunos a teoria associada ao código de cores dos resistores e o que aconteceria na cerca elétrica didática se o resistor mencionado na pergunta fosse substituído por um de resistência elétrica maior, ou menor.</p> <p>Mostrou-se que em outros circuitos também existem resistores com faixas coloridas. Questionou-se o valor de resistência associada a estes. O objetivo foi deixar evidente que grande parte dos circuitos eletrônicos possui resistores com faixas coloridas e que é importante sabermos fazer uma leitura da resistência desse componente para analisar um circuito eletrônico real.</p> <p>No final da aula foram retomadas as questões da problematização inicial relacionadas aos resistores, extrapolando, procurando aplicar este conhecimento em outros circuitos que não o da cerca didática.</p> <p>Solicitou-se que os alunos resolvessem algumas questões de uma lista que foi preparada sobre o assunto (Exercícios 1,2,3,4,5 e 7 do capítulo 2) e postassem seu material no TELEDUC tão logo efetuassem sua inscrição, sendo que a data limite de entrega do trabalho era dia 16 de abril, segunda-feira. Foi pedido aos alunos que entregassem uma lista com seus endereços eletrônicos a</p>
--	---	--

		<p>fim de poder inscrevê-los de forma mais rápida no TELEDUC.</p>
<p>13/04 1 aula</p>	<p>TENSÃO ELÉTRICA, CORRENTE E CHOQUE ELÉTRICO</p>	<p>Este dia foi utilizado para inscrição dos alunos no TELEDUC. De acordo com os próprios estudantes era a primeira vez que em uma aula de Física tal recurso era utilizado.</p> <p>Esta aula foi utilizada para, além de inscrever os alunos no TELEDUC, disponibilizar aos mesmos uma das animações interativas, que trata sobre corrente elétrica, tensão elétrica e choque elétrico. Primeiramente iniciou-se com as seguintes problematizações:</p> <p><i>A que possíveis riscos a população fica submetida ao utilizar cerca elétricas para a segurança? Quais os efeitos da corrente elétrica ao percorrer o organismo humano?</i></p> <p>e ainda:</p> <p><i>Por que a corrente elétrica que circula por uma cerca elétrica deve ser intermitente ou pulsante?</i></p> <p>Após este questionamento e um pequeno debate, houve a apresentação da Animação Interativa 1. Essa animação traz a seguinte problematização:</p> <p><i>O que é que origina o choque elétrico, o que é capaz de machucar, queimar e até matar, a tensão elétrica ou a corrente elétrica?</i></p> <p>Foi permitido aos alunos que em grupos utilizassem livremente essa animação e depois fez-se um pequeno debate em torno do questionamento.</p> <p>Enfatizou-se que embora seja a corrente elétrica que produz os danos em um choque elétrico, quem causa esta corrente elétrica é uma diferença de potencial. Dialogamos sobre o significado das grandezas tensão elétrica, corrente elétrica e sobre o que é o choque elétrico. Os alunos demonstraram uma boa receptividade em utilizar a animação que foi confeccionada em <i>Flash</i>.</p> <p>A utilização da animação gerou um aprofundamento na questão dos choques elétricos, o que</p>

		<p>permitiu uma interpretação física sobre o artigo 12 da Lei Municipal nº 4591 de 18 de outubro de 2000, que expressa o seguinte:</p> <p style="text-align: center;"><i>“Art. 12º - Os arames utilizados para a condução da corrente elétrica da cerca energizada obrigatoriamente, deverão ser do tipo liso.</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Parágrafo Único - Fica expressamente proibida a utilização de arames farpados ou similares para a condução da corrente elétrica da cerca energizada.”</i></p> <p>Foi solicitado que os alunos respondessem a uma questão do Fórum de Discussões que tratava sobre a segurança na sociedade de forma geral. Solicitou-se que postassem a resposta até o dia 16, data limite também para entrega das questões da lista sobre resistores.</p> <p>Em virtude de a maioria dos alunos não ter realizado as atividades propostas até o dia 16, dia 17/04/2007 foi enviada a seguinte mensagem:</p> <p style="text-align: right;">Oi pessoal,</p> <p style="text-align: center;">estou esperando a contribuição de vocês no Fórum e na realização das atividades propostas.</p> <p style="text-align: center;">Aproveitem e participem do Mural presente no TELEDUC.</p> <p style="text-align: center;">Se conseguirem ainda nesta semana, preencham a seção Perfil, inserindo em que área pretendem atuar depois de cursarem o Ensino Médio.</p> <p style="text-align: right;">Qualquer dúvida podem enviar e-mail para:</p> <p style="text-align: right;">goulart@cefetrs.tche.br Um abraço a todos. Paulo.</p>
		<p>Solicitou-se que os estudantes organizados em grupos seguissem os passos do Guia de Experimento nº 2. Esse guia sugere a realização de atividades não meramente demonstrativas, mas</p>

<p>18/04 2 aulas</p>	<p>CIRCUITO SÉRIE, PARALELO E MISTO</p>	<p>práticas, onde os alunos devem montar pequenos circuitos com resistores e bateria e analisar fisicamente o que acontece depois de montá-los. Alguns alunos mencionaram que as aulas que eles tinham anteriormente não eram demonstrativas, nem práticas, ou seja, eles não estavam acostumados a colocar a “mão na massa” em Física, construindo circuitos, lendo e pesquisando sobre os temas trabalhados em aula.</p> <p>Notou-se nos alunos a dificuldade de utilizar o texto como fonte de consulta. Eles pareceram muito dependentes esperando que fossem fornecidas respostas prontas, e demonstraram certa preguiça para consultar o material. Isto evidenciou que os alunos não estavam acostumados a ler textos de Física, ou talvez de qualquer outra disciplina. Talvez isto se deva à forma como o Ensino de Física é trabalhado na maior parte das aulas. Os alunos de uma forma passiva esperam o professor escrever o assunto no quadro e resolver os exercícios que em sua maioria contêm cálculos. E a avaliação é constituída de exercícios na maioria das vezes iguais aos trabalhados em aula, tendo apenas os números alterados.</p> <p>No final da aula foi realizado um debate retomando a problematização inicial do Guia 2, e aplicando o conhecimento em outros circuitos e situações. Enfatizou-se que uma das principais funções de associar resistores em série e paralelo na eletrônica é a de conseguir resistências diferentes de valores comerciais dos resistores. Por exemplo, se alguém necessita de um resistor com 30Ω de resistência para um circuito, certamente não encontrará no mercado um componente com este valor comercial, mas se fizer uma associação é possível obter o que precisa.</p> <p>Em virtude de a maioria não postar os exercícios, mesmo depois de ter sido enviado o e-mail anterior, foi enviado outro e-mail dia 19/04/2007 modificando a data de entrega dos trabalhos e informando que estaria sendo deixado o material trabalhado em aula, até então veiculado via <i>internet</i>, no setor de cópias do Grêmio Estudantil.</p> <p style="text-align: right;">Olá pessoal!</p> <p>Como mencionei em aula, os textos e atividades da Unidade Temática que estamos trabalhando encontram-se na rede no endereço fisicanarede.com</p> <p>A partir de quinta-feira (19/04), às 13 h 30 min, o material que está na página até o momento ficará à disposição no setor de cópias do Grêmio Estudantil, caso alguém tenha interesse.</p>
--------------------------	---	---

		<p>O prazo máximo para a postagem dos trabalhos em grupo e individuais solicitados até o momento é na sexta-feira (20/04/2007). Atentem para os prazos de entrega dos trabalhos.</p> <p>Caso alguém tenha alguma dúvida, envie e-mail: goulart@cefetrs.tche.br</p> <p>Abraços.</p> <p>Paulo.</p>
<p>20/04 1 aula</p>	<p>CAPACITORES</p>	<p>Nesta aula houve a introdução de aspectos característicos de componentes denominados capacitores. Embora os estudantes já tivessem estudado sobre este componente dialogamos no sentido de saber o que lembravam. A maioria sabia sobre a grandeza capacitância, mas não tinha familiaridade com a leitura e interpretação relativa à especificação destes componentes.</p> <p>A problematização inicial foi:</p> <p><i>Por que alguns equipamentos mesmo depois de apertarmos o botão com o intuito de desligá-lo fica durante algum tempo funcionando? Situação evidenciada pelo LED aceso por um curto intervalo de tempo. De onde vem a energia para que isto aconteça?</i></p> <p>Nesta aula foi disponibilizado para os alunos na página e no TELEDUC o Texto Didático, capítulos 3, 4 e 5. Foi solicitado que os alunos desenvolvessem as atividades propostas no Guia de Experimentos nº 5 que trata sobre carga e descarga rápida de capacitores e que eles postassem o trabalho na própria aula.</p> <p>Foi também solicitado aos alunos que respondessem a questão número 2 do Fórum de Discussões, que é dividida em duas partes.</p> <p>Após a realização da atividade pertencente ao Guia de Experimento nº 5, houve pesquisa e debate sobre possíveis aplicações para os capacitores nos circuitos eletrônicos. Mencionou-se a associação deles em série com um resistor, situação que acontece na construção da cerca elétrica didática e que foi trabalhada posteriormente no dia 2 de maio com o Guia de Experimento nº 8.</p>

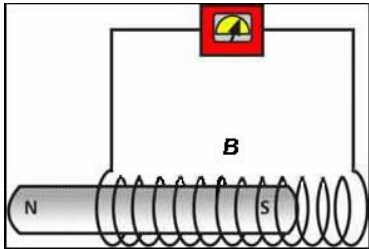
25/04 2 aulas	INTERMÉDIOS	Participação dos alunos em uma competição entre as turmas.
27/04 1 aula	INTERMÉDIOS	Participação dos alunos em uma competição entre as turmas.
02/05 2 aulas	CAPACITORES ENERGIA POTENCIAL ELÉTRICA DE UM CAPACITOR EM CIRCUITO RC	<p>A Lei 4591 de 18 de outubro de 2000, vigente no município de Pelotas expõe a seguinte obrigatoriedade no seu artigo 7º:</p> <p style="text-align: center;"><i>“Art. 7º - A unidade de controle deverá ser constituída no mínimo de um aparelho energizador de cerca que apresente 1 (um) transformador e 1 (um) capacitor.”</i></p> <p>A partir desta consideração há a seguinte problematização:</p> <p><i>Qual é o papel dos capacitores nos circuitos de grande parte das cercas elétricas comercializadas no mercado atualmente?</i></p> <p><i>Como conseguir que a corrente elétrica seja intermitente ou pulsante?</i></p> <p><i>Como é possível limitar a energia associada ao pulso em uma cerca elétrica?</i></p> <p>Nesta aula foi propiciado que os alunos desenvolvessem em grupo o Guia de Experimento nº 8 sobre carga e descarga de capacitores. Este guia tem como objetivo a montagem, pelos alunos, de um circuito RC série. É solicitado que eles façam mudanças no circuito, alterando a resistência e/ou a capacitância envolvidas de modo a construir o significado da constante de tempo de um circuito RC série. Um pouco antes do término desta aula foi proporcionada uma discussão a respeito das atividades propostas no guia onde se procurou salientar que o valor RC na carga do capacitor nos informa quanto tempo decorre entre o instante em que começa a carga do capacitor até o momento</p>

		<p>em que a tensão neste componente alcance aproximadamente 63% do valor da tensão aplicada pela bateria.</p> <p>Após a realização das atividades do Guia de Experimento nº 8 procurou-se aprofundar, com o que havia sido estudado até então, o diagrama parcial da cerca elétrica didática e, portanto, também o papel do capacitor no circuito desta cerca e da maioria das cercas elétricas comercializadas no mercado. Também foi enfatizado como deve-se proceder para projetar o circuito levando em consideração a energia máxima permitida para cada pulso.</p>
04/05 1 aula	ATIVIDADES DE PESQUISA	Aula destinada ao desenvolvimento de pesquisa por parte dos estudantes com o objetivo de elaborar um material que pudesse esclarecer a população sobre o assunto.
09/05 2 aulas	MAGNETISMO	<p>Aulas que abordam uma introdução ao Magnetismo. De início vem a seguinte problematização:</p> <p><i>Que fatores influenciam para que o pulso de tensão tenha amplitude extremamente alta e a corrente que circula pela cerca elétrica possua intensidade relativamente baixa?</i></p> <p>Para que haja um aumento na amplitude do pulso de tensão, obrigatoriamente deve haver um transformador elevador de tensão no circuito. Assim temos como pré-requisitos para uma melhor compreensão deste problema o estudo do Eletromagnetismo e do Magnetismo.</p> <p>Outros questionamentos foram realizados:</p> <p><i>1) Por que as bússolas podem ser consideradas um importante dispositivo para a orientação?</i> <i>2) Sul magnético coincide com sul geográfico?</i></p> <p>Estudamos nesta aula a origem da palavra magnetismo e a evolução do estudo do magnetismo no decorrer da História. Depois foi trabalhado o significado do vetor campo magnético,</p>

		<p>das linhas de indução de ímãs retos e em forma de ferradura, o campo magnético terrestre, o significado de declinação magnética.</p> <p>Após estes tópicos seguiu outra problematização:</p> <p><i>Somente por meio de ímãs é possível observar fenômenos magnéticos?</i></p> <p>Assim iniciou-se o estudo da experiência de Oersted. Foram abordados os tópicos Campo Magnético ao redor de um condutor retilíneo, Campo Magnético no centro de uma espira circular e Campo Magnético de um solenóide.</p> <p>Ao final da aula, foi estudado com maior profundidade o significado físico do vetor campo magnético.</p> <p>Houve um aprofundamento nos mais variados exemplos em que o significado do campo magnético está inserido em nosso cotidiano.</p>
11/05 1 aula	ATIVIDADES DE PESQUISA	Aula destinada ao desenvolvimento de pesquisa por parte dos estudantes com o objetivo de elaborar um material que pudesse esclarecer a população sobre o assunto.
16/05 2 aulas	FORÇA MAGNÉTICA SOBRE CARGAS ELÉTRICAS	<p>Em virtude desta Unidade Temática ter sido implementada no Ensino Médio, o planejamento não foi constituído só por conteúdos de Física relacionados diretamente com cargas elétricas, mas também por itens associados diretamente ao currículo escolar do terceiro ano e que não possuem relação direta com o tema. Assim, iniciou-se o estudo da força magnética sobre cargas elétricas, com enfoque em Eletrônica, e priorizou-se uma problematização inicial que enfoca a importância desta força no princípio de funcionamento de um tubo de TV.</p> <p><i>Explique o funcionamento de um tubo de TV com imagem em preto e branco, baseando-se no conceito de força magnética sobre cargas elétricas.</i></p>

		<p>Nesta aula foi desenvolvido o assunto <i>Força magnética sobre cargas elétricas</i> e foi disponibilizada uma lista de exercícios envolvendo o tema proposto.</p> <p>A aplicação do conhecimento neste tema foi desenvolvida com o exemplo da formação de um par de partículas pósitron e elétron no interior de um acelerador de partículas.</p>
18/05 1 aula	ATIVIDADES DE PESQUISA	<p>Aula destinada ao desenvolvimento de pesquisa por parte dos estudantes com o objetivo de elaborar um material que pudesse esclarecer a população sobre o assunto.</p>
25/05 1 aula	FORÇA SOBRE CONDUTORES PERCORRIDOS POR CORRENTE ELÉTRICA	<p>Aula expositiva e dialogada envolvendo <i>Força sobre condutores percorridos por corrente elétrica</i>. A problematização inicial foi construída a partir do princípio de funcionamento dos motores elétricos:</p> <p><i>Como funcionam os motores elétricos?</i></p> <p>Desenvolveu-se o assunto <i>Forças sobre condutores percorridos por corrente elétrica</i>. Nesta aula foi disponibilizada uma lista de exercícios envolvendo o tema da aula.</p> <p>A aplicação do conhecimento neste tema foi desenvolvida retornando-se à problematização inicial, somando-se a isto a exploração do funcionamento dos medidores elétricos.</p>
		<p>No início desta aula foram resolvidos junto com os estudantes alguns exercícios envolvendo o assunto da aula anterior.</p> <p>Depois, houve uma aula expositiva e dialogada envolvendo a Lei de Faraday. Foram feitos</p>

30/05 2 aulas	LEI DE FARADAY	<p>os seguintes questionamentos:</p> <p>1) <i>O que é necessário acontecer para que a lâmpada do farol de uma bicicleta receba energia do dínamo nela instalado?</i></p> <p>2) <i>Explique o que ocorre fisicamente no giro de um eletroímã de uma usina termoelétrica.</i></p> <p>O assunto foi desenvolvido com os estudantes com a utilização de vários objetos que possuem ligação com o tema. Foi conseguido um dínamo de bicicleta, pequenos motorzinhos de corrente contínua, assim como alguns elementos utilizados para simularmos um dos experimentos clássicos de Faraday: um ímã reto e um solenóide de muitas espiras conectado a um medidor elétrico.</p> <p>Nesta aula foi realizada uma abordagem histórica sobre o tema enfatizando que a indução eletromagnética foi um assunto desenvolvido por Faraday na Inglaterra e Henry nos Estados Unidos. Enfatizou-se a vida de Faraday dando ênfase à sua persistência, dedicação e angústias ao realizar inúmeros experimentos e estudos teóricos na área de Química e Física na <i>Royal Institution</i>, em Londres. A aplicação do conhecimento foi desenvolvida fazendo uma comparação entre um gerador de usina hidrelétrica e dínamos de bicicleta.</p>
1º/06 1 aula	ATIVIDADES DE PESQUISA	<p>Aula destinada ao desenvolvimento de pesquisa por parte dos estudantes com o objetivo de elaborar um material que pudesse esclarecer a população sobre o assunto.</p>
		<p>Nesta aula o objetivo foi o de estudar a Lei de Lenz e os transformadores. A problematização inicial foi desenvolvida da seguinte forma:</p>

<p>06/06 2 aulas</p>	<p>LEI DE LENZ E TRANSFORMADORES</p>	<p>1) No experimento com ímã, medidor elétrico e um solenóide ao aproximarmos e afastarmos o ímã no sentido do centro do solenóide, o ponteiro do medidor altera de posição. O que significa esta alteração de posição?</p>  <p>2) É possível que um transformador funcione com a tensão de 9 V de uma bateria, por exemplo? Por quê?</p> <p>3) Se a eficiência de um transformador elevador for realmente satisfatória, a energia no secundário pode ser aumentada em relação àquela do primário? Explique.</p> <p>Nesta aula foi abordado o sentido da corrente elétrica induzida em um circuito em que ocorre indução eletromagnética.</p> <p>Depois utilizou-se um transformador didático enfatizando o princípio de funcionamento destes elementos e a importância que eles têm na distribuição de energia elétrica, nas cercas elétricas e em vários outros equipamentos eletrônicos.</p> <p>No final da aula foi realizado um debate e aprofundamento da função dos transformadores no circuito da cerca elétrica didática. Foi explicado o motivo do pulso de tensão possuir amplitude extremamente alta e a corrente produzida pela cerca elétrica didática possuir intensidade relativamente baixa.</p>
		<p>Aula expositiva e dialogada envolvendo a constituição, o princípio de funcionamento e a função de componentes eletrônicos como diodos e transistores. Inicialmente foi realizada a seguinte problematização:</p>

13/06 2 aulas	DIODOS, TRANSÍSTORES E AS CERCAS ELÉTRICAS	<p><i>Qual é o princípio de funcionamento dos diodos? Qual é o princípio e funcionamento dos transistores? Cite pelo menos uma função para cada um destes componentes no circuito da cerca elétrica didática.</i></p> <p>Nesta aula foram disponibilizadas as animações 2,3,4 e 5. As animações 2,3 e 4 foram utilizadas de forma demonstrativa e a animação 5 foi utilizada pelos alunos de forma prática. Cada grupo se reuniu em um microcomputador para realmente interagir com esta animação.</p> <p>Após o estudo do funcionamento dos diodos, retornou-se à cerca didática para citar pelo menos a função de um deles no circuito.</p> <p>Extrapolando o caso dos diodos, partiu-se para o estudo da teoria dos transistores e função de pelo menos um deles no circuito da cerca elétrica didática.</p> <p>Depois foram analisadas as principais etapas da cerca elétrica didática, que são 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> • fonte de alimentação para a carga do capacitor; • circuito de disparo; • transformador elevador de tensão; • gerador de pulsos; • aplicação do pulso de alta tensão: Divisor resistivo e Carga.
15/06 1 aula	APRESENTAÇÃO DO TRABALHO FINAL	Apresentação do trabalho por um dos grupos e comentários.
20/06	APRESENTAÇÃO DO TRABALHO FINAL, COMENTÁRIOS E	

2 aulas	APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO	Apresentação do trabalho pelo restante dos grupos e aplicação do questionário final.
22/06 1 aula	REAVALIAÇÃO	
27/06 2 aulas	EXAME FINAL	
28/06 1 aula	CONSELHO DE CLASSE	

CAPÍTULO 8

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS REFERENTES AOS QUESTIONÁRIOS INICIAL E FINAL

8.1- Resultados e análises do questionário diagnóstico

Na aplicação do questionário diagnóstico foram entrevistados 19 dos 21 alunos do 3º ano do Ensino Médio, matriculados na turma que participou da implementação do trabalho. O instrumento de coleta de dados foi respondido pelos alunos em sala de aula no dia 30 de março de 2007, às 15 horas. Participaram desta fase 16 estudantes do sexo masculino e 3 estudantes do sexo feminino que levaram cerca de 35 minutos para responder todas as questões.

Os estudantes residiam nos mais variados bairros de Pelotas. Cinco estudantes moravam no Fragata, 3 no Bairro Três Vendas, 2 no Centro e 2 na Cohab Tablada. Também participaram da experiência representantes dos Bairros Areal, Navegantes, Simões Lopes e Dunas. A maioria dos estudantes (N=9) possuía 17 anos de idade, 5 estudantes possuíam 18 anos, 3 possuíam 19 anos, 1 possuía 16 anos e outro 20 anos de idade. Isto fez com que a média etária dos alunos fosse de 17,68 anos.

Este questionário inicial teve o objetivo de levantar o conhecimento e a opinião dos alunos sobre o tema em questão, visando fornecer informações que permitissem a construção dos materiais necessários para as fases seguintes: de problematização, organização e aplicação do conhecimento.

O instrumento de coleta de dados é constituído por duas seções. A primeira seção é formada por 8 questões do tipo LIKERT elaboradas com o objetivo de verificar a concepção dos entrevistados sobre *Epistemologia da Ciência e interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade*. A segunda seção, consta de questões sobre o conhecimento de Física que há por trás do funcionamento das cercas elétricas, sobre a Legislação específica que regulamenta a instalação das cercas, e permite investigar a relação entre as pessoas e este dispositivo tecnológico e como este influencia na vida destas pessoas.

Depois da leitura das instruções presentes no cabeçalho do questionário (APÊNDICE 2) ter sido realizada juntamente com os alunos, foi permitido que eles

livremente expressassem suas opiniões e conhecimentos sobre o tema que envolve este trabalho.

Após analisar as respostas da questão 1 associadas a todos os questionários, percebe-se pelo gráfico 1, que a maioria dos alunos (N=15) marcou o item 1. Isto significa que uma parcela significativa de alunos discorda plenamente que as decisões sobre a regulamentação das cercas elétricas devam ficar apenas com políticos e empresários do setor.

Na realidade, grande parte dos alunos entrevistados discorda dos encaminhamentos ocorridos durante a aprovação da Lei Nº 4591 no ano de 2000, quando somente o prefeito, vereadores e um empresário do setor participaram mais ativamente na elaboração desta Lei que regulamenta o projeto e instalação das cercas elétricas no município de Pelotas.

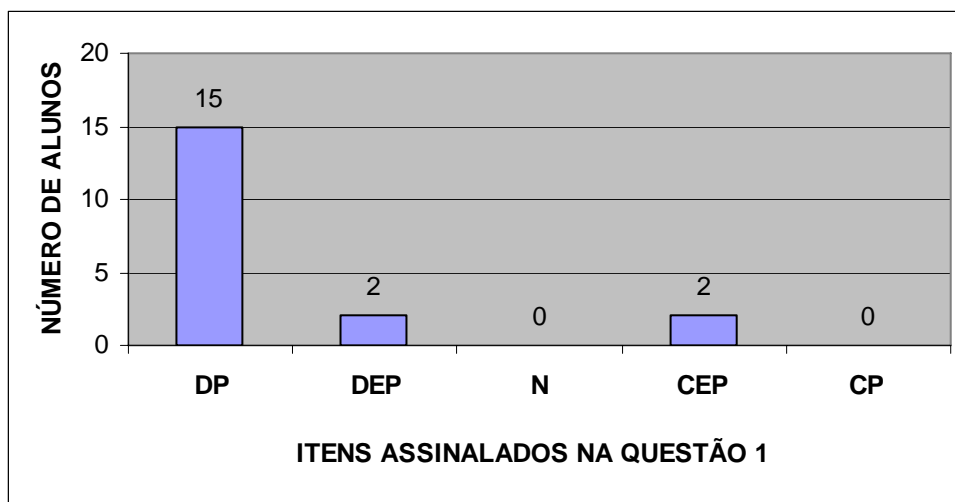


GRÁFICO 1- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 1³. *Decisões sobre a regulamentação das cercas elétricas devem ficar somente com políticos e empresários do setor.*

Depois da análise das respostas referentes à questão 2, é possível dizer que praticamente metade dos alunos entrevistados (N=10) concorda em parte com a idéia de que qualquer avanço na área da Ciência e Tecnologia tem o objetivo de melhorar o bem-estar da população. Sete alunos entrevistados concordam plenamente com esta

³ Os itens do questionário representados nos gráficos significam:

DP: Discordo plenamente.

DEP: Discordo em parte.

N: Não tenho certeza.

CEP: Concordo em parte.

CP: Concordo plenamente.

idéia. Note-se que embora praticamente a metade concorde em parte, o número de alunos que concordam plenamente com a idéia é relativamente grande.

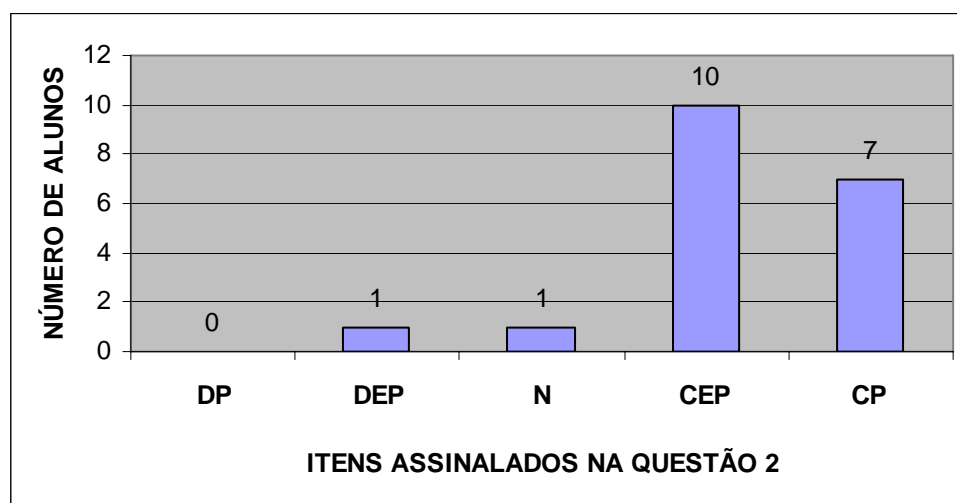


GRÁFICO 2- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 2. *Qualquer avanço na área da Ciência e Tecnologia tem o objetivo de melhorar o bem-estar da população.*

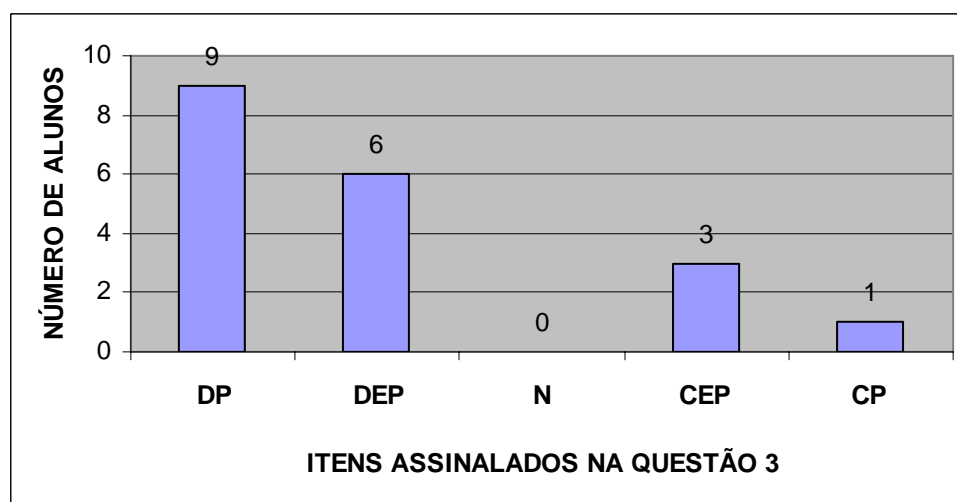


GRÁFICO 3- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 3. *Decisões envolvendo assuntos sobre Ciência e Tecnologia devem ficar apenas com cientistas, engenheiros e políticos.*

As respostas dos alunos para a questão 3 revelam algo que já havia sido observado na análise da questão 1: a maioria dos alunos discorda plenamente (N=9) e discorda em parte (N=6) com o fato de que as decisões envolvendo assuntos sobre

Ciência e Tecnologia devam ficar somente com cientistas, engenheiros e políticos. Eles parecem defender a participação de todos em decisões na sociedade e em assuntos envolvendo Ciência e Tecnologia.

A questão número 4 menciona que tópicos envolvendo *Cidadania* devem fazer parte apenas do Ensino de Ciências Humanas, em disciplinas como Geografia e História. Conforme podemos observar pelo Gráfico 4, grande parte dos alunos (N=8) discorda plenamente desta afirmação e um pouco menos (N=7) discorda em parte dela.

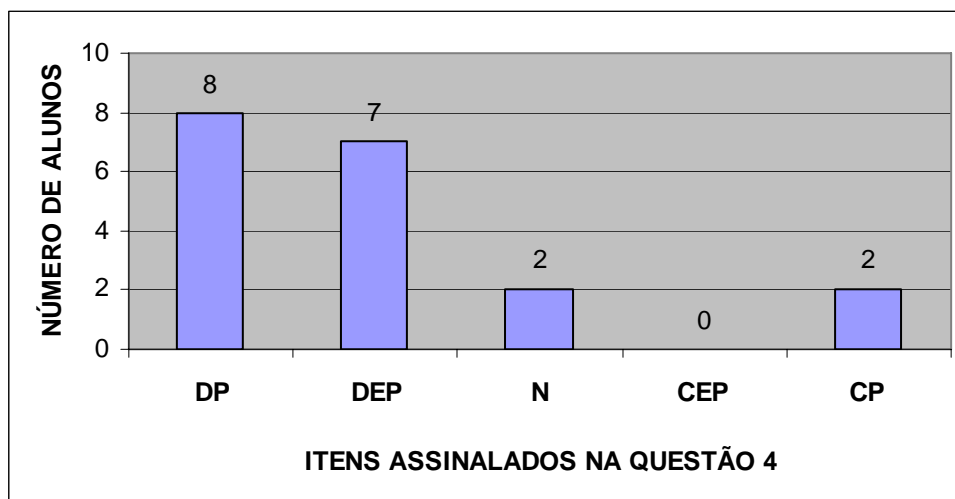


GRÁFICO 4- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 4. *Tópicos envolvendo Cidadania devem fazer parte apenas do Ensino de Ciências Humanas, em disciplinas como Geografia e História.*

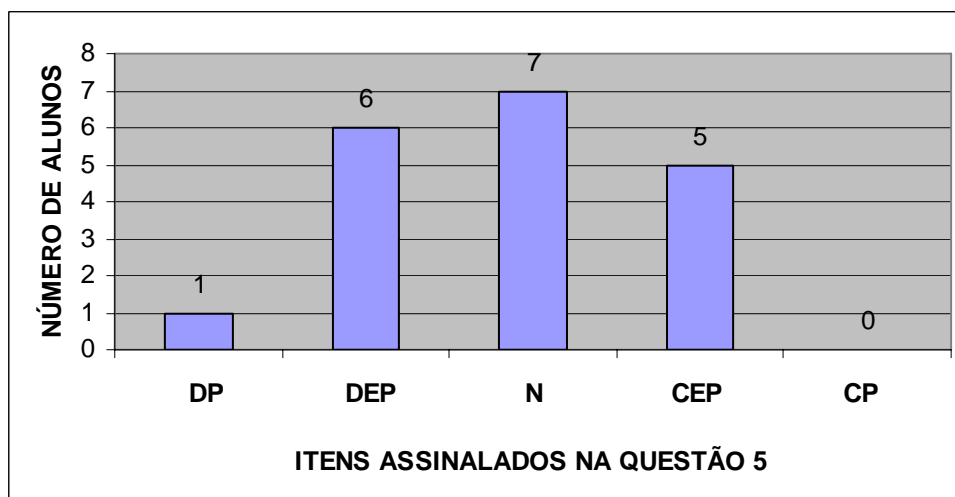


GRÁFICO 5- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 5. *O conhecimento científico até aqui concebido possui como característica ser verdadeiro e imutável.*

Analisando as respostas pertencentes à questão 5 do questionário, podemos observar que uma parcela significativa dos alunos (N=7) não tem certeza se o conhecimento científico até aqui concebido possui como característica ser verdadeiro e imutável, e um pouco menos (N=6) discorda em parte desta afirmação. Atente-se para o fato de que somente 1 aluno discorda plenamente.

A questão 6 menciona que “o método científico é o meio pelo qual se constrói o conhecimento científico”. É possível observarmos por meio do gráfico 6 que uma parcela significativa dos alunos (N=7) não tem certeza sobre esta afirmação, 5 alunos concordam em parte e 4 alunos concordam plenamente com ela.

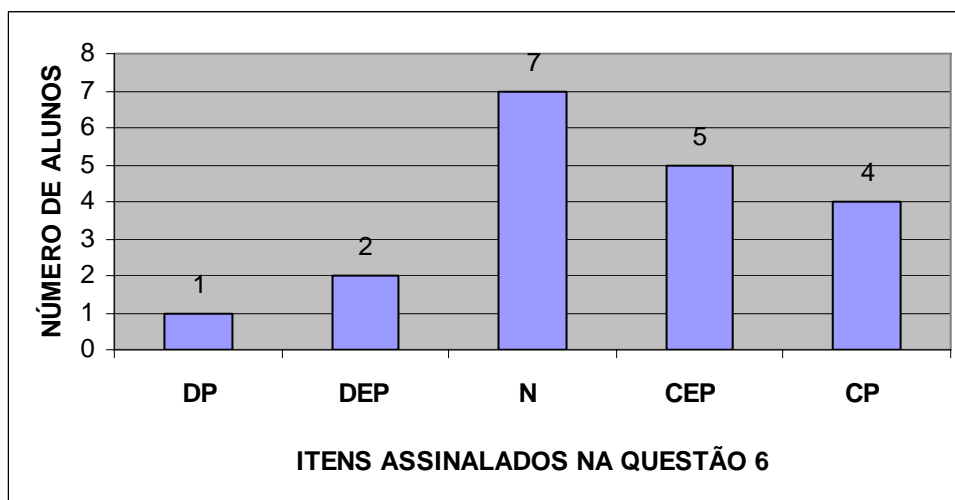


GRÁFICO 6- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 6. *O método científico é o meio pelo qual se constrói o conhecimento científico.*

Depois de analisarmos as respostas do questionário relativas à questão 7, foi possível observarmos, de acordo com as informações presentes no Gráfico 7, que a grande maioria dos alunos concorda em parte (N=8) e concorda plenamente (N=6) com a afirmação de que o conhecimento científico que se origina da experimentação é confiável e objetivo, afinal é provado.

Os resultados levantados associados à questão 8 revelam que grande parte dos estudantes (N=12) discorda plenamente que temas sociais contemporâneos devam ser tratados somente pelo Ensino de Ciências Humanas.

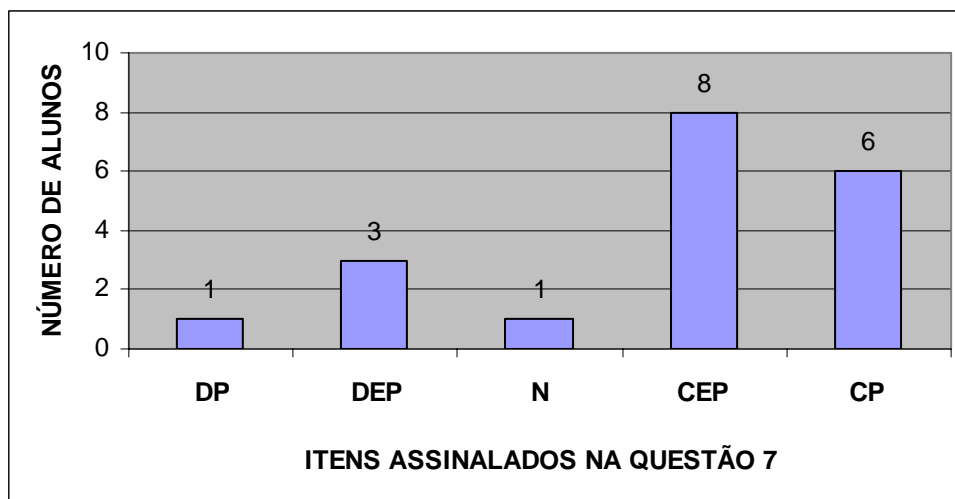


GRÁFICO 7- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 7. *O conhecimento científico que se origina da experimentação é confiável e objetivo, afinal é provado.*

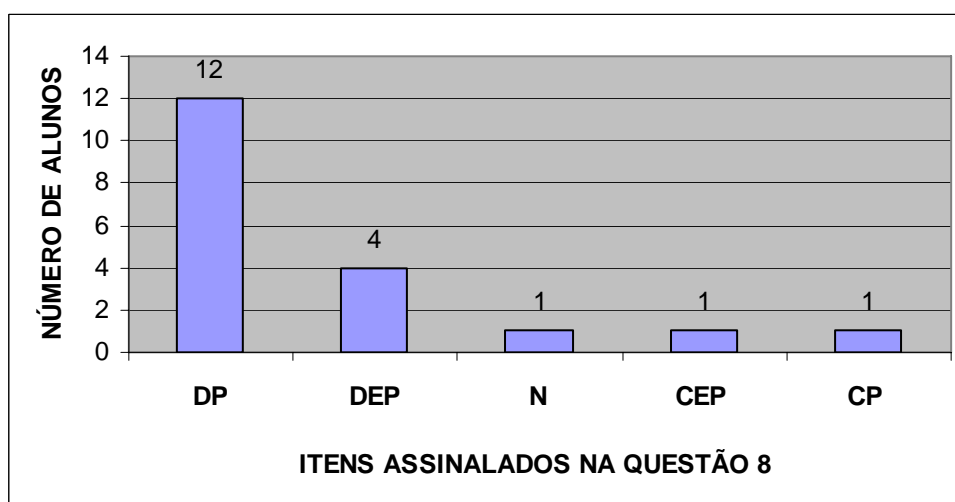


GRÁFICO 8- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 8. *Temas sociais contemporâneos só devem ser tratados pelo Ensino de Ciências Humanas.*

Os resultados da 1ª e 3ª questões da 1ª seção revelaram que a maior parte dos alunos discorda plenamente (N=15 e N=9) que decisões sobre a regulamentação das cercas elétricas e envolvendo assuntos sobre Ciência e Tecnologia deve ficar com uma minoria. É possível inferir que eles concordam que todos têm direito a participar com poder de decisão em assuntos dessa natureza.

Repetindo, é possível verificar por meio dos resultados da questão 2 que a maior parte dos alunos concorda em parte (N=10) e concorda plenamente (N=7) de que

qualquer avanço na área de Ciência e Tecnologia tem o objetivo de melhorar o bem-estar da população. É possível inferir que eles acreditam em um modelo linear/tradicional de progresso. “Neste, o desenvolvimento científico (DC) gera desenvolvimento tecnológico (DT), este gerando o desenvolvimento econômico (DE), que determina, por sua vez, o desenvolvimento social (DS - bem-estar social).”(Auler, 2002, p.25)

Reiterando, por meio de uma análise das questões 4 e 8 é possível observar que a grande parte dos alunos discorda plenamente (N=8 e N= 12) de que tópicos envolvendo cidadania e temas sociais contemporâneos devam ser tratados apenas pelo ensino de Ciências Humanas. Podemos concluir a partir dos resultados um apoio dos alunos para que estes assuntos sejam desenvolvidos também em outras disciplinas do currículo escolar, como as da área de Ciências da Natureza e Matemática ou envolvendo Linguagens, por exemplo.

Retomando a análise das questões 5, 6 e 7, esta parece revelar uma concepção empirista-indutivista associada aos alunos. Sete alunos não tiveram certeza e 5 concordaram em parte de que o conhecimento científico até aqui concebido possui como característica ser verdadeiro e imutável. Cinco alunos concordaram em parte e 4 concordaram plenamente de que o método científico é o meio pelo qual se constrói o conhecimento científico (embora 7 não tivessem certeza sobre a afirmação). Uma parcela significativa dos estudantes concordou em parte (N=8) e concordou plenamente (N=6) com o fato de que o conhecimento científico que se origina da experimentação é confiável e objetivo, afinal é provado.

A primeira questão da segunda seção do instrumento de coleta de dados possui o objetivo de levantar o conhecimento dos alunos sobre o funcionamento das cercas elétricas. Após a análise das respostas procurou-se agrupá-las em duas categorias:

- 1) Alunos que responderam desconhecer completamente o princípio de funcionamento das cercas elétricas: 14 alunos.

- 2) Alunos que mencionaram conhecer o princípio de funcionamento das cercas elétricas e utilizaram informações técnicas ou conceituais na elaboração da resposta. Esta categoria foi dividida em duas vertentes:
 - a) resposta com uso adequado dos conceitos: 4 alunos.
 - b) resposta com uso inadequado dos conceitos: 1 aluno.

A seguir são transcritas duas respostas pertencentes à categoria 2, subcategoria a:

“Sei mais ou menos. Até onde sei eles aplicam altas tensões e baixas correntes. Assim dá um “coice” e a pessoa não fica “pegada”. Se fosse ligada direto na rede a pessoa ficaria “pegada” devido à alta corrente.” (ALUNO 14).

“Teoricamente eu já conheci o funcionamento das cercas elétricas (não todas). A cerca elétrica funciona através de pulsos de alta tensão (alguns mil volts). Esses pulsos são adquiridos através de um transformador elevador de tensão.” (ALUNO 18).

Embora ambos os alunos não se aprofundem o tema, e na estrutura do conhecimento científico, cada um deles demonstra virtudes em suas respostas. O aluno 14 parece conhecer o perigo ao se ligar a rede elétrica direto nas cercas. Já o aluno 18 menciona que a cerca trabalha com alta tensão pulsante e sobre a necessidade de se utilizar um transformador para obtê-la.

O aluno 4 emitiu resposta pertencente à categoria 2, subcategoria b:

“Já ouvi falar. Sim, posso explicar. Basicamente há um transformador que emite pulsos de tensão alternada e corrente alternada à uma baixa frequência.” (ALUNO 4)

Embora o aluno 4 mencione baixa frequência, o que está correto, pois as cercas em geral devem trabalhar com uma frequência de no máximo 0,83 Hz (conforme Lei Municipal No. 4591) ou 1 Hz (conforme norma internacional IEC 60335-2-76), ele menciona que a corrente e tensão são alternadas, o que não está correto.

Convém salientar que todos os alunos que procuraram emitir uma resposta utilizando o conhecimento que até então tinham sobre o assunto, buscaram em seu argumento informações técnicas ou conceituais, com ou sem uso adequado dos conceitos. A grande maioria destes alunos, embora tenha respondido a questão, demonstrou saber muito pouco sobre o funcionamento das cercas elétricas.

Com relação à questão 2, letras a e b, o objetivo foi verificar o conhecimento que os alunos possuem a respeito da Lei No. 4591. A letra a envolve aspectos técnicos da corrente elétrica que estes dispositivos deverão utilizar. Com relação a estes aspectos técnicos, a Lei supracitada determina:

“Art. 6º- as cercas energizadas deverão utilizar corrente elétrica com as seguintes características e técnicas.

Tipo de corrente: intermitente ou pulsante.”

Após a análise de todas as respostas letra a, procuramos agrupar as respostas em três categorias:

1) Alunos que responderam desconhecer o tipo de corrente elétrica que as cercas elétricas deverão utilizar: 12 alunos.

2) Alunos que demonstraram ter certo conhecimento sobre o assunto, embora não mencionem o que estipula a Lei: 2 alunos.

3) Alunos que responderam inadequadamente a questão: 5 alunos.

Os dois alunos que responderam de acordo com a categoria 2, demonstram, ao que parece, saber que a corrente alta é que pode machucar, queimar e até matar uma pessoa. A transcrição da resposta dos dois encontra-se a seguir:

“*Baixa.*” (ALUNOS 8 E 14)

Cinco alunos responderam conforme a categoria 3. Abaixo pode-se observar duas transcrições:

“*Corrente alternada.*” (ALUNO 4)

“*Corrente alternada, com pulsos*” (ALUNO 2)

Observa-se que o aluno 2 embora mencione que a corrente necessita ser pulsante, o que é importante na questão segurança, e consta na Lei, torna sua resposta inadequada quando cita que a corrente deve ser alternada, o que, como já mencionado, não está correto.

O item b da questão 2 envolve a altura mínima exigida pela Lei No 4591, em relação ao nível do solo da parte externa do imóvel, para que o fio de arame mais baixo seja instalado, que é de 2,10 metros. Após analisar todas as respostas dos alunos, estas foram agrupadas em quatro categorias:

1) Aluno que respondeu corretamente a questão, embora demonstrasse dúvida: 1 aluno.

“Acredito que seja 2,10 m.” (ALUNO 8)

2) Alunos que responderam desconhecer a altura mínima exigida, em relação ao nível do solo da parte externa do imóvel para que o fio de arame mais baixo seja instalado: 4 alunos.

3) Alunos que emitiram uma resposta aproximada da que consta na Lei, baseando-se na observação de fios já instalados: 9 alunos.

4) Alunos que emitiram resposta distante da que consta na Lei, baseando-se na observação de fios já instalados: 5 alunos.

Embora praticamente a metade dos alunos tenha uma boa noção sobre o que consta na Lei, baseando-se na observação, a respeito da altura que o fio de arame mais baixo deve ser instalado, em relação ao nível do solo da parte externa do imóvel, pode-se verificar que a maioria deles desconhece o teor da Lei no que diz respeito às características que a corrente elétrica deve ter.

No que se refere à questão 3, depois de analisar todos os questionários, verificamos que somente 1 aluno entrevistado possuía cerca elétrica instalada em sua residência. Foi possível observar que este aluno desconhecia a marca da mesma e não mencionou se o instalador apresentou uma via de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) referente ao serviço prestado. De maneira geral a população desconhece o teor da Lei No 4591 que trata sobre o assunto, e mais especificamente seu artigo 3º, já transcrito à página 29 dessa dissertação.

Depois de analisarmos as respostas da questão 4 em todos os questionários, procuramos dividi-las em duas categorias:

- 1) 8 alunos entrevistados responderam que não existem cercas elétricas instaladas na quadra em que moram;
- 2) 11 alunos responderam haver no mínimo uma cerca elétrica instalada na quadra em que moram.

Foi possível notar que, embora a maior parte dos entrevistados não possuísse cerca elétrica onde moram, a maioria tem no mínimo um destes dispositivos instalados na quadra em que moram, evidenciando a presença efetiva destes dispositivos próximos aos mesmos.

Após analisar as respostas da questão 5 de todos os questionários, procurou-se dividi-las em três categorias:

- 1) Alunos que responderam simplesmente “não” às duas partes da pergunta, ou seja, que não conhecem alguém que já tenha se envolvido em algum acidente com cerca elétrica e nunca ficou sabendo de alguma notícia a respeito: 9 alunos.
- 2) Alunos que responderam não à primeira parte da pergunta e sim à segunda parte: 6 alunos.
- 3) Alunos que responderam sim às duas partes da pergunta: 4 alunos.

Abaixo há uma transcrição das categorias 2 e 3, respectivamente:

“Não, mas já vi casos ocorridos na cidade através do jornal.” (Aluno 7).

“Sim, mas era uma cerca elétrica clandestina, feita em casa. Quase matou duas crianças.” (Aluno 19).

A sexta questão foi elaborada com o intuito de verificar se as pessoas defendem ou não uma visão salvacionista associada à Ciência e Tecnologia, neste assunto, em específico. Será que os alunos acreditam que este dispositivo tecnológico representa a solução para os problemas de segurança em nossa sociedade?

Após a análise realizada em todos os questionários, procuramos agrupar as respostas em duas categorias:

1) Alunos que responderam “*Sim, em parte.*”: 4 alunos.

2) Alunos que responderam “*Não*” à questão: 15 alunos.

Abaixo há a transcrição de um exemplo relacionado respectivamente a cada categoria supracitada:

“Em parte, pois se as cercas forem perigosas para seus ‘donos’ não se justifica muito e também porque hoje em dia os ladrões estão tão informados quanto nós sobre as tecnologias e como desativá-las.” (Aluno10).

“Não, os problemas de segurança são muito além que cercas elétricas, é um problema social e político do país.” (Aluno 13)

De acordo com os resultados é possível observar que os alunos de modo geral não apóiam uma visão salvacionista associada à Ciência e Tecnologia, pelo menos não em relação às cercas elétricas. Contudo, o instrumento não questionou em relação a todo aparato tecnológico existente hoje em dia como câmeras de circuito interno, alarmes, sensores de presença, etc..

Na sétima questão do instrumento foi questionado se os estudantes já haviam observado que junto às cercas elétricas instaladas existem placas de advertência, indicando a possibilidade de choque, e se, por acaso, eles já tinham visto alguma cerca elétrica instalada sem estas placas. Foi possível dividir as respostas em três categorias:

1) Alunos que simplesmente responderam não à questão: 4 alunos.

2) Alunos que observaram a existência de placas de advertência em todas as cercas elétricas já vistas: 9 alunos.

3) Alunos que responderam sim às duas partes da pergunta: 6 alunos.

Após analisar os questionários dos 19 alunos a respeito da questão 8, observamos que 8 alunos já viram alguma cerca instalada em local inadequado, muito próximo das pessoas. Observe-se a transcrição de duas respostas pertencentes a esta categoria:

“A da minha vizinha que é em cima do telhado e as crianças da minha rua estão sempre pulando os telhados das casas para pegar a bola que caiu.” (Aluno10).

“Sim, no centro da cidade. Na Osório há uma casa com um muro muito baixo com cerca elétrica onde é muito fácil de tocar e ocorrer um acidente.” (Aluno 7)

Onze alunos responderam *não* para a oitava pergunta, mencionando então nunca terem visto uma cerca elétrica instalada em local inadequado, muito próxima das pessoas.

Depois de analisar todas as informações presentes nos questionários com relação à questão 9, procuramos agrupá-las em duas categorias:

1) Alunos que não possuem opinião sobre o uso do equipamento: 1 aluno.

2) Alunos que possuem opinião sobre o uso do equipamento: 18 alunos. Este grupo foi dividido em 4 subcategorias:

A) Respostas com apoio para o uso das cercas elétricas, mediante condições: 9 alunos. Exemplo de transcrição:

“Não prejudicando ou pondo em risco a vida da população, eu sou a favor.”
(Aluno 6).

B) Respostas com análise de prós e contras: 2 alunos. Observe-se a seguir uma transcrição:

“Se usada de forma adequada, tudo dentro da lei, bem instalado é mais um método para as pessoas se protegerem, mas se usado de forma inadequada causa grande perigo para a sociedade.” (Aluno 5)

C) Respostas com reivindicação de maior atuação dos órgãos públicos envolvidos e responsáveis por este assunto seja em questões de normas para instalação como fiscalização dos equipamentos instalados: 2 alunos.
Transcrição:

“Deve haver uma fiscalização.” (Aluno 4).

D) Respostas que evidenciam as limitações da cerca elétrica como instrumento para solucionar os problemas de segurança da nossa sociedade: 5 alunos.
Exemplo de transcrição:

“Eu acho que depende de cada pessoa colocar ou não a cerca elétrica, mas não acho que ela vai solucionar o problema por completo.” (Aluno 15)

No que diz respeito à questão 10, após a análise das respostas, foi possível dividir em duas categorias:

1) Alunos que não possuíam qualquer outro aspecto para acrescentar ao que foi perguntado: 16 alunos.

2) Alunos que acrescentaram mais informações em suas respostas: 3 alunos. Este grupo foi dividido em 2 subcategorias:

A) Respostas que evidenciam as limitações das cercas elétricas como instrumento para solucionar os problemas de segurança da nossa sociedade: 2 alunos. Exemplo de transcrição desta subcategoria:

“A cerca elétrica bem usada pode proteger, mas não garante total segurança, pois os problemas sociais como desigualdade, falta de emprego, de educação

básica são as grandes sementes que dão origem à violência extrema.” (Aluno 2).

B) Respostas com apelo para cautela no uso do equipamento: 1 aluno. A seguir se pode observar a transcrição de suas palavras:

“As pessoas, os técnicos que instalam esses equipamentos deveriam ter cuidado redobrado com eles.” (Aluno 7).

Resumindo, os resultados da segunda seção do questionário indicam que a grande maioria dos alunos entrevistados participantes da Unidade Temática demonstrou conhecer muito pouco ou não conhecer o princípio de funcionamento das cercas elétricas e aspectos básicos da Lei No 4591, que trata a respeito da regulamentação destes equipamentos de segurança. Embora a maioria dos alunos não possuísse cerca elétrica instalada onde residiam, eles afirmam que há no mínimo uma cerca instalada na quadra em que residem, ou seja, há dispositivos tecnológicos como estes instalados muito próximos do ambiente em que vivem. A maior parte dos alunos não acredita que as cercas elétricas constituam a solução para os problemas de segurança de nossa sociedade. Nenhum deles mencionou ter conhecimento de que a instalação destes dispositivos deve ser realizada com a apresentação da ART (Anotação de Responsabilidade Técnica), documento este que é assinado pelo profissional associado ao CREA que é responsável pela instalação.

8.2 - Relação entre os instrumentos aplicados antes da implementação, o material instrucional elaborado e a implementação da Unidade Temática

Os resultados apresentados em Goulart e Santos (2007) revelaram algumas informações que foram levadas em conta na elaboração do material instrucional deste trabalho. Por exemplo, um dos entrevistados do grupo 1, ao ser perguntado se havia algum outro aspecto que gostaria de acrescentar, mencionou que gostaria de saber qual o risco que existe se um indivíduo tocar na cerca elétrica. Esta resposta suscitou a elaboração de um item de capítulo no texto didático destinado a este assunto intitulado *Efeito fisiológico da corrente elétrica: o choque elétrico e as cercas elétricas.*

O mesmo instrumento revelou para o grupo 1 que nove do total de entrevistados demonstraram confundir as grandezas corrente elétrica e tensão elétrica. Surgiu então a idéia de elaborar uma animação que envolvesse estas duas grandezas em uma situação peculiar. Este objeto educacional, classificado como Animação Interativa 1 e denominado de *Perigo iminente* possui a seguinte problematização: *O que origina o choque elétrico, o que é capaz de machucar, queimar e até matar: a ddp ou a corrente elétrica?* A idéia é que este tipo de animação possa ser utilizado também por professores do Ensino Fundamental em sala de aula.

Como já foi relatado, os resultados iniciais revelaram que a grande maioria dos entrevistados conhecia muito pouco ou não conhecia o princípio de funcionamento das cercas elétricas e aspectos básicos da Lei No 4591, que trata a respeito da regulamentação destes equipamentos de segurança em Pelotas. Somando-se isto ao pouco tempo que tínhamos na implementação da Unidade, houve a produção de várias outras animações interativas (Animações 2, 3, 4, 5, 6 e 7) com a finalidade de ampliar os recursos e facilitar a aprendizagem. Foram também disponibilizadas aos alunos, na página veiculada na rede, várias Leis e projetos de Lei associados ao assunto, inclusive específicas de Pelotas e Porto Alegre.

Esses resultados também revelaram que a maioria dos alunos possuía uma concepção empirista-indutivista associada à Ciência. Isto significa que uma parcela significativa deles possuía uma visão inadequada do trabalho científico, a idéia de que há um método rigoroso para se fazer ciência que inicia com uma observação neutra dos fatos e culmina com teorias e Leis, que a Ciência é verdadeira e eternamente válida e em virtude de ter obtenção de provas a partir da experimentação, é objetiva e confiável.

Torna-se premente em qualquer curso, quer seja do Ensino Fundamental, Médio ou Superior, enfatizar que a Ciência não inicia com uma observação neutra, que a própria observação já está impregnada de teorias e que o conhecimento científico inicia com problemas, por isso a problematização em todas as aulas torna-se essencial, sendo que esta também faz parte da construção do conhecimento científico. Mas o referencial teórico já previa este tipo de abordagem. Assim sendo, no planejamento e desenvolvimento da proposta buscou-se, como foi antecipado nos capítulos iniciais, que a problematização e a dialogicidade permeassem todas as atividades.

Procurou-se nas aulas que envolviam laboratório deixar os estudantes livres para chegar a suas próprias conclusões sobre os assuntos para posterior debate. Também se buscou que o laboratório fosse explorado como uma relação complementar entre

experimentação e teoria. Sempre que possível fez-se algum comentário relacionando o trabalho que estava realizando com a visão epistemológica contemporânea do trabalho científico. Em todas as aulas, das problematizações partiu-se para os processos de transformação e regularidades na organização do conhecimento, e depois à aplicação do conhecimento. O ponto de partida que envolveu as aulas sobre o conhecimento científico foi a cerca elétrica didática, mas situações importantes foram escolhidas para serem analisadas, como carga e descarga de capacitores, indução eletromagnética no transformador de alta tensão e situações envolvendo o funcionamento dos diodos e transistores.

Questionou-se durante a implementação da Unidade Temática se realmente o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico garantem o desenvolvimento social, o bem-estar da sociedade. Exemplificou-se casos como a bomba atômica e acidentes em usinas nucleares, havendo um aprofundamento maior no caso das cercas elétricas. Suscitaram-se debates, utilizando jornais e sítios na *internet* reportagens sobre a segurança na cidade, sobre as cercas elétricas e vários casos em que o projeto e instalação destas foram fatais. O objetivo era mostrar que este dispositivo tecnológico, se mal projetado e/ou instalado, pode trazer riscos à sociedade, sendo importante que conheçam o assunto para que, com conhecimento científico, possam compreender o princípio de funcionamento destes dispositivos, bem como interpretar e analisar a Lei.

Procurou-se durante todo o curso mostrar que a Ciência é uma construção humana, de modo que virtudes e defeitos dos cientistas, bem como limitações de recursos influenciam nos resultados de suas investigações. *“na prática, muitas vezes, o cientista procede por tentativas, vai numa direção, volta, mede novamente, abandona certas hipóteses por não ter equipamento adequado, faz uso da intuição, dá “chutes”, se deprime, se entusiasma, se apega a uma teoria”* (Ostermann e Moreira, 1999, p.133).

No desenvolvimento dos trabalhos mencionou-se que a construção do conhecimento científico não segue uma rigorosa seqüência de procedimentos, que se inicia com a observação neutra e culmina com o desenvolvimento de teorias e leis. Foi feito um comentário sobre o trabalho de Faraday, que possui em seu diário uma preciosa narrativa que vai ao encontro desta idéia. Este documento mostra suas tentativas, evolução histórica de experimentos, retrocessos, mostrando que as teorias não são construídas de um dia para outro.

Outra forma de alertar os alunos sobre a Ciência como um a construção humana é questionar a escolha para as unidades de medida. Se perguntados sobre as grandezas

de forma geral, provavelmente muitos alunos não responderão adequadamente sobre suas unidades de medida. Foram, então, evidenciados em aula, assim como no decorrer do texto, os motivos da escolha de algumas unidades de medida: volt, ampere, farad, henry, ohm, etc.. Todas no intuito de homenagear importantes cientistas que contribuíram para sua área de atuação.

Foi também desenvolvida no decorrer do projeto e consta no texto didático disponibilizado aos estudantes a idéia de que a Ciência é construída por modelos. Foi evidenciado durante o estudo da condução elétrica na eletricidade básica que estávamos utilizando um modelo associado ao comportamento das partículas elementares. Ao avançarmos no estudo da Física foi mencionado que necessitaríamos substituir este modelo até então considerado para seguir adiante, para compreendermos os semicondutores, o funcionamento dos diodos e transistores. Neste sentido, enfatizou-se em aula que os modelos e teorias possuem limites e podem ser substituídos.

Existem outros exemplos que podem ser explorados no sentido acima enfatizado. Por exemplo, se o professor estiver explicando situações que ocorrem no interior dos aceleradores de partículas para entrar no assunto da força magnética, pode aprofundar este assunto no sentido de que se as velocidades das partículas são da ordem de grandeza da velocidade da luz, deve-se usar a mecânica relativística em vez da clássica. Também podem ser escolhidas outras situações em que as dimensões das partículas são microscópicas, sendo necessário enfatizarmos a existência de outro limite da Mecânica Clássica, que deve ser substituída pela Mecânica Quântica. Assim já se estudaria a Física Moderna e Contemporânea sem ainda ter acabado o estudo do Eletromagnetismo.

8.3 - Resultados e análises do questionário final.

A aplicação do questionário final foi realizada com a participação de 14 dos 21 alunos da turma investigada, em 20 de junho de 2007, às 16 horas. Foram questionados nesta fase 11 estudantes do sexo masculino e 3 estudantes do sexo feminino, que levaram cerca de 25 minutos para responder todas as questões.

Nesta etapa o número de alunos que respondeu ao instrumento foi menor do que o número que respondeu ao diagnóstico em virtude de ter sido aplicado no último dia de aula, após a apresentação dos trabalhos, depois do tempo destinado à aula de Física. Alguns alunos não puderam participar devido a compromissos pessoais.

Este instrumento teve o objetivo de levantar o conhecimento e a opinião dos alunos sobre o tema em questão depois de assistirem as aulas referentes a Unidade Temática, visando fornecer informações que permitissem analisar as possíveis mudanças, evoluções e/ou involuções nas concepções dos alunos.

Na aplicação desse questionário, a exemplo do que ocorreu na aplicação do inicial, depois da leitura do cabeçalho ter sido feita juntamente com os alunos, foi permitido que livremente estes expressassem suas opiniões e conhecimentos sobre o tema abordado nas aulas.

Este instrumento de coleta de dados pós-Unidade Temática é constituído por duas seções que envolvem as mesmas habilidades presentes no instrumento inicial. A primeira seção do questionário é constituída por 8 questões do tipo LIKERT.

Depois da análise das respostas da questão 1 de todos os questionários, percebe-se pelo Gráfico 9, que a maioria dos alunos (N=10) na primeira questão assinalou o item 1. Isto significa que grande parte dos alunos discorda plenamente de que apenas políticos e empresários do ramo da segurança devem ter o poder de decisão sobre a regulamentação das cercas elétricas.

Após analisar as respostas dos questionários associadas à questão 2, é possível dizer que metade dos alunos entrevistados (N=7) discorda plenamente da idéia de que o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia, aliados ao desenvolvimento da Economia leva necessariamente ao bem-estar da população. Quatro alunos entrevistados discordam em parte da idéia e nenhum aluno concorda plenamente com ela. Este resultado é mostrado no Gráfico 10.

As respostas dos alunos referentes à questão 3 revelam que metade deles (N=7) discorda plenamente de que somente engenheiros, cientistas e políticos devem ter o poder de decisão sobre assuntos relacionados à Ciência e Tecnologia. Cinco alunos discordam em parte com a afirmação desta questão. Tal resultado está representado no gráfico 11.

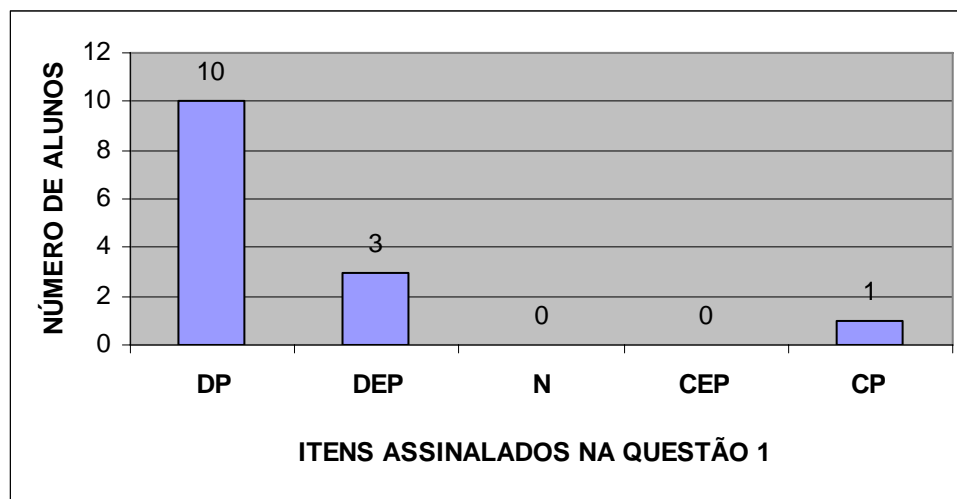


GRÁFICO 9- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 1⁴, no questionário final. *Apenas políticos e empresários do ramo da segurança devem ter o poder de decisão sobre a regulamentação das cercas elétricas.*

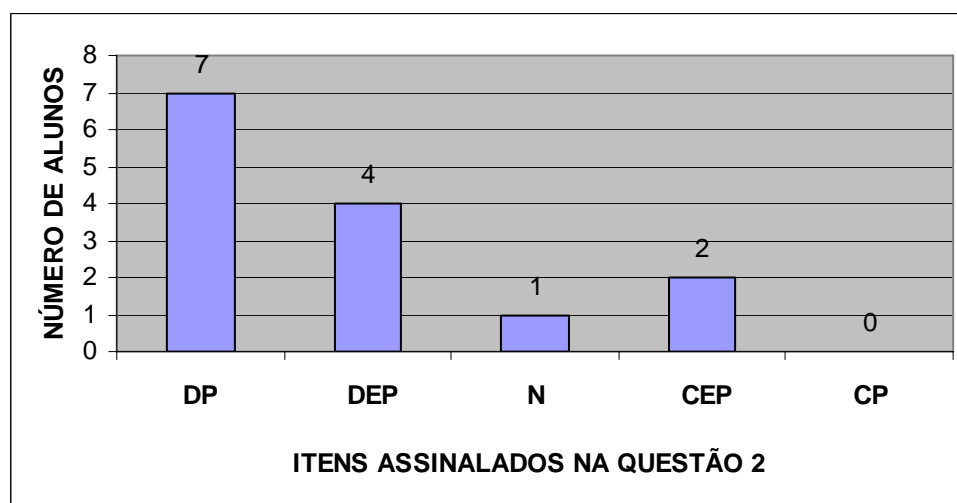


GRÁFICO 10- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 2 do questionário final. *O desenvolvimento da Ciência e Tecnologia acompanhados ao desenvolvimento da Economia leva necessariamente ao bem-estar da população.*

⁴ Esta estrutura é semelhante à do diagnóstico inicial, os itens do questionário representados nos gráficos significam:

DP: Discordo plenamente.

DEP: Discordo em parte.

N: Não tenho certeza.

CEP: Concordo em parte.

CP: Concordo plenamente.

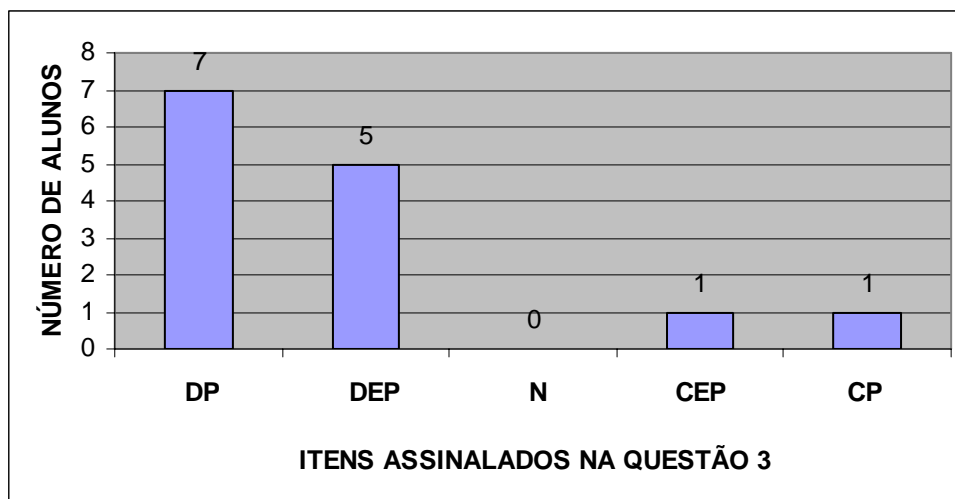


GRÁFICO 11- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 3 no questionário final. *Somente engenheiros, cientistas e políticos devem ter o poder de decisão sobre assuntos relacionados à Ciência e Tecnologia.*

A questão número 4 enfatiza que assuntos relacionados à *Cidadania* estão associados somente às disciplinas das Ciências Humanas. Conforme é possível observar pelo Gráfico 12, uma parcela significativa dos alunos (N=9) discorda plenamente desta afirmação. Quatro discordam em parte dela.

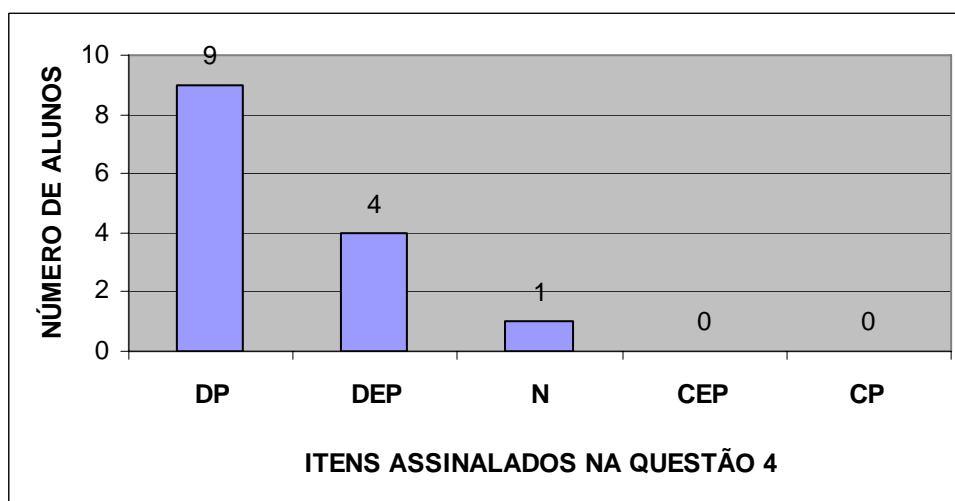


GRÁFICO 12- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 4 no questionário final. *Assuntos relacionados à Cidadania estão relacionados somente às disciplinas das Ciências Humanas como Sociologia e História.*

Depois da análise das respostas pertencentes à questão 5 do instrumento de pesquisa, é possível observar que metade dos alunos (N=7) discorda plenamente de que a Ciência construída até o momento tem a característica de ser verdadeira e para sempre válida. Três alunos discordam em parte desta idéia e 3 não declaram certeza sobre esta afirmação. Observe-se que nenhum aluno concordou plenamente com esta idéia. Tais resultados estão no Gráfico 13.

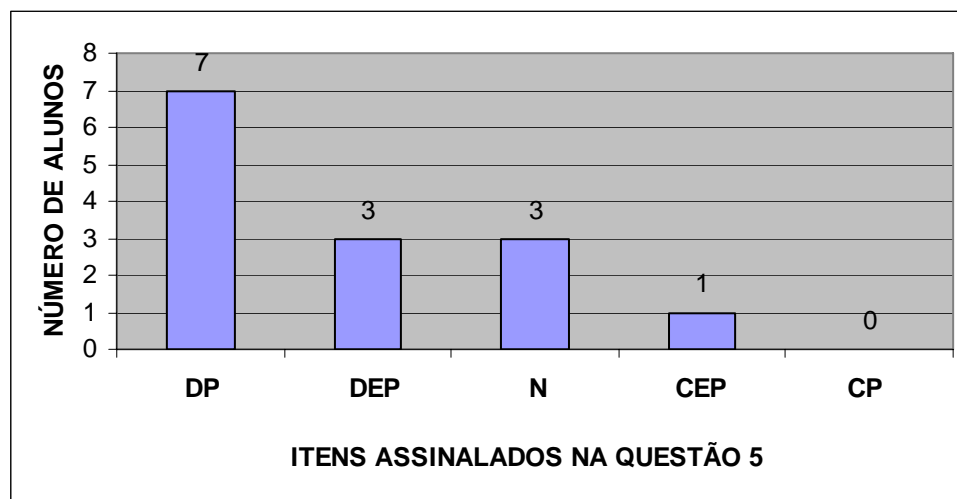


GRÁFICO 13- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 5 no questionário final. *A Ciência construída até o momento tem a característica de ser verdadeira e para sempre válida.*

A questão 6 menciona que a produção do conhecimento científico segue necessariamente a seqüência: observação dos fenômenos, elaboração das hipóteses, comprovação experimental e elaboração de Princípios e Leis. Podemos observar por meio do Gráfico 14 que uma parcela significativa dos alunos (N=8) discorda plenamente desta idéia, enquanto 1 discorda em parte dela.

Após analisarmos as respostas do questionário pertencentes à questão 7, é possível observar, de acordo com as informações do Gráfico 7, que metade dos alunos (N=7) discorda plenamente com a afirmação “*Em virtude da obtenção de provas, a Ciência que é concebida a partir da experimentação é objetiva e confiável.*” Outros 2 alunos discordam em parte desta idéia.

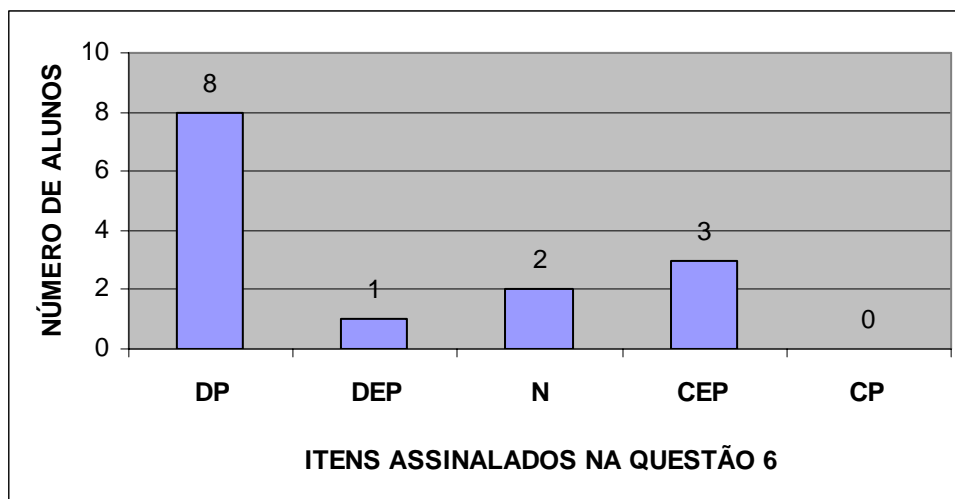


GRÁFICO 14- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 6 no questionário final. *A produção do conhecimento científico segue necessariamente a seqüência: observação dos fenômenos, elaboração das hipóteses, comprovação experimental e elaboração de Princípios e Leis.*

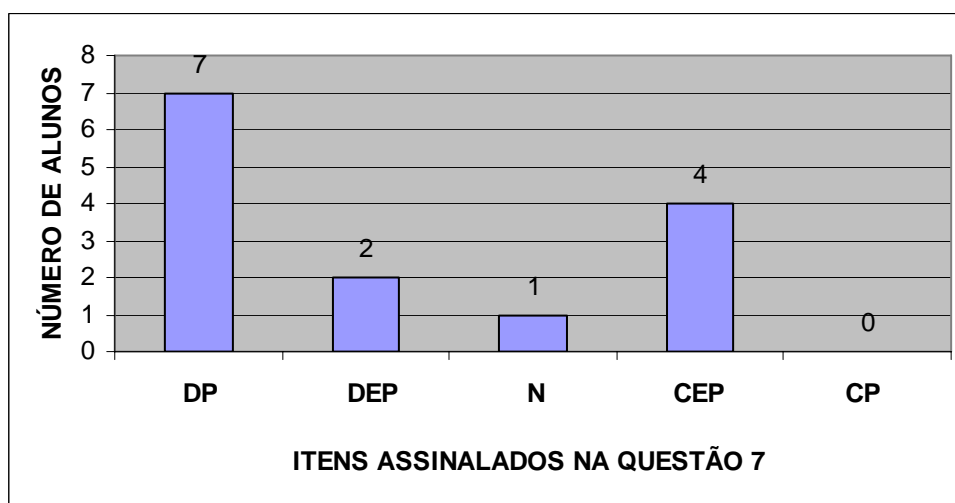


GRÁFICO 15- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 7 no questionário final. *Em virtude da obtenção de provas, a Ciência que é concebida a partir da experimentação é objetiva e confiável.*

A análise dos resultados associados à questão 8 revela que uma parcela significativa dos estudantes (N=10) discorda plenamente de que temas reais e atuais associados à sociedade não se relacionam a disciplinas da área de Ciências da Natureza como Física e Química. Este resultado está representado no Gráfico 16.

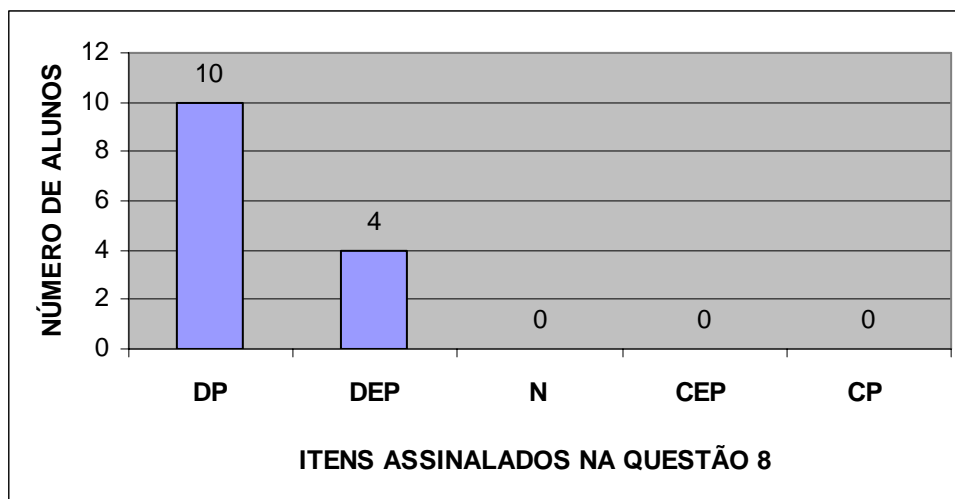


GRÁFICO 16- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 8 do questionário final. *Assuntos relacionados à nossa sociedade não se relacionam em hipótese alguma a disciplinas da área de Ciências da Natureza como Química e Física.*

Passemos agora à segunda parte do questionário final. A primeira questão, da mesma maneira que a primeira questão do questionário inicial, possui o objetivo de levantar o conhecimento dos alunos sobre o funcionamento das cercas elétricas. Após a análise detalhada dessa questão procurou-se agrupar as respostas em três categorias:

1) Resposta inexistente: 1 aluno.

2) Respostas com algum uso inadequado de conceitos: 2 alunos. Observe-se a seguir uma transcrição exemplificando esta categoria:

“Em uma tensão de 220 V alternada passa por um transformador que altera essa tensão para uma maior, porém com energia baixa, essa que passa por fios que possui material adequado para não transmitir para todo o ambiente.” (Aluno 13). A redação está confusa, além disso, a tensão elétrica aplicada ao primário do transformador supracitado deve ser pulsante, não alternada.

3) Respostas com o uso adequado dos conceitos que evidenciam as características da corrente elétrica e/ou o efeito do transformador de alta tensão no circuito: 11 alunos. A seguir, constam duas transcrições da categoria 3:

“Possui um circuito que gera pulsos e um transformador que eleva a tensão, e por conseqüência, rebaixa a corrente, e esta deve ser pulsante! Para dar apenas susto.”
(Aluno 14, grifo dele).

“Toda vez que o gerador de pulsos emite um pulso (com freqüência de aproximadamente 1 Hz), o SCR conduz e o capacitor da etapa de disparo descarrega sobre o primário do transformador de alta tensão. A tensão é elevada e a corrente terá intensidade relativamente baixa, além de ser pulsante.” (Aluno 16)

A segunda questão da segunda parte do questionário final solicita que o aluno estabeleça no mínimo um aspecto positivo e no mínimo um aspecto negativo associados à Lei No 4591.

Depois de analisadas todas as respostas associadas ao aspecto positivo em relação à Lei, foi possível dividi-las em 2 categorias:

1) Respostas que envolvem itens importantes presentes na Lei: 8 alunos. A seguir duas transcrições neste sentido:

“Um aspecto positivo é que informa vários cuidados como a altura, o tipo de corrente, pulsante, e o tempo de cada pulso.” (Aluno 2).

“Um aspecto positivo é a necessidade de filiação ao CREA e o ART”. (Aluno 14).

2) Respostas sem expressar direta ou indiretamente algum artigo da Lei: 6 alunos. Verifique a seguir duas transcrições pertencentes à categoria 2:

“É que já tenham se preocupado em criar alguma Lei em relação às cercas.” (Aluno 10)

“O aspecto positivo é que existindo uma Lei sobre a instalação das cercas elétricas, inibe em parte a colocação irregular das mesmas.” (Aluno 1).

Após a análise das respostas referentes ao aspecto negativo da Lei em questão, foi possível adotar três categorias:

1) Respostas inexistentes ou que evidenciam não haver aspecto negativo na Lei : 4 alunos.

2) Respostas que citam algum artigo da Lei ou evidenciam que ela foi mal elaborada: 4 alunos. A seguir são mostradas duas transcrições desta categoria:

“Não é muito clara nos aspectos técnicos referentes à corrente.” (Aluno 11)

“É que eles não souberam informar a potência que seria 5 Joules por segundo, ou a energia, que seria somente 5 J, está confuso.” (Aluno 2)

3) Respostas que apelam para o cumprimento da Lei no que diz respeito à fiscalização: 6 alunos.

“Falta de fiscalização.” (Aluno 13)

“O problema é que não há fiscalização.” (Aluno 1)

Na questão 3 foi solicitado que o aluno sugerisse no mínimo uma modificação no texto da Lei mencionada na questão 2. Depois de analisar as respostas, fez-se a divisão em três categorias:

1) Resposta que não sugere qualquer mudança no texto da Lei: 1 aluno.

2) Respostas que não sugerem modificação, desde que haja fiscalização, ou que dizem que se deveria exigir fiscalização: 4 alunos. Observe a seguir duas transcrições pertencentes à esta categoria:

“Na minha opinião está tudo certo, só precisava de maior fiscalização.” (Aluno 1).

“Fiscalização das cercas, para que evite maiores acidentes com as cercas e que evite cercas clandestinas.” (Aluno 13).

3) Respostas que sugerem mudanças no texto da Lei: 9 alunos. Observe-se a seguir três transcrições relacionadas a esta categoria:

“Ela tem que ser modificada neste ponto (altura mínima), pois pelo lado interno do muro a cerca pode alcançar alturas mínimas absurdas”. (Aluno 17).

“Colocaria mais claramente as características da corrente. Ex. nela diz que a potência deve ser de 5 J, trocaria para energia máxima.” (Aluno 11).

“Deveriam ser citados os materiais da cerca e o risco que a mesma pode causar à sociedade.” (Aluno 14)

Todos os alunos (N=14) afirmaram na questão 4 que as cercas elétricas não representam a solução para os problemas de segurança em nossa sociedade. Depois da análise das respostas referentes à esta questão, foi realizada uma divisão em 3 categorias:

1) Afirmações de que as cercas elétricas fazem parte da solução, mas não são a própria: 4 alunos. Observe-se a seguir uma transcrição a respeito:

“Se bem utilizadas, podem ser importantes, mas não a solução.” (Aluno 14)

2) Afirmações de que o sistema de cerca possui limitações que podem ser evidenciadas por reais possibilidades de burla e/ou bandidos cada vez melhor preparados: 2 alunos. A seguir temos uma transcrição pertencente a esta categoria:

“Não, pois os bandidos sempre inventarão novos métodos de burlar sistemas de segurança, afinal a tecnologia é para todos.” (Aluno 4)

3) Afirmações de que o problema de segurança é mais complexo: 8 alunos. A transcrição a seguir ilustra esta categoria:

“Não, estes vão muito mais além, e necessitam de políticas sociais” (Aluno 11)

A questão 5 envolve a avaliação da Unidade Temática por parte dos alunos. Ela solicita que eles estabeleçam aspectos positivos e negativos associados à implementação da Unidade Temática, o que deve permanecer para futuras implementações, o que deve mudar na opinião deles.

No que diz respeito aos aspectos positivos da implementação, pode-se dividir as respostas em 3 categorias:

1) Alunos que mencionam que a Unidade Temática foi boa e/ou que não é preciso fazer mudanças: 3 alunos. Por exemplo:

“Acredito que esta Unidade Temática foi boa, pois aprendemos muitas coisas novas e acho que não deve mudar.” (Aluno 8)

2) Alunos que afirmam que a implementação foi boa, sem contanto mencionar o motivo: 2 alunos.

3) Alunos que citam aspectos positivos, aprofundando os motivos de sua opinião: 10 alunos. Esta categoria foi subdividida em duas subcategorias:

A) Respostas envolvendo experimentos em grupo e/ou animações desenvolvidas para esta Unidade Temática: 3 alunos. Segue uma transcrição desta categoria:

“Discussões envolvendo a Física sobre um tema do nosso dia-a-dia. Utilização das animações nos computadores e experimentos realizados por nós em grupo.” (Aluno 15)

B) Respostas envolvendo a importância do esclarecimento ao público: 2 alunos. Um deles escreveu:

“É importante para alertar a sociedade.” (Aluno 14)

C) Respostas que não se enquadram nas subcategorias anteriores: 5 alunos. A seguir, uma transcrição pertencente a esta categoria:

“Acho que é positivo este trabalho no geral. É importante para alunos do médio aprenderem coisas diferentes em relação à física utilizando diversas metodologias. achei a implementação desta Unidade Temática muito interessante.” (Aluno 20)

Considerando as respostas que envolveriam aspectos negativos da Unidade Temática, foi possível dividi-las em duas categorias:

1) Resposta que enfatiza atividades extra-classe como aspecto negativo: 3 alunos. Observe-se a seguir uma transcrição a respeito:

“Trabalhos para casa.” (Aluno 15).

2) Respostas que evidenciam como aspecto negativo o pouco tempo de implementação da Unidade Temática: 6 alunos.

“Acho que poderia ter mais tempo para o desenvolvimento do tema.” (Aluno 2)

8.4 - Comparação entre os questionários inicial e final

Para uma comparação entre o diagnóstico inicial e o final é conveniente lembrarmos que os instrumentos possuem duas seções e neles são avaliadas as mesmas habilidades.

Primeiramente, realizaremos uma análise quantitativa nas respostas da primeira seção do instrumento e depois partiremos para uma análise qualitativa da segunda seção. O objetivo destas análises foi verificar se houve mudança nas concepções associadas ao grupo de alunos considerando as estratégias e discussões implementadas no desenvolvimento da proposta (Unidade Temática).

A primeira seção do questionário inicial e do final são constituídas por 8 questões do tipo LIKERT. Cada questão dessa primeira seção do questionário inicial possui uma correspondente no questionário final, de modo que embora sejam escritas de forma diferente, foram elaboradas no sentido de expressassem a mesma idéia.

Inicialmente, separamos as questões (afirmações) em dois grupos. O grupo 1 ficou constituído pelas questões 1, 2, 3, 4 e 8, que tratam sobre interações entre Ciência

Tecnologia e Sociedade. Já o grupo 2 é constituído pelas questões 5, 6 e 7, que envolvem Epistemologia da Ciência.

Atribuímos uma escala de 1 até 5 para cada afirmação. Consideramos o escore 1 associado a uma visão tecnocrática para o grupo 1 e empirista-indutivista para o grupo 2. Dessa forma, o 5 equivale a uma idéia contemporânea tanto para as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, quanto para a Epistemologia da Ciência. No final, foi feita uma soma chegando-se a um escore total para cada aluno, considerando os dois grupos analisados. Observem-se na Tabela 7 os escores obtidos por cada aluno com respeito à abordagem CTS tanto no questionário inicial quanto no final. Na Tabela 8 estão os escores obtidos por cada aluno com respeito à Epistemologia da Ciência, tanto no questionário inicial quanto no final.

A análise das Tabelas 7 e 8 permite constatar que praticamente todos os alunos (exceção do aluno 6 na abordagem CTS e dos alunos 2 e 5 na Epistemologia da Ciência) obtiveram um crescimento de escore nos dois assuntos avaliados.

Pode-se também constatar que as médias têm um valor muito próximo das medianas. Isto quer dizer que para estas situações não houve escores discrepantes (Barbetta, 2003, p.109).

A seguir, nos Gráficos 17 até 24 apresenta-se outra maneira de visualizar os resultados dos questionários inicial e final referentes a cada questão. As questões número 1 da primeira seção dos instrumentos inicial e final embora estejam escritas de forma diferente, foram elaboradas no sentido de que expressassem a mesma idéia. Isto vale também para outras questões.

Chamamos atenção que a apresentação destas tabelas não significa que estamos fazendo alguma comparação estatística. O delineamento utilizado não foi aquele que na pesquisa educacional quantitativa se chama de experimental. O que estamos aqui fazendo é um relato de experiência. Nesse sentido, cremos que os dados apresentados nas tabelas sugerem que a experiência foi bem sucedida.

Tabela 7- Escores de cada aluno que respondeu à primeira seção dos questionários relativamente à abordagem CTS. O escore máximo nessa seção seria 25.

ALUNO	QUESTIONÁRIO INICIAL	QUESTIONÁRIO FINAL
ALUNO 1	11	22
ALUNO 2	13	21
ALUNO 3	22	Não respondeu
ALUNO 4	17	21
ALUNO 5	20	23
ALUNO 6	21	16
ALUNO 7	21	Não respondeu
ALUNO 8	22	24
ALUNO 9	21	Não respondeu
ALUNO 10	20	23
ALUNO 11	20	24
ALUNO 12	20	Não respondeu
ALUNO 13	18	22
ALUNO 14	21	22
ALUNO 15	13	24
ALUNO 16	18	23
ALUNO 17	21	23
ALUNO 18	22	Não respondeu
ALUNO 19	14	Não respondeu
ALUNO 20	Não respondeu	21
ALUNO 21	Não respondeu	Não respondeu
MÉDIA	18,68	22,07
DESVIO PADRÃO	3,46	2,05
MEDIANA	20	22,5

Tabela 8- Escores de cada aluno que respondeu à primeira seção dos questionários diagnóstico relativamente à Epistemologia da Ciência. O escore máximo nessa seção seria 15.

ALUNO	QUESTIONÁRIO INICIAL	QUESTIONÁRIO FINAL
ALUNO 1	6	15
ALUNO 2	12	9
ALUNO 3	9	Não respondeu
ALUNO 4	4	14
ALUNO 5	8	7
ALUNO 6	7	9
ALUNO 7	7	Não respondeu
ALUNO 8	5	14
ALUNO 9	8	Não respondeu
ALUNO 10	8	15
ALUNO 11	6	7
ALUNO 12	10	Não respondeu
ALUNO 13	9	12
ALUNO 14	12	14
ALUNO 15	11	15
ALUNO 16	7	15
ALUNO 17	8	14
ALUNO 18	9	Não respondeu
ALUNO 19	4	Não respondeu
ALUNO 20	Não respondeu	8
ALUNO 21	Não respondeu	Não respondeu
MÉDIA	7,89	12
DESVIO PADRÃO	2,35	3,23
MEDIANA	8	14

Para a comparação da segunda seção dos dois questionários é conveniente separarmos a abordagem em três temas: conhecimento sobre o princípio de funcionamento da cerca elétrica didática e cercas elétricas em geral, conhecimento sobre as Leis que regulamentam o projeto e instalação deste dispositivo tecnológico no município de Pelotas e a concepções dos alunos sobre esse dispositivo ser ou não a solução para os problemas de segurança de nossa sociedade.

No início, grande parte dos alunos respondeu que não conhecia o princípio de funcionamento das cercas elétricas. A parcela que mencionou conhecer demonstrou que sabia muito pouco a respeito do dispositivo. Ao final, verificou-se que praticamente todos os alunos responderam utilizando os conceitos físicos de maneira adequada. Entretanto, percebeu-se que a maioria não se aprofundou na explicação e não utilizou conceitos de Física Moderna e Contemporânea. Isto não significa que não tivessem algum conhecimento sobre o assunto. A questão aberta da maneira como foi formulada propiciava respostas dos mais diferentes níveis de aprofundamento. Seria desejável em uma próxima implementação trabalhar neste assunto com questões mais específicas, tanto no pré quanto no pós-questionário.

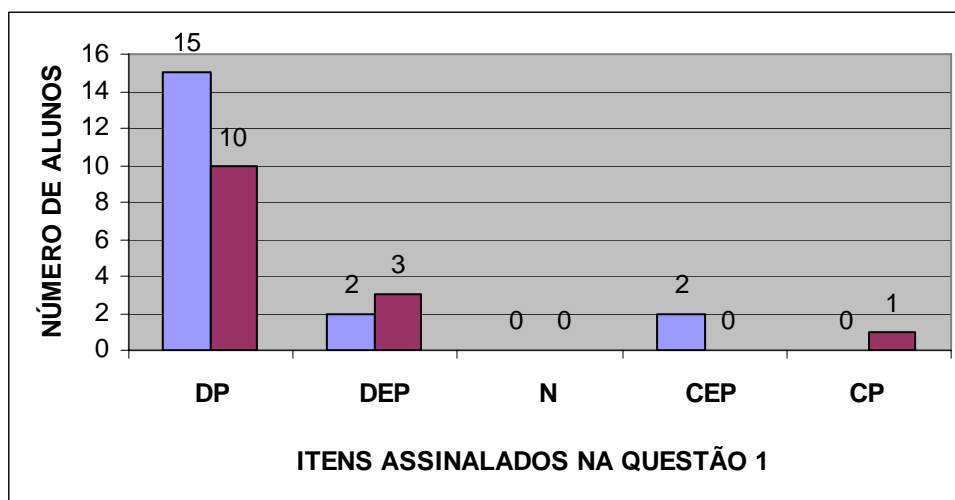


GRÁFICO 17- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 1 dos questionários inicial e final. 1- *Decisões sobre a regulamentação das cercas elétricas devem ficar somente com políticos e empresários do setor.* 2- *Apenas políticos e empresários do ramo da segurança devem ter o poder de decisão sobre a regulamentação das cercas elétricas.*

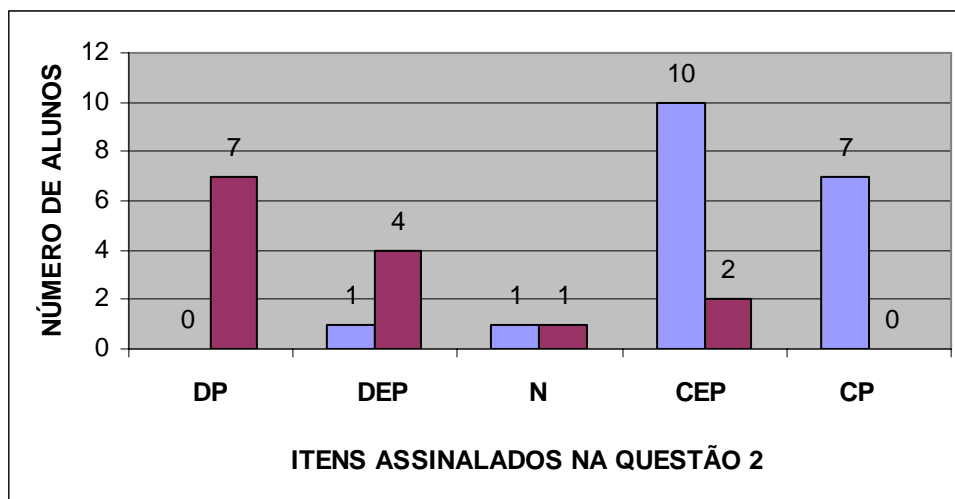


GRÁFICO 18- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 2 dos questionários inicial e final. 1- *Qualquer avanço na área da Ciência e Tecnologia tem o objetivo de melhorar o bem-estar da população.* 2- *O desenvolvimento da Ciência e Tecnologia acompanhados ao desenvolvimento da Economia leva necessariamente ao bem-estar da população.*

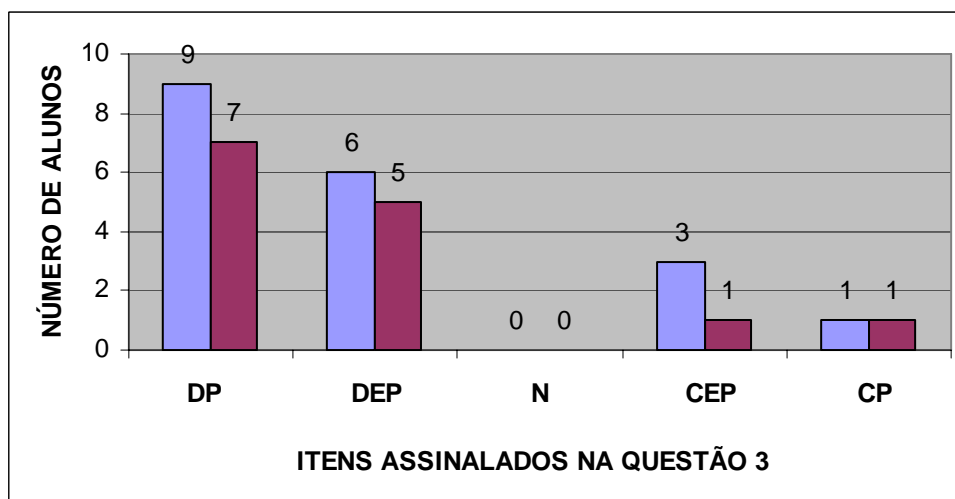


GRÁFICO 19- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 3 dos dois questionários inicial e final. 1- *Decisões envolvendo assuntos sobre Ciência e Tecnologia devem ficar apenas com cientistas, engenheiros e políticos.* 2- *Somente engenheiros, cientistas e políticos devem ter o poder de decisão sobre assuntos relacionados à Ciência e Tecnologia.*

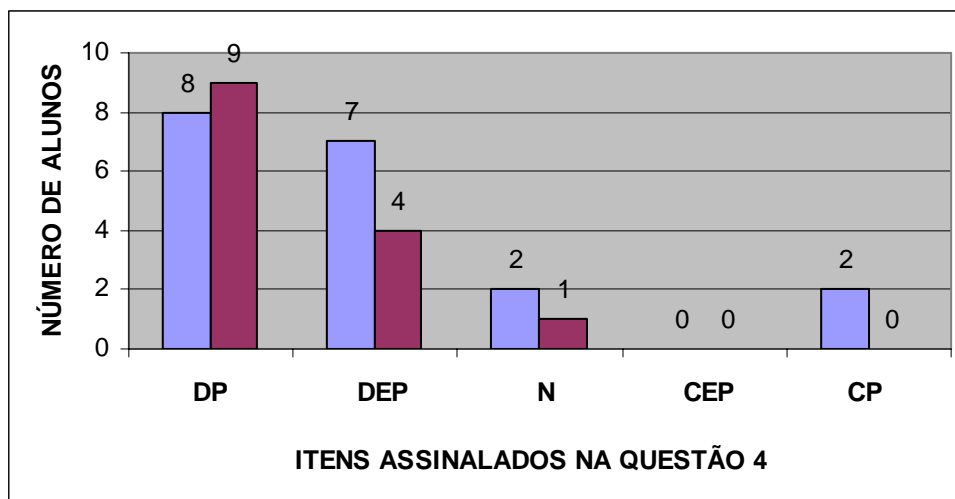


GRÁFICO 20- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 4 dos dois questionários inicial e final. 1- *Tópicos envolvendo Cidadania devem fazer parte apenas do Ensino de Ciências Humanas, em disciplinas como Geografia e História.* 2- *Assuntos relacionados à Cidadania estão relacionados somente às disciplinas das Ciências Humanas como Sociologia e História.*

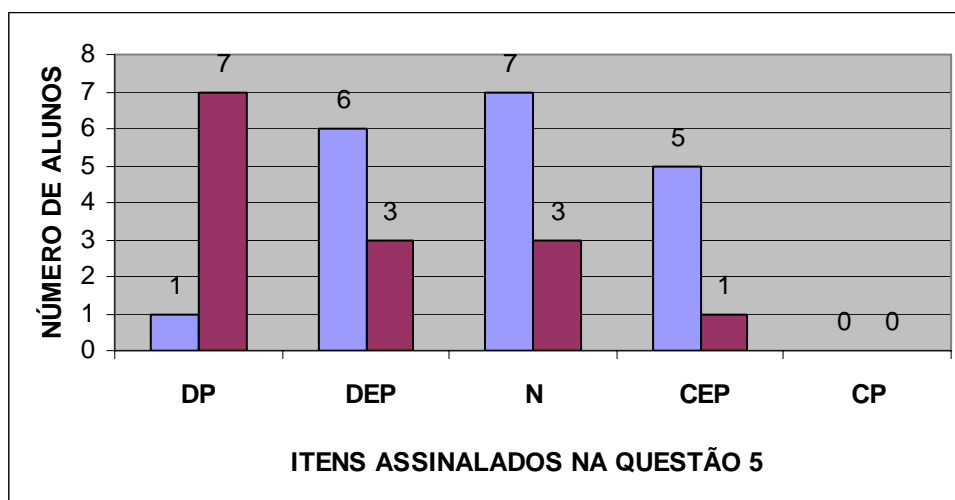


GRÁFICO 21- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 5 dos dois questionários inicial e final. 1- *O conhecimento científico até aqui concebido possui como característica ser verdadeiro e imutável.* 2- *A Ciência construída até o momento tem a característica de ser verdadeira e para sempre válida.*

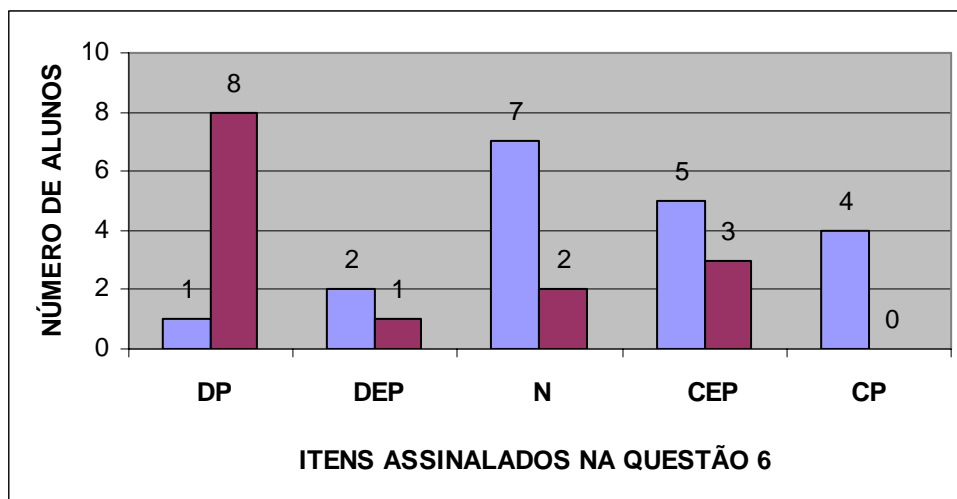


GRÁFICO 22- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 6 dos dois questionários inicial e final. 1- *O método científico é o meio pelo qual se constrói o conhecimento científico.* 2- *A produção do conhecimento científico segue necessariamente a seqüência: observação dos fenômenos, elaboração das hipóteses, comprovação experimental e elaboração de Princípios e Leis.*

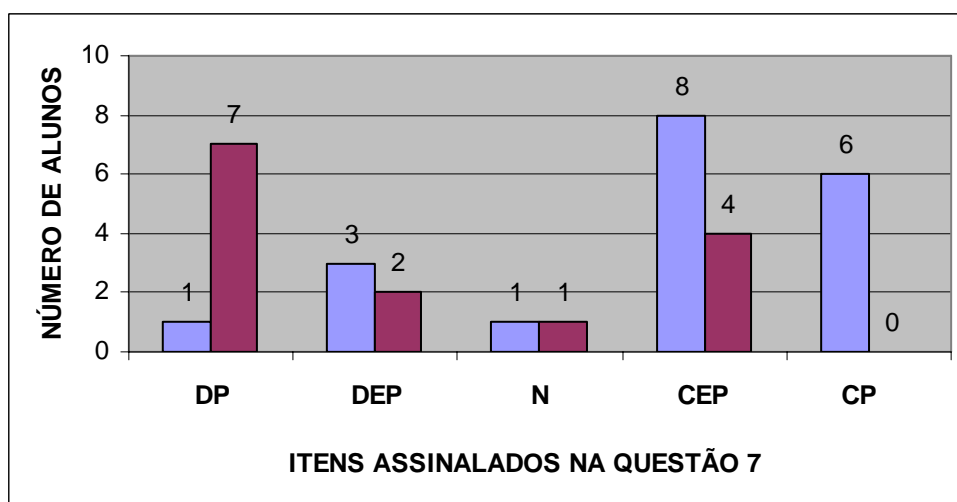


GRÁFICO 23- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 7 dos dois questionários inicial e final. 1- *O conhecimento científico que se origina da experimentação é confiável e objetivo, afinal é provado.* 2- *Em virtude da obtenção de provas, a Ciência que é concebida a partir da experimentação é objetiva e confiável.*

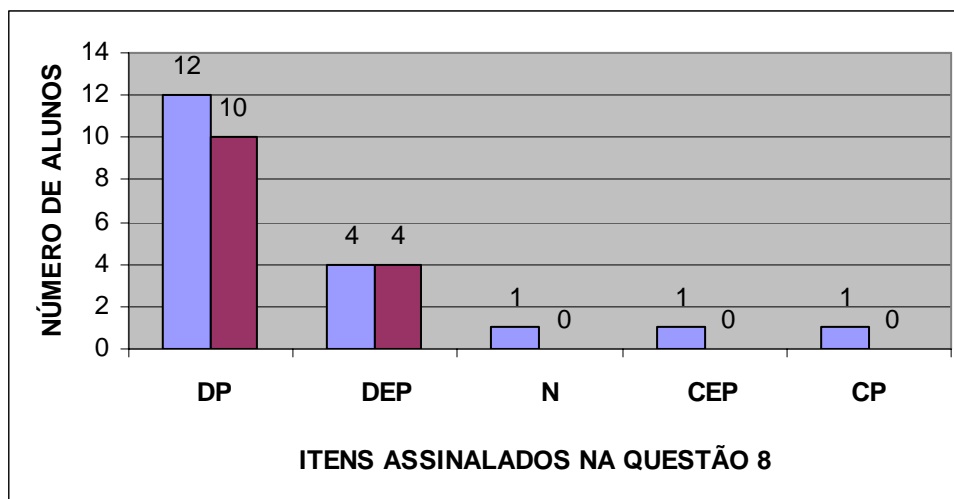


GRÁFICO 24- Relação do número de alunos e os itens assinalados na questão 8 dos dois questionários inicial e final. 1- *Temas sociais contemporâneos só devem ser tratados pelo Ensino de Ciências Humanas.* 2- *Assuntos relacionados à nossa sociedade não se relacionam em hipótese alguma a disciplinas da área de Ciências da Natureza como Química e Física.*

No que diz respeito ao conhecimento sobre as Leis que regulamentam o projeto e instalação deste dispositivo tecnológico, principalmente sobre a Lei No 4591 vigente no município de Pelotas, na sondagem inicial grande parte dos alunos responderam não conhecer questões básicas referentes à Lei, principalmente com relação ao tipo de corrente elétrica que este dispositivo trabalha. No questionário final 9 alunos sugeriram mudanças no texto da Lei. Para que as sugestões sejam pertinentes eles devem conhecer o teor da Lei. Podem-se mencionar três sugestões interessantes, que evidenciaremos a seguir:

1)O artigo 6º da Lei menciona:

“Art. 6º - As cercas energizadas deverão utilizar corrente elétrica com as seguintes características e técnicas. Tipo de corrente: intermitente ou pulsante. Potência máxima: 5 joules”

Um número significativo de alunos sugeriu que houvesse a substituição da potência máxima por energia máxima, já que no Sistema Internacional de Unidades a

Energia é representada em joules (J) e a potência em watt (W), além de que na norma internacional IEC (60335-2-76) que regulamenta este dispositivo na esfera internacional constar energia máxima de 5 J (por pulso em uma carga padrão de 500 Ω) e não a potência.

2) Observe-se a seguir uma transcrição do artigo 13º:

“Art. 13º - Sempre que a cerca energizada for instalada na parte superior de muros, grades, telas ou outras estruturas similares, a altura mínima do primeiro fio de arame energizado deverá ser de 2,10m. Em relação ao nível do solo da parte externa do imóvel cercado.”

Um aluno sugeriu que a altura mínima exigida do primeiro fio de arame energizado não fosse só em relação ao nível do solo da parte externa do imóvel cercado, mas que fosse também em relação ao nível do solo da parte interna do imóvel, devido aos possíveis desníveis no terreno. Esta idéia foi muito interessante, pois muitas vezes a Lei é respeitada estando o fio mais baixo muito próximo do nível do solo na parte interna do imóvel colocando em risco a vida das pessoas que moram neste local.

3) Um aluno defendeu que na Lei deveria conter detalhes sobre os materiais da cerca e o risco que a mesma pode causar à sociedade.

No início grande parte dos alunos já tinha demonstrado não possuir uma concepção salvacionista em relação às cercas elétricas. Com a análise do diagnóstico final foi possível observar uma ratificação dessas concepções, todos os alunos mencionaram que as cercas elétricas não representam uma solução para o problema da segurança na nossa sociedade.

CAPÍTULO 9

CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS

O nosso cotidiano está repleto por dispositivos tecnológicos cujo funcionamento pode ser explicado utilizando-se conceitos da Física Moderna e Contemporânea. No século passado inúmeros circuitos eram fabricados apenas com componentes discretos. Hoje em dia cada vez mais circuitos apresentam blocos inteiros de componentes dentro de circuitos integrados; os componentes discretos estão desaparecendo dos circuitos e os princípios físicos que explicam seu funcionamento não foram ainda contemplados na maioria dos currículos escolares brasileiros.

Ao mesmo tempo em que os jovens aprendem com facilidade a lidar com os dispositivos tecnológicos de seu tempo: microcomputadores, celulares, tocadores de MP3, etc., se perguntados sobre o funcionamento desses dispositivos tecnológicos muito provavelmente estes jovens afirmam que não sabem ou/e nunca ouviram sobre esses assuntos em sala de aula. Em geral eles não conhecem a Física do seu tempo.

Embora haja ainda muita resistência quanto à inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, todos os argumentos que vão de encontro a essa idéia parecem refutáveis. Essa parte da Física possui muitos tópicos que podem ser desenvolvidos com recursos básicos de matemática e é constituída por conceitos cujo nível de abstração não supera muitos da Física Clássica.

O argumento de que a Física Moderna e Contemporânea é um importante recurso para que os jovens possam explicar melhor as questões do seu cotidiano é convincente para a sua inserção no Ensino Médio. Mais louvável ainda seria se eles pudessem utilizar esse conhecimento para tomar decisões com responsabilidade social no meio em que estão inseridos. Essa é uma das principais idéias da abordagem CTS.

O movimento CTS defende que todos têm iguais direitos em participar na sociedade em assuntos envolvendo Ciência e Tecnologia. Se as tomadas de decisão em assuntos relacionados à Ciência e Tecnologia ficar com uma minoria, certamente teremos um crescimento nos problemas sociais e principalmente ambientais. Como essa participação não pode ser baseada no “achismo”, começa a haver um crescimento no número de projetos que defendem a popularização da Ciência.

São muitas as possibilidades de convergência entre a Física Moderna e Contemporânea e a abordagem CTS para o currículo do Ensino Médio. Uma delas é a

possibilidade de se trabalhar o assunto radioatividade para, por exemplo, que os jovens possam se posicionar sobre a melhor localização e tecnologia do armazenamento do lixo radioativo. Mas assuntos de Física Clássica também se prestam para uma abordagem CTS. Por exemplo, conceitos de Eletrônica e Eletromagnetismo clássico podem ser desenvolvidos a partir do tema cercas elétricas e suas implicações sociais, como é o caso deste trabalho onde esse tema é real, atual e vinculado à segurança pública e privada. Se esses equipamentos não forem adequadamente projetados, construídos e instalados podem proporcionar riscos para a população.

Na implementação da unidade temática foi possível constatar, como planejado, a aplicação prática do conhecimento científico por parte dos estudantes. Eles utilizaram o conhecimento científico como um meio para interpretar as leis pertinentes ao assunto e sugeriram de forma coerente mudanças no texto das mesmas, em especial na Lei No 4591. Assim, demonstraram o crescimento de seu interesse, comprometimento e mobilização na participação no tema em questão. Também foi possível verificar a evolução de praticamente todos os alunos na explicação sobre o princípio de funcionamento das cercas elétricas. Estes fatores propiciam que os estudantes sejam capazes de se posicionar de forma adequada sobre este tema no meio em que estão inseridos, auxiliando seus familiares, vizinhos e comunidade em geral.

É importante mostrar aos estudantes que se eles são capazes de sugerir modificações em uma lei, algo que está em vigência, aprovada com o voto de várias pessoas, eles também são capazes de se posicionar coerentemente sobre outros assuntos relacionados à Ciência e Tecnologia que esteja em discussão na sociedade, desde que busquem um aprofundamento do conhecimento científico inserido no assunto em questão. Este conhecimento possibilita ao estudante participar de debates na sua Escola, em sua comunidade ou até mesmo na Câmara de Vereadores de sua cidade. Se, por exemplo, estiver sendo discutida na Câmara de Vereadores a regulamentação sobre a instalação de Estações Rádio Bases, os estudantes poderão ser capazes de se posicionar sobre a instalação dessas antenas próximo de Escolas, Hospitais e Condomínios.

O questionário final aplicado aos alunos confirmou a posição dos mesmos com relação ao caráter não salvacionista associado às cercas elétricas. Tanto no início quanto no final da implementação da unidade, ao serem questionados sobre as cercas serem ou não a salvação para os problemas de segurança de nossa sociedade, praticamente todos os alunos responderam “*Não*”. Em uma próxima oportunidade talvez seja interessante também questionar sobre o caráter salvacionista associado aos

dispositivos de segurança de forma geral. Vivemos em uma sociedade que muitas vezes espera que a tecnologia seja capaz de solucionar os problemas que gera, sem questionar o seu comportamento e colocar em cheque seus valores. Talvez muitas pessoas pensem que circuitos internos de TV, alarmes, sistemas inteligentes de segurança sejam capazes de trazer-lhes a segurança completa. Ledo engano, nenhum sistema de segurança é perfeito e a segurança que tanto buscam certamente começará a ser conseguida quando os problemas sociais do país forem combatidos com políticas sociais coerentes. O tema social relacionado à segurança é complexo e necessita da participação de todos.

Embora os alunos tenham demonstrado dificuldade no início das atividades experimentais, algo normal, pois não estavam acostumados a realizar experimentos, eles mostraram uma crescente motivação para realizarem as atividades propostas nos Guias. Os trabalhos em grupo, a possibilidade de trocar idéias com os colegas e depois com o professor nos debates e a oportunidade deles próprios montarem os experimentos parecem ter contribuído muito para o bom desempenho e aprendizagem dos estudantes nessas atividades. Outra atividade que motivou muito os estudantes durante a implementação da proposta foram as chamadas animações interativas, que foram confeccionadas em *Macromedia Flash*, especialmente para este trabalho. A aprendizagem verificada e a receptividade dos alunos ao interagir com o conjunto de animações interativas e com os Guias de Experimentos, fazem destes dois recursos importantes alternativas para serem desenvolvidas, pesquisadas e implementadas no Ensino de Física.

Como perspectiva futura pretende-se desenvolver e pesquisar guias de experimentos para outras áreas da Física tendo como base os momentos pedagógicos. Pretende-se desenvolver e pesquisar com maior profundidade a inserção de aplicativos confeccionados com o *Macromedia Flash* no Ensino Médio, visando especificamente a simulação e modelagem de fenômenos físicos, além de implementar novamente a proposta levando em consideração outras estratégias, bem como planejar e implementar Unidades Temáticas para outras áreas da Física.

O foco deste trabalho foi a elaboração e implementação da Unidade Temática. As observações realizadas sugerem que a estratégia utilizada e o material instrucional preparado foram facilitadores de efetiva aprendizagem dos tópicos envolvidos. Certamente, novas implementações serão necessárias para avaliar a potencialidade desses recursos em outros contextos. No entanto, acreditamos que o relato deste documento estimule o uso da abordagem CTS como motivadora no ensino de Física.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, B.; MÁXIMO, A. **Curso de física**. 4. ed. São Paulo: Scipione, 1997. v. 3.

ANGOTTI, J. A. P. **Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e no ensino de ciências**. 1991. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

AULER, D. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. 64 f. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências Naturais) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, D. et al. Transporte particular x coletivo: intervenção curricular pautada por interações entre ciência-tecnologia-sociedade. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, 2005. n. extra. 1 CD-ROM.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. 5. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2003.

BRAGA, N. C. **Curso básico de eletrônica**. São Paulo: Editora Saber, 1999. pt. 1-2.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Governo Federal, MEC/SEF, 1998.

CABISTANY, T. Prefeito vetará as cercas elétricas. **Diário Popular**, Pelotas, 2 ago. 2000. Cidade, p. 5.

CACHAPUZ, A. F. Epistemologia e ensino das ciências no pós-mudança conceitual: análise de um percurso de pesquisa. In: II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos. **Atas do...** Valinhos, 1999. 1 CD-ROM.

CAPUANO, F. G.; MARINO, M. A. M. **Laboratório de eletricidade e eletrônica: teoria e prática**. 3. ed. São Paulo: Editora Érica, 1988.

CREA-RS (Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Rio Grande do Sul). **Conselho em Revista**: [Porto Alegre] Cercas elétricas: segurança ou perigo? V. 3, n.19, p. 18-19, mar. 2006.

CRUZ, F. F. de S. **Faraday & Maxwell: luz sobre os campos**. São Paulo: Odysseus Editora, 2005.

CRUZ, S. M. S. C. S.; ZYLBERSZTAJN, A. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integrada**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2005. p. 171-196.

CRUZ, S. M. S. C. S.; ZYLBERSZTAJN, A. O evento acidente de Goiânia: experiência de CTS no ensino fundamental. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 7., 2000, Florianópolis. **Atas do...** Florianópolis, 2000. 1 CD-ROM.

DELIZOICOV, D. **Concepção problematizadora para o ensino de ciências na educação formal**. 1982. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

DELIZOICOV, D. Pesquisa em ensino de ciências como ciências humanas aplicadas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 21, n. 2, p. 145-175, ago. 2004

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Física**. São Paulo: Cortez, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2000.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 6. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

GASPAR, A. **Do eletromagnetismo à eletrônica**. São Paulo: Ática, 1999.

GASPAR, A. **Física**: eletromagnetismo e física moderna. São Paulo: Ática, 2000.

GOULART, P. R. A.; SANTOS F. M. T. Eletrônica e cidadania em uma abordagem C.T.S. para o ensino médio: análise dos resultados do instrumento de pesquisa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Atas do...** Florianópolis, 2007. 1 CD-ROM.

GRF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). **Física 3**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998. v. 3 Eletromagnetismo;

HARRES J. B. S. et al. **Introdução à eletrônica**: conceitos e aplicações. Lajeado: Editora Univates, 2001. (Texto didático, n. 4).

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA- I. Apresenta objetivos do SAEB. Disponível em: < http://www.inep.gov.br/basica/saeb/perguntas_frequentes.htm >. Acesso em: 10 jun. 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA- II. Apresenta o PISA. Disponível em: < <http://www.inep.gov.br/internacional/pisa/> >. Acesso em: 10 jun. 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA- Método de correção de notas. Disponível em: < http://mediasenem.inep.gov.br/PDF/metodo_correcao_notas2007.pdf >. Acesso em: 19 maio 2008.

IVANISSEVICH, A. Saber fragmentado: um retrato do conhecimento científico de nossos jovens. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 34, n. 200, p. 26-33, dez. 2003.

LIKERT, R. Una técnica para medir actitudes. In: SUMMERS, G. F. (Ed.). **Medición de actitudes**.. México: Editorial Trilias, 1976. p. 182-191.

MOREIRA, M. A.; SILVEIRA, F. L. **Instrumento de pesquisa em ensino & aprendizagem**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1993.

MOREIRA, M. A.; VEIT, E. A. **Fidedignidade e validade de testes e questionários**: texto de apoio preparado para a disciplina de pós-graduação bases teóricas e metodológicas para o ensino superior. Porto Alegre: Instituto de Física - UFRGS, 2003. Mimeografado.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **A física na formação de professores do ensino fundamental**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1999.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Física contemporânea en la escuela secundaria: una experiencia en el aula involucrando formación de profesores. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 18, n. 3, p. 391-404, 2000.

PAIXÃO, M. de F.; MOURA, H. Estrelas, radiação eletromagnética e fogo de artifício numa abordagem CTS para o ensino secundário. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, 2005. n. extra. 1 CD-ROM.

PAULO, I. J. C.; MOREIRA, M. A. Abordando conceitos fundamentais da mecânica quântica no nível médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru, v. 4, p. 63-73, 2004.

PELOTAS. Lei 4591 de 18 de outubro de 2000. Dispõe sobre instalações de cercas energizadas destinadas à proteção de perímetros no município de Pelotas e dá outras providências. Disponível em:

<http://www.pelotas.rs.gov.br/interesse_legislacao/leis/antigo/L2000/Lei_n_4591.pdf>.

Acesso em: 7 jan. 2007.

PIEGAS, C. MEDO: levantamento feito pelo IPO entrevistou 385 pessoas e apontou que 64,7% dos participantes temem circular pela área central. **Diário Popular**, Pelotas, 12 mar. 2006. Polícia, p. 30.

PINTO, A. C.; ZANETIC, J. É possível levar a física quântica para o ensino médio? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 16, n. 1, p. 7-34, abr. 1999.

PORTO ALEGRE. Lei 8553 de 12 de julho de 2000. Dispõe sobre a instalação de cercas energizadas destinadas à proteção de perímetros no Município de Porto Alegre e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cgi-bin/nph-brs?s1=000023253.DOCN.&l=20&u=%2Fnethtml%2Fsirel%2Fsimples.html&p=1&r=1&f=G&d=atos&SECT1=TEXT>>. Acesso em: 6 fev. 2007.

SAMAGAIA, R; PEDUZZI, L. O. Q. Uma experiência com o projeto Manhattan no ensino fundamental. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 2, p. 259-276, 2004

Revista Brasileira de Ensino de Física. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, v. 19, n. 1, 1997. n. esp.

SOLOMON, J. **Teaching science, technology and society**. Buckingham: Open University Press, 1993.

VALADARES, E. C.; CHAVES, A.; ALVES, E. G. **Aplicações da física quântica: do transistor à nanotecnologia**. São Paulo: Editora Livraria da Física; Sociedade Brasileira de Física, 2005

VIANNA, D. M.; BERNARDO, J. R. da R. O eletromagnetismo no contexto de um sistema elétrico: uma abordagem apoiada no enfoque ciência-tecnologia-sociedade. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, 2005. n. extra. 1 CD-ROM.

YAGER, R. E; TAMIR, P. STS approach: reasons, intentions, accomplishments, and outcomes. **Science Education**, New York, v. 77, n. 6, p. 637-658, Nov. 1993.

YEBRA, M. A.; MEMBIELA, P. Un proceso de construcción de actividades ciencia-tecnología-sociedad sobre la energía desde la investigación-acción. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, 2005. n. extra. 1 CD-ROM.

APÊNDICES

APÊNDICE 1
CD-ROM
QUE ACOMPANHA A DISSERTAÇÃO

APÊNDICE 2
QUESTIONÁRIO INICIAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
INSTRUMENTO DE PESQUISA



PREZADO INFORMANTE, O OBJETIVO DESTES QUESTIONÁRIO É REGISTRAR SUAS CONCEPÇÕES A RESPEITO DAS INTERAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE.

AS INFORMAÇÕES COLETADAS SERÃO UTILIZADAS NO DESENVOLVIMENTO DE UMA PESQUISA ENVOLVENDO A SEGURANÇA DA POPULAÇÃO.

SEUS DADOS PESSOAIS EM HIPÓTESE ALGUMA SERÃO DIVULGADOS.

AGRADECEMOS A SUA COLABORAÇÃO.

CARACTERIZAÇÃO:

Nome (opcional) _____ Idade: _____. Sexo: _____
 Curso: _____. Turma: _____. Bairro em que mora: _____

Abaixo são mostradas algumas afirmações às quais você tenderá a concordar ou discordar.

Marque um "X" para cada uma delas considerando as seguintes representações:

1 DISCORDO PLENAMENTE (DP)	2 DISCORDO EM PARTE (DEP)	3 NÃO TENHO CERTEZA	4 CONCORDO EM PARTE (CEP)	5 CONCORDO PLENAMENTE (CP)
---	--	---------------------------------------	--	---

	AFIRMAÇÃO	DP	DEP	N	CEP	CP
01	Decisões sobre a regulamentação das cercas elétricas devem ficar somente com políticos e empresários do setor.	1	2	3	4	5
02	Qualquer avanço na área da Ciência e Tecnologia tem o objetivo de melhorar o bem-estar da população.	1	2	3	4	5
03	Decisões envolvendo assuntos sobre Ciência e Tecnologia devem ficar apenas com cientistas, engenheiros e políticos.	1	2	3	4	5

04	Tópicos envolvendo <i>Cidadania</i> devem fazer parte apenas do Ensino de Ciências Humanas, em disciplinas como Geografia e História.	1	2	3	4	5
05	O conhecimento científico até aqui concebido possui como característica ser verdadeiro e imutável.	1	2	3	4	5
06	O método científico é o meio pelo qual se constrói o conhecimento científico.	1	2	3	4	5
07	O conhecimento científico que se origina da experimentação é confiável e objetivo, afinal é provado.	1	2	3	4	5
08	Temas sociais contemporâneos só devem ser tratados pelo Ensino de Ciências Humanas.	1	2	3	4	5

- 1) Com o aumento da insegurança nas cidades, cada vez mais pessoas estão investindo em equipamentos que possam restabelecer o sentimento de segurança. Um destes equipamentos são as **cercas elétricas**. Você já ouviu falar, estudou ou pesquisou o funcionamento destes dispositivos? Em caso afirmativo, você pode explicar o funcionamento das mesmas?
- 2) Você sabia que no ano de 2000 passou a vigorar em Pelotas uma Lei que dispõe sobre a instalação de cercas elétricas destinadas à proteção de perímetros no município? Esta Lei abrange aspectos tanto do funcionamento quanto da instalação destes dispositivos. Você sabe responder:
 - a) Qual é o tipo de corrente elétrica que as cercas elétricas deverão utilizar?
 - b) Qual é a altura mínima exigida, em relação ao nível do solo da parte externa do imóvel, para que o fio de arame mais baixo seja instalado?
- 3) Você tem cerca elétrica instalada onde mora? Em caso positivo, sabe qual é a marca da mesma? O instalador apresentou uma via de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) referente ao serviço prestado?
- 4) Quantas cercas elétricas existem aproximadamente na quadra em que mora?
- 5) Você conhece alguém que já tenha se envolvido em algum acidente com cercas elétricas? Ficou sabendo de alguma notícia a respeito?
- 6) Você acredita que as cercas elétricas representam a solução para os problemas de segurança em nossa sociedade? Justifique.
- 7) Você já observou que junto às cercas elétricas instaladas existem placas de advertência, indicando possibilidade de choque? Você já viu alguma cerca elétrica sem estas placas?
- 8) Você já viu alguma cerca instalada em local inadequado, muito próxima das pessoas?
- 9) Você tem alguma opinião a respeito do uso desses equipamentos?
- 10) Há algum outro aspecto que gostaria de acrescentar?

APÊNDICE 3
QUESTIONÁRIO FINAL



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
INSTRUMENTO DE PESQUISA**



PREZADO INFORMANTE, O OBJETIVO DESTES QUESTIONÁRIO É REGISTRAR SUAS CONCEPÇÕES A RESPEITO DAS INTERAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE.

AS INFORMAÇÕES COLETADAS SERÃO UTILIZADAS NO DESENVOLVIMENTO DE UMA PESQUISA ENVOLVENDO A SEGURANÇA DA POPULAÇÃO.

SEUS DADOS PESSOAIS EM HIPÓTESE ALGUMA SERÃO DIVULGADOS.

AGRADECEMOS A SUA COLABORAÇÃO.

CARACTERIZAÇÃO:

Nome (opcional) _____ Idade: _____ Sexo: _____
Curso: _____ Turma: _____ Bairro em que mora: _____

Abaixo são mostradas algumas afirmações às quais você tenderá a concordar ou discordar.

Marque um "X" para cada uma delas considerando as seguintes representações:

1 DISCORDO PLENAMENTE (DP)	2 DISCORDO EM PARTE (DEP)	3 NÃO TENHO CERTeza	4 CONCORDO EM PARTE (CEP)	5 CONCORDO PLENAMENTE (CP)
---	--	---------------------------------------	--	---

	AFIRMAÇÃO	DP	DEP	N	CEP	CP
01	Apenas políticos e empresários do ramo da segurança devem ter o poder de decisão sobre a regulamentação das cercas elétricas.	1	2	3	4	5
02	O desenvolvimento da Ciência e Tecnologia acompanhados ao desenvolvimento da Economia leva necessariamente ao bem-estar da população.	1	2	3	4	5
03	Somente engenheiros, cientistas e políticos devem ter o poder de decisão sobre assuntos relacionados à Ciência e Tecnologia.	1	2	3	4	5

04	Assuntos relacionados à Cidadania estão relacionados somente às disciplinas das Ciências Humanas como Sociologia e História.	1	2	3	4	5
05	A Ciência construída até o momento tem a característica de ser verdadeira e para sempre válida.	1	2	3	4	5
06	A produção do conhecimento científico segue necessariamente a seqüência: observação dos fenômenos, elaboração das hipóteses, comprovação experimental e elaboração de Princípios e Leis.	1	2	3	4	5
07	Em virtude da obtenção de provas, a Ciência que é concebida a partir da experimentação é objetiva e confiável.	1	2	3	4	5
08	Assuntos relacionados à nossa sociedade não se relacionam em hipótese alguma a disciplinas da área de Ciências da Natureza como Química e Física.	1	2	3	4	5

- 1) Explique com suas palavras o princípio de funcionamento das cercas elétricas.

- 2) Estabeleça no mínimo um aspecto positivo e no mínimo um aspecto negativo associado à Lei 4591 de 18 de outubro de 2000, vigente no município de Pelotas, que trata sobre as cercas elétricas.

- 3) Sugira no mínimo uma modificação no texto da Lei mencionada na questão 2 explicitando o motivo da mudança.

- 4) Você acredita que as cercas elétricas representam a solução para os problemas de segurança em nossa sociedade? Justifique.

- 5) Estabeleça aspectos positivos e negativos associado à implementação desta Unidade Temática.