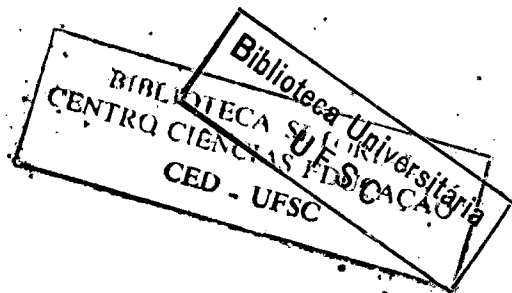


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO

CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO



"ALFABETIZAÇÃO TÉCNICA" na disciplina de Física: Uma experiência educacional dialógica

Dissertação de Mestrado apresentada para fins de análise e aprovação para a obtenção do título de Mestre em Educação pela Universidade Federal de Santa Catarina.



0.212.986-1

UFSC-BU

FABIO DA PURIFICAÇÃO DE BASTOS

FLORIANÓPOLIS, SC, 1990.

# O Operário em Construção

ERA ELE que erguia casas  
Onde antes só havia chão.  
Como um passarinho sem asas  
Ele saltava com as asas  
Que lhe brotavam da mão.  
Mas tudo desconhecia  
Do sua grande missão:  
Não sabia, por exemplo  
Que a casa de um homem é um templo.  
Um templo sem religião.  
Como tampouco sabia  
Que a casa que ele fazia  
Sendo a sua liberdade,  
Era a sua escravidão.

De fato, como podia  
Um operário em construção  
Compreender por que um tijolo  
Valla mais do que um pão?  
Tijolos ele empilhava  
Com pó, cimento e esquadria  
Quanto ao pão, ele o comia  
Mas fosse comer tijolo!  
E assim o operário ia  
Com suor e com cimento  
Erguendo uma casa aqui  
Adiante um apartamento  
Além uma igreja, à frente  
Um quartel e uma prisão:  
Prisão de que sofreria  
Não fosse eventualmente  
Um operário em construção.

Mas ele desconhecia  
Esse fato extraordinário:  
Que o operário faz a coisa  
E a coisa faz o operário.  
De forma que, certo dia  
À mesa, ao cortar o pão  
O operário foi tomado  
De uma súbita emoção.  
Ao constatar assombrado  
Que tudo naquela mesa  
— Garrafa, prato, facão —  
Era ele quem os fazia  
Ele, um humilde operário,  
Um operário em construção.  
Olhou em torno: gamela  
Banco, enxerga, caldeirão  
Vidro, parede, janela  
Casa, cidade, nação!  
Tudo, tudo o que existia  
Era ele quem os fazia  
Ele, um humilde operário,  
Um operário que sabia  
Exercer a profissão.

Ah, homens de pensamento  
Não sabereis nunca o quanto  
Aquele humilde operário  
Soube naquele momento  
Naquela casa vazia  
Que ele mesmo levantara  
Um mundo novo que nascia  
De que sequer suspeitava.  
O operário emocionado  
Olhou sua própria mão  
Sua rude mão de operário  
De operário em construção  
E olhando bem para ela  
Teve um segundo a impressão  
De que não havia no mundo  
Coisa que fosse mais bela.

Foi dentro da compreensão  
Desse instante solitário  
Que, tal sua construção

Cresceu também o operário  
Cresceu em sítio profundo  
Em largo e no coração  
E como tudo que cresce  
Ele não cresceu em vão  
Pois além do que sabia  
— Exercer a profissão —  
O operário adquiriu  
Uma nova dimensão:  
A dimensão da poesia.

E um fato novo se viu  
Que a todos admirava:  
O que o operário dizia  
Outro operário escutava.  
E foi assim que o operário  
Do edifício em construção  
Que sempre dizia sim  
Começou a dizer não.  
E aprendeu a notar coisas  
A que não dava atenção:  
Notou que sua marmita  
Era o prato do patrão  
Que sua cerveja preta  
Era o uisque do patrão  
Que seu macacão de zuarte  
Era o terno do patrão  
Que o casebre onde morava  
Era a mansão do patrão  
Que seus dois pés andarilhos  
Eram as rodas do patrão  
Que a dureza do seu dia  
Era a noite do patrão  
Que sua imensa fadiga  
Era amiga do patrão

E o operário disse: Não!  
E o operário fez-se forte  
Na sua resolução.

Como era de se esperar  
As bocas da delação  
Começaram a dizer coisas  
Aos ouvidos do patrão.

Mas o patrão não queria  
Nenhuma preocupação.  
— "Convençam-no" do contrário  
Disse ele sobre o operário  
E ao dizer isso sorria.

Dia seguinte, o operário  
Ao sair da construção  
Viu-se súbito cercado  
Dos homens da delação  
E sofreu, por destino  
Sua primeira agressão.  
Teve seu rosto cuspido  
Teve seu braço quebrado  
Mas quando foi perguntado  
O operário disse: Não!

Em vão sofrera o operário  
Sua primeira agressão.  
Muitas outras se seguiram  
Muitas outras seguirão  
Porém, por impressão  
Ao edifício em construção  
Seu trabalho prosseguiu  
E logo o seu sofrimento  
Misturava-se ao cimento  
Da construção que crescia.

Sentindo que a violência  
Não dobraria o operário  
Um dia tentou o patrão  
Cobrá-lo de modo variado  
De sorte que o foi levando

Ao sítio da construção,  
E num momento de tempo  
Mostrou-lhe toda a régua  
E apontando-a ao operário  
Fez-lhe esta declaração:  
— Dar-te-ei todo esse poder,  
E a sua satisfação  
Porque a mim-me foi entregue  
E dou-o a quem quiser.  
Dou-te tempo de lazer  
Dou-te tempo de mulher.  
Portanto, tudo o que vês  
Será teu se me adorares.  
E, ainda mais, se abandonares  
O que te faz dizer não.

Disse, e fitou o operário  
Que olhava e que rolava  
Mas o que via o operário  
O patrão nunca veria.  
O operário via as casas  
E dentro das estruturas  
Via coisas, objetos  
Produtos, manufaturas.  
Via tudo o que fazia  
O lucro do seu patrão  
E em cada coisa que via  
Misteriosamente havia  
A marca de sua mão.  
E o operário disse: Não!

— Loucural! — gritou o patrão  
Não vês o que te dou eu?  
— Mentral! — disse o operário  
Não podes dar-me o que é meu.

E um grande silêncio fez-se  
Dentro do seu coração  
Um silêncio de martírio  
Um silêncio de prisão.  
Um silêncio povoado  
De perdidos de perdão  
Um silêncio apavorado  
Com o medo em solidão.  
Um silêncio de torturas  
E gritos de maldição  
Um silêncio de fraturas  
A se apastarem no chão.  
E o operário ouviu a voz  
De todos os seus irmãos  
Os seus irmãos que morreram  
Por outros que viverão  
Uma esperança sincera  
Cresceu no seu coração  
E do céu de tarde mansa  
Agigantou-se a razão  
De um homem pobre e esquecido  
Que não porém que fizera  
Um operário construído  
O operário em construção.  
(Vinícius de Moraes)

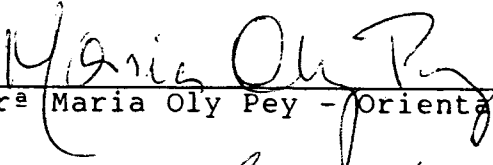
Este texto foi trazido, no final do ano letivo em que se desenvolveu a experiência educacional dialógica, por um aluno-trabalhador que atuava na ocasião na construção civil, como servente de pedreiro, para o grupo de trabalho "estudá-lo". Ao reportar este fato ao professor Bazin, este sugeriu-me que o apresenta-se neste trabalho, com destaque.

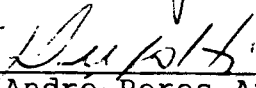
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO

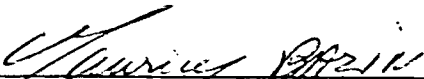
"ALFABETIZAÇÃO TÉCNICA" NA DISCIPLINA DE  
FÍSICA: UMA EXPERIÊNCIA EDUCACIONAL DIA  
LÓGICA

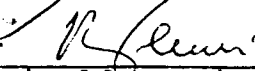
Dissertação submetida ao Colegiado  
do Curso de Mestrado em Educação  
do Centro de Ciências da Educação  
em cumprimento parcial para a ob-  
tenção do título de Mestre em Edu-  
cação.


APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 26, 09, 1990.

  
Profª Drª Maria Oly Pey - orientadora

  
Prof. MSc. José André Peres Angotti

  
Prof. Dr. Maurice Bazin

  
Prof. Dr. Reinaldo Matias Fleuri

  
Fábio da Purificação de Bastos

Florianópolis, Santa Catarina

setembro, 1990.

Aos alunos-trabalhadores que frequentam as escolas públicas após a jornada diária de trabalho, que utilizam este espaço para lutar por melhores condições de vida.

Ao Bazin que inspirou este trabalho, na qualidade de educador-trabalhador-dialógico, com quem vivi momentos de dialogicidade eterna.

Concordando com Bazin, apostou-se que a melhor apresentação desse trabalho seria a de reproduzir notas escritas dia a dia, mesmo que possam parecer por vezes inqênuas a quem nunca entrou numa sala de aula de uma escola pública no período noturno, para aí fazer qualquer coisa de concreto.

## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho não teria sido possível sem a cooperação de muitas pessoas que interagem cooperativamente comigo cotidianamente. Aqui pretendo citar algumas delas, para que fique registrado suas ações-participantes nesta etapa da minha vida profissional.

Portanto, agradeço a(o):

Companheira Celina, que carinhosamente chamo de Cê, que viveu todos os momentos deste trabalho, durante o curso de mestrado.

Professora Maria Oly Pey, que carinhosamente chamo de "Phdeusa", que orientou este trabalho, mais do que isto, fez questão de ser cúmplice das ações desenvolvidas no cotidiano da escola pública.

Professor José André Angotti, que chamo carinhosamente de Zé, que coorientou este trabalho, principalmente a parte específica de Física, durante a elaboração dos materiais didáticos que suportaram a experiência educacional.

Professor Maurice Bazin, pela forma carinhosa como conduziu os momentos de discussão durante a elaboração deste trabalho, sugerindo redirecionamentos e formas de avaliação da experiência educacional vivida.

Professor Reinaldo Matias Fleuri, pela dedicação e orientação das idéias que balizam o referencial teórico deste trabalho, além de dispor de seu computador para edição deste trabalho.

Diretor do Centro de Ciências da Educação da UFSC, professor Valpi Costa, pela abertura de todos os canais possíveis, para a participação em eventos, permitindo a divulgação deste trabalho.

Professor André Valdir Zunino, pela utilização de seu sistema de edição de textos, sem o qual não teria sido possível o desenvolvimento dos materiais didáticos simultaneamente com o andamento das atividades educacionais.

CAPES/SPEC, que apesar dos inúmeros atrasos na remessa dos recursos financeiros, permitiu efetivamente o desenvolvimento deste trabalho.

INTRODUÇÃO .....	01
CAPITULO 1	- Aspectos Teóricos e Metodológicos sobre "O Problema".....02
1.1	- Dos Aspectos Teóricos .....02
1.1.1	- Introdução .....02
1.1.2	- Sobre uma Concepção de "Ciência útil" para a Organização dos Trabalhadores ...02
1.1.3	- Sobre uma Concepção Educacional que Comporta o Ensino de Ciências Naturais Destinado aos Alunos-Trabalhadores .....09
1.1.4	- A "Alfabetização Técnica" Enquanto Proposta Dialógica para o Ensino Dialógico de Física .....12
1.2	- Dos Aspectos Metodológicos .....16
1.2.1	- Problemática/Justificativa .....16
1.2.2	- Objetivos/Procedimentos Metodológicos ..18
CAPITULO 2	- Descrevendo a Experiência Educacional Dialógica Vivida .....29
2.1	- A Unidade Escolar: Espaços, Sujeitos Envolvidos e Objetos .....29
2.1.1	- Espaços Físicos .....29
2.1.1.1	- Os Espaços Existentes .....29
2.1.1.2	- O Reaproveitamento dos Espaços .....30
2.1.2	- Os Sujeitos... do Grupo de Trabalho ....31
2.1.3	- Objetos... de Ensino(?) e Aprendizado(?) .....32
2.2	- O Processo da "Investigação Participativa" .....35
2.2.1	- Inaugurando o Diálogo... ou pelo menos Tentando .....35
2.2.2	- O Processo de Codificação-Descodificação .....37
2.2.3	- Trabalhando com os "Equipamentos Geradores" .....39
2.2.4	- A Continuidade do Processo da "Investigação Participativa" .....41
2.3	- A Disciplina de Física na Terceira Série do Segundo Grau .....43
2.3.1	- O Programa Oficial da Disciplina de Física .....43
2.3.2	- O Programa Alternativo Desenvolvido ....45
2.4	- 1a Unidade do Tema de Estudo - "Consumo" de Energia Elétrica .....52
2.4.1	- Texto 01: Início das Tarefas e serem Realizadas na Sala de Aula .....52

2.4.2	- Texto 02: Coleta e Classificação dos Eletrodomésticos .....	54
2.4.3	- Texto 03 e "Atividades Teórico-Experimentais 01 e 02": Grandezas Físicas da "Eletricidade Concreta" .....	61
2.4.4	- Texto 04 e "Atividade Teórico-Experimental 03": Grandezas Físicas e suas Relações (Inclusive com a "Eletricidade Concreta") .....	71
2.4.5	- Texto 05 e "Atividade Teórico-Experimental 04": Os Circuitos Elétricos "Concretos" das Residências ..	79
2.4.6	- Texto 06: O Modelo Físico e o "Texto de Leitura": 1a Parte .....	92
2.4.7	- Texto 07 e "Atividade Teórico-Experimental 05": Eletromagnetismo - Ainda o Tema "Consumo" de Energia Elétrica .....	101
2.5	- 2a Unidade: Tema de Estudo - "Produção" de Energia Elétrica .....	107
2.5.1	- Texto 08 e "Atividade Teórico-Experimental 06": Geradores Eletromagnéticos .....	107
2.5.2	- Texto 09: Das Usinas Até as Nossas Casas e "Texto de Leitura": 2a parte: A Importância de "Estudar" um Texto ...	113
CAPITULO 3	- Analisando a Experiência Educacional Dialógica Vivida .....	121
3.1	- Considerações sobre os primeiros momentos vividos .....	121
3.1.1	- Considerações sobre o processo da "Investigação Participativa" vivido com o "grupo de trabalho" .....	121
3.1.2	- A Discussão em torno do "texto introdutório" .....	121
3.1.3	- Os Caminhos utilizados na busca dos "equipamentos geradores" .....	123
3.2	- Considerações sobre o "estudo" desenvolvido com os "equipamentos geradores" durante a experiência educacional dialógica .....	124
3.2.1	- O Levantamento dos aparelhos elétricos (eletrodomésticos): elege-se os primeiros "equipamentos geradores" .....	124
3.2.2	- Os "equipamentos geradores" escolhidos durante a "investigação participativa" .....	125



3.2.3	- Os "equipamentos geradores" e o Desenvolvimento da experiência educacional dialógica .....	132
3.2.4	- Os "equipamentos dobradiças" da experiência educacional dialógica .....	133
3.3	- Considerações sobre a Elaboração e Desenvolvimento do "Programa de Estudos" organizado com o "grupo de trabalho" .....	135
3.3.1	- As Limitações devido a existência do Programa Oficial .....	135
3.3.2	- A Discussão com os alunos-trabalhadores .....	137
3.3.3	- Os "equipamentos geradores" norteando o processo educacional .....	139
3.4	- Sobre o processo dialógico que subsidiou a produção dos materiais didáticos - teóricos e experimentais...	140
3.4.1	- Sistematizando as discussões para "estudá-las" .....	140
3.4.2	- Os "textos de estudos" e o desenvolvimento das aulas .....	141
3.4.3	- Os "guias teórico-experimentais", o manuseio com os "equipamentos geradores" e a avaliação .....	143
3.5	- Considerações sobre os depoimentos dos alunos-trabalhadores do "grupo de trabalho" .....	145
3.5.1	- Sobre as aulas .....	145
3.5.2	- Sobre os materiais didáticos teóricos e experimentais .....	148
3.5.3	- Sobre a vivência na experiência educacional dialógica .....	150
3.6	- Considerações sobre os depoimentos dos "avaliadores externos" a respeito da experiência educacional dialógica.....	152
3.6.1	- Alguns depoimentos de professores de Física da mesma unidade escolar .....	152
3.6.2	- Considerações sobre os depoimentos dos alunos-trabalhadores transferidos para o "grupo de trabalho" no decorrer da experiência educacional dialógica ..	152
3.6.3	- Considerações escritas dos companheiros do Curso de Mestrado em Educação da UFSC, que acessoraram/participaram da experiência educacional dialógica .....	156
CAPITULO 4	- O que se pode/deve Concluir sobre a experiência educacional dialógica vivida com o "grupo de trabalho" .....	163

4.1	- Tem sido possível responder "o problema" .....	163
4.2	- Da experiência educacional dialógica vivida à experiência de "alfabetização técnica" vivida por Bazin: aproximações e distanciamentos .....	165
4.3	- A Reeducação dos professores de Ciências Naturais e a "alfabetização técnica" .....	167
4.4	- O Projeto Político Educacional Delineado .....	169
CAPITULO 5	- Bibliografia .....	171
CAPITULO 6	- Anexos	
	01 - testes de verificação .....	I
	02 - roteiro de atividade prática da unidade escolar .....	II
	03 - programa oficial da disciplina de Física (3a série) da unidade escolar .....	III
	04 - texto introdutório .....	IV
	05 - tabela de eletrodomésticos construída pelo grupo de trabalho .....	V
	06 - horários das aulas de Física do grupo de trabalho .....	VI
	07 - glossário de termos .....	VII
	08 - fotos sobre a experiência educacional dialógica .....	VIII

## RESUMO

Foi desenvolvida em uma escola pública, período noturno, uma experiência educacional dialógica na disciplina de Física na terceira série do segundo grau, majoritariamente com alunos-trabalhadores, centrada na temática da eletricidade. Foi apoiada, na experiência de "alfabetização técnica" desenvolvida pelo professor Maurice Bazin e na concepção educacional do professor Paulo Freire, operacionalizando estas idéias no espaço escolar institucionalizado, como alternativa para intervenção curricular transformadora no ensino de ciências naturais.

## ABSTRACT

An educational experience has been developed in a Physics course dialogical conception of the Pedagogy of Professor Paulo Freire and the studies of Professor Maurice Bazin on "Technical Alfabetization". In the course the subject worked was electricity, and it was developed at a secondary state public school, evening period with a class of working students. The major target of this study was to operationalize, in the educational formal system, the ideas of the two Professors as an alternative of transformative curricular intervention in Natural Science Teaching.

## INTRODUÇÃO

O presente trabalho de dissertação, está inserido num contexto mais amplo, num projeto político-pedagógico coletivo, visando estabelecer relações entre a ação docente e discente com o trabalho produtivo.

Em outras palavras, adotando como concepção educacional a perspectiva dialógica, trabalhou-se nos espaços políticos-pedagógicos da escola formal com a "alfabetização técnica" no sentido de ocupá-los e expandi-los, tendo como objetivo a transformação das condições de trabalho, de vida, enfim de pensar.

A contextualização deste trabalho está imersa na atividade docente, por entender que o profissional da educação é um trabalhador. Desta forma, foi uma componente fundamental, o compromisso assumido, na direção da libertação cultural dos trabalhadores, em detrimento da dominação, impregnada nas escolas pelos professores autoritários que estão serviço do Estado que as projetou.

## CAPITULO 1 - ASPECTOS TEORICOS E METODOLOGICOS SOBRE O PROBLEMA

### 1.1 - DOS ASPECTOS TEORICOS

#### 1.1.1 - INTRODUÇÃO

O objetivo desta seção é explicitar a concepção de ciência e mais especificamente de ensino de Física, que norteia teórica e socialmente a experiência dialógica desenvolvida com um grupo de trabalho, numa escola pública, no período noturno. Esta concepção de ciência se baseia nas idéias dos professores Alvaro Vieira Pinto e Oscar Varsavsky .

Estabelece-se conexões destas idéias com a concepção educacional de Paulo Freire, resgatando a experiência de "alfabetização técnica" do professor Maurice Bazin, especificamente ao ensino de Física, destinado a parcela trabalhadora da sociedade, que frequenta a escola pública, no período noturno.

A escolha de Alvaro Vieira Pinto, Oscar Varsavsky, Paulo Freire e Maurice Bazin para compor o referencial teórico, justifica-se pelo fato destes autores terem pontos de vista em comum sobre alguns assuntos como: desmistificação dos conteúdos de ensino das ciências naturais, desalienação cultural e científica, independência cultural e científica e a libertação cultural dos trabalhadores.

#### 1.1.2 - SOBRE UMA CONCEPÇÃO DE "CIENCIA UTIL" PARA A ORGANIZAÇÃO DOS TRABALHADORES

Optou-se por começar tratando a expressão ciência, segundo a concepção adotada. Para Vieira Pinto:

"A ciência é a forma de resposta adaptativa de que somente o homem se revela capaz por ser o animal que vence as resistências do mediante o conhecimento dos fenômenos, ou seja, mediante a produção da sua existência a individual e a da espécie." (Vieira Pinto, 1985: 83)

A ciência da maneira acima colocada, é a forma mais elevada do conhecimento, pertencendo ao complexo de relações que se estabelece entre os seres humanos e a realidade que vivem. Consequentemente, não pode ser entendida como produto arbitrário do pensamento dos seres humanos mais eruditos. Representa uma das formas mais completas em que ocorre a integração e a adaptação destes à realidade. Parafraseando Vieira Pinto, constitui-se simultaneamente como possibilidade de transposição do mundo para o interior do ser humano, pelo reflexo dos processos exteriores que determinam o pensamento, e pela imersão destes no mundo, mediante a capacidade de ação sobre as coisas (Vieira Pinto, 1985: 90).

A ciência está intimamente ligada com a produção da existência humana. Seu objetivo é de modificar as condições da realidade, de tal maneira que fique assegurada a subsistência humana. Portanto, depende do nível de desenvolvimento das forças sociais produtivas, sendo obrigada a empregar métodos e técnicas que possibilitem responder às necessidades de conhecer com veracidade as propriedades das coisas e dos fenômenos.

Resumindo, entende-se que ciência:

"é a forma mais perfeita que pode assumir então a capacidade humana de compreensão e discernimento da realidade. A ciência representa sempre a forma mais elevada de captação da realidade pela mente humana, que cada época se mostra capaz de produzir." (Vieira Pinto, 1985: 92)

Quanto à questão da utilidade, termo tão discutido nos meios acadêmicos, quando resistem ao caráter utilitário da ciência, parece-nos que está explícito na conceituação elaborada por Vieira Pinto, em todos os momentos. Porém é nitidamente clarificada quando trata a ciência como uma atividade de exploração metódica, cada vez mais intensiva do mundo, da realidade que os seres humanos necessitam dominar, classificar e estruturar os elementos da natureza, para poderem produzir os objetos necessários à manutenção de suas existências.

Neste sentido, entende-se o trabalho do cientista como uma

forma particular das relações produtivas pelo qual os seres humanos foram transformando deliberadamente e cada vez mais artificialmente a realidade exterior. Com o trabalho os seres humanos começam a produzir para si a realidade que desejam, que necessitam, que lhes é útil, isto é, os objetos e as condições que precisam para existir.

A ciência entendida como sendo a produção da existência humana, pode ser encarada como a prática do trabalho sobre a realidade física. Parafraseando Vieira Pinto, isso se dá pela capacidade, que os seres humanos adquirem, de intervir na natureza, ação esta que se denomina trabalho.

A relação entre ciência e trabalho, que consolida o caráter utilitário da mesma, pode ser melhor entendida ao se admitir que os seres humanos, culturalmente falando, vão:

"criando a representação conceitual cada vez mais adequada e correta das propriedades das coisas, do significado dos fenômenos e deste modo, se capacitam a converterem-se em produtores eficientes do "mundo" onde se instalam, e que reciprocamente o vão configurando fisicamente e intelectualmente." (Vieira Pinto, 1985: 85)

É necessário lembrar que as idéias, que surgem da investigação metódica sobre natureza são aplicadas à finalidades úteis, que, genericamente, consistem em aumentar a capacidade de transformação da realidade pelos seres humanos, em seu benefício. Em outras palavras, os conceitos científicos desenvolvidos tornam-se bens de consumo, isto é, são operacionalizados com a finalidade de serem utilizados no incremento e melhoria dos meios-de-produção.

Pode-se então dizer que um dos objetivos primordiais da ciência é "ampliar o domínio do ser humano sobre a natureza e realizar, de modo cada vez mais perfeito, sua essência humana, no sentido de permitir um trabalho mais fácil e fecundo." (Vieira Pinto, 1985: 86) Por isto a ciência pode ser entendida, segundo sua objetividade, como elemento primordial para indagar a realidade, para atender a necessidade de melhor conhecê-la,



fortalecendo as forças produtivas e criando bens de consumo de que os seres humanos carecem.

Contudo, sabe-se que o avanço da ciência nas últimas décadas, além de permitir o domínio do ser humano sobre a natureza, de modo cada vez mais intenso, têm lhes propiciado em virtude disto, o domínio sobre seus semelhantes. Esta se fazendo menção a exploração capitalista, articulada pelos países que se desenvolveram cientificamente.

Neste sentido a situação de opressão que se encontram os povos latinos americanos de uma maneira geral tem uma componente fundamental: o domínio cultural dos países desenvolvidos cientificamente. É claro que para os povos latinos americanos o trabalho não se tornou mais fácil e fecundo, com o desenvolvimento da ciência no norte !

Na direção contrária está a visão "cientificista" da ciência. Por "cientificismo" se entende "todo este conjunto de características da investigação científica atual" (Varsavsky, 1969: 39). "Cientificista" se denomina o pesquisador que se adaptou a este "mercado científico", que renuncia a preocupar-se com o significado social de sua atividade, desvinculando-a, conseqüentemente dos problemas políticos. Segundo esta visão os desenvolvimentos científico e econômico não possuem nenhuma relação, isto é, um não determina o outro.

Os "cientificistas" tornam-se produtores de "papers" para os países desenvolvidos, isto é, vinculam-se a outra realidade, criando na maioria das vezes uma dependência cultural. Desta forma coadunam com o "colonialismo científico" dos países desenvolvidos, desatrelando o trabalho que realizam, da realidade que vivenciam.

A maior argumentação dos "cientificistas" contra o caráter utilitário da ciência, é não admitir que a atividade científica atual esteja adaptada as necessidades de um sistema social, cujo fator dinâmico é a produção industrial, em função da acumulação capitalista.

O que está se argumentando, é que a realidade que Vieira Pinto faz menção, é de extrema importância, por que é algo essencialmente local, nacional. Isto faz com que a ciência interaja

com o meio, no qual o trabalhador atua.

Ao invés de, por exemplo, realizar um exame ortodoxo de cada uma das fórmulas ou equações, desenvolvidas na eletricidade de circuitos resistivos, um professor de Física pode estudar alguns sistemas físicos construídos (tais como: chuveiro elétrico, instalações elétricas residenciais e industriais, chave de teste, aquecedores elétricos, etc.) e a partir do "concreto", buscar o referencial teórico adequado, com o intuito de compreendê-los, para poder dominá-los. Não se trata de fazer ciência aplicada apenas, mas de romper com a cadeia completa da atividade científica, conhecida como "racionalismo acadêmico", que desconsidera os "problemas concretos" da realidade vivida.

Acredita-se que desta forma estaria se caminhando para a mudança, na direção da libertação cultural, jogando por terra uma série de valores inculcados durante a "formação acadêmica científica". Assim a formação do trabalhador da ciência, isto é, o ensino de ciências naturais não se converteria em "cientificismo", estabelecendo a ligação entre os princípios científicos gerais e a realidade cotidiana.

Como regra geral poderia se analisar todos os aspectos de um "problema concreto", para poder-se chegar a recomendar "decisões práticas". Novamente é oportuno que se afirme enfaticamente, que na maioria dos casos não se trata de fazer ciência aplicada, mas de utilizar/operacionalizar os conceitos científicos, em todos os níveis, na realidade vivida. Conseqüentemente, seria necessário criar uma metodologia de uma "ciência pobre" ou "subdesenvolvida", com vasto conhecimento de nossa realidade nacional.

Nesta direção que se está discutindo, a ciência desenvolvida nos países subdesenvolvidos "é certamente subdesenvolvida, por que é insuficiente para ajudar-nos a construir a sociedade que desejamos" (Varsavsky, 1976: 14). Conseqüentemente, somente tendo em mente as características tecnológicas de um estilo de desenvolvimento é que se pode compreender por que não é qualquer ciência que é conveniente. Convém ressaltar que a tecnologia exigirá, cada vez mais, uma base científica que a oriente e a sustente.

Não se está interpretando a independência tecnológica, como a capacidade de fazer, num determinado local e com uma ajuda mínima, exatamente as mesmas coisas que fazem os países desenvolvidos. Se assim ocorrer, observar-se-á um alto grau de dependência cultural, que permitirá apenas copiar os produtos, os métodos de produção, etc, mantendo-se o subdesenvolvimento. O que é preciso "é saber o que se deseja, antes de aprender a construí-lo" (Varsavsky, 1976: 31).

Não se está afirmando tampouco, que os trabalhadores, que atuam diretamente nos meios-de-produção, produzindo a existência da humanidade, não devam conhecer certos resultados científicos. A questão é que o tempo não chega para tudo sendo necessário escolher prioridades. A não ser que chegássemos a conclusão de que

"se o conteúdo da ciência atual serve indiferentemente à construção de qualquer sociedade... poderíamos acreditar na objetividade e neutralidade ideológica da ciência"  
(Varsavsky, 1976: 36)

A maioria dos trabalhadores, da ciência ou não, acredita que tudo o que seja ciência "pura", "básica", "abstrata" lhes possa ser "útil". O que importa é que, mesmo parecendo "inútil", devem estar em condições de utilizá-la quando for o momento, se este vier a ser vivido.

O que tanto Vieira Pinto como Varsavský defendem, é uma reeducação na direção da compreensão e do domínio da realidade local vivida. Em termos práticos, é preciso desenvolver tecnologia própria e sua ciência de sustentação. É importante lembrar que toda definição e descrição é ideológica (está se tomando o termo "ideológico" em seu sentido clássico de ocultamento da realidade social), já que implica em escolher umas características do conceito ou do problema em detrimento de muitas outras coisas, o que influencia diretamente as necessidades da sociedade. Um cientista politizado nesta direção, contribui para o desenvolvimento de uma ciência vinculada à realidade nacional. Parafraseando Vieira Pinto, a ciência só

alcança o grau máximo de perfeição quando se torna produto da consciência crítica do pesquisador (Vieira Pinto, 1985: 53).

A ciência, desta forma, torna-se um instrumento "útil" na tomada de decisão, visando determinados objetivos. Isto requer uma mudança de posicionamento, pois os resultados da ciência, que determinam as condições sociais, políticas, etc. e que afeta diretamente os trabalhadores em geral, seria por estes questionada e apropriada.

Depois de caracterizar, segundo Vieira Pinto e Varsavsky, os traços fundamentais da ciência, cabe no momento, a seguinte pergunta: Quais as características desta para o ensino de ciências naturais, que almejamos, em nossa cultura dependente, alienada e dominada (consequente da invasão cultural dos países desenvolvidos), submetida ao modo-de-produção capitalista? Em outras palavras, sabemos da necessidade da aquisição de conhecimentos científicos, mas como torná-los um instrumento para a compreensão da realidade e sua possível transformação, por parte dos trabalhadores?

Esta decisão, de transformar a realidade através do conhecimento científico, não é apenas técnica ou científica, é consequência de uma opção política, a favor dos seres humanos simples (na sua grande maioria oprimidos), dos trabalhadores, que são os elementos fundamentais no funcionamento dos meios-de-produção da sociedade.

Na verdade pretende-se dar possibilidade ao proletariado, de uma maneira geral (o que nos inclui, obviamente), de criar as condições intelectuais necessárias à construção e exercício, da hegemonia desta classe. O ensino de ciências naturais torna-se uma expressão consciente dos interesses reais dos trabalhadores. A operacionalização destes interesses, na forma de ações concretas, caracterizaria ideologicamente o ensino de ciências naturais, como um instrumento de organização dos trabalhadores, que frequentam as escolas públicas no período noturno.

Organizados, segundo seus interesses e suas ações, a massa de trabalhadores, se constituiria numa classe social, a classe trabalhadora, sendo o ensino de ciências naturais desenvolvido na escola pública noturna, uma componente fundamental neste processo

de organização. Em outras palavras, via ensino de ciências naturais, que é destinado aos alunos-trabalhadores que frequentam a escola pública no período noturno, estaria se contribuindo para a operacionalização de seus interesses de classe, isto é, para o processo de conscientização da classe trabalhadora.

Desta forma, a produção de conhecimentos científicos, facultaria um maior poder de análise intelectual às massas. A alfabetização técnica ou científica (o ensino de ciências naturais) teria, neste sentido, um objetivo político e ideológico. Concorde-se com Bazin, que a alfabetização só adquire sentido se o uso das palavras facultar ao ser humano a posse e transformação do seu mundo, da sua realidade, compreendendo-a (Bazin, 1977:98). Então o ensino de ciências naturais só adquire sentido para os trabalhadores se este lhe oportunizar instrumentos para dominar a natureza, ou intervir na sua realidade.

Em última análise, o conhecimento científico precisa ter uma base de utilidade, relacionada da melhor forma possível com a realidade do trabalhador. Só assim a classe operária teria a possibilidade de controlar e avaliar, a sua atividade produtiva, no domínio tecnocientífico, de acordo com seus interesses de classe, "destruindo o mito da inferioridade intelectual dos trabalhadores manuais que a burguesia tem inculcado... na cabeça daqueles que explora" (Bazin, 1977:100).

### 1.1.3 - SOBRE UMA CONCEPÇÃO EDUCACIONAL QUE COMPORTA O ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS DESTINADO AOS ALUNOS-TRABALHADORES

Por que, tomando como parâmetro a discussão dos parágrafos anteriores, o conteúdo de ensino das ciências naturais, "transmitido" e "aprendido" sobre eletricidade na escola, por exemplo, não pode ser tomado como conhecimento científico? Porque se o conteúdo de ensino de ciências naturais "transmitido" numa aula, de eletricidade, por exemplo, fosse conhecimento científico não poderia ser constituído de um conjunto de definições de palavras, utilizando-se de outras palavras. Citando Feynman, isto além de não ser ciência, não esclarece nada a respeito da

natureza (Bazin, 1983:16).

Mas, se ao contrário, o educando adquirir, ou já tiver adquirido mesmo de maneira não formal, por exemplo, nos meios-de-produção onde atue, alguma informação a respeito da natureza da eletricidade, a construção conceitual, garantirá pelo menos em parte o desenvolvimento de um conhecimento. O conteúdo de ensino "transmitido" não permite, ou não dá possibilidade de transformar a realidade ou a natureza, não permitindo que esta seja adaptada às nossas necessidades.

Segundo Bazin, é preciso condenar o quadro-negro, por que quando se fala de chuveiros elétricos e se desenha simbolicamente um resistor elétrico, não é a corrente elétrica que é transformada em calor, mas o giz que esquenta (Bazin, 1985: 06) Em outras palavras, a "transmissão" e "apreensão" do conhecimento desta forma usual, de descrição de conceitos, não pode ser caracterizada como um ato cognoscente, porque o objeto não se torna cognoscível para os sujeitos, que igualmente ou conseqüentemente, não se tornam ou se vêem como cognoscentes. (Ver Paulo Freire, III capítulo da Pedagogia do Oprimido)

Isto ocorre porque o objeto cognoscível, encontra-se desvinculado ou alienado da realidade concreta, ou seja, do que-fazer cotidiano do educando. é indispensável "olhar mais criticamente para a influência do meio social sobre a atitude e capacidade inata dos estudantes" (Bazin, 1985: 07) porque isto exclui a dialogicidade entre os sujeitos interessados, o conhecimento não poderá ser mediado.

No que se refere à "realidade concreta", termo tão usado nos meios acadêmicos, no momento de listar objetivos educacionais, por exemplo, Freire é categórico: "Para mim, a realidade concreta é algo mais que fatos ou dados tomados mais ou menos em si mesmos. Ela é todos esses dados e mais a percepção que deles esteja tendo a população neles envolvida" (Paulo Freire, 1981:34). Isto inclui a dialogicidade entre os sujeitos interessados, tendo o objeto de conhecimento como mediador.

Através da pura descrição de conceitos, não ocorre interlocução co-participativa, característica de quem conhece, ou reconhece o objeto cognoscível, passando a existir um obstáculo

muito grande à transformação da realidade, que assume o caráter de mistificada, e portanto opressora. É muito comum por exemplo, presenciarmos pessoas escolarizadas totalmente alienadas, no que diz respeito ao funcionamento de alguns aparatos tecnológicos. É inconcebível, dentro desta visão que se está defendendo, de ensino de ciências naturais, que uma pessoa que estudou termodinâmica, não consiga compreender a necessidade do controle do nível (volume) do óleo lubrificante de um motor de automóvel. Isto tem a ver com dilatação térmica, calor, temperatura, energia, e tantos outros conceitos físicos.

Contudo, "o fato da maioria dos estudantes não quererem tocar nas coisas, não quererem sujar as mãos por que nunca tinham entrado numa cozinha (Bazin, 1985: 08), isto é não trabalhar com sistemas físicos construídos como objetos de estudo, fazendo com que cada vez mais, tornem-se mistificados e valorizados, e conseqüentemente são utilizados para manter desinformados aqueles que não conseguem adquiri-los ou utilizá-los.

O que se está defendendo é a construção conceitual de forma operacional, que poderá ser útil para os trabalhadores, na luta por melhores condições de vida e que pode ser feito através do estudo dos aparatos tecnológicos que já existem. Em outras palavras, trata-se de buscar o que existe de Física na experiência diária (de forma empírica e não sistematizada), partindo daí, utilizando concretamente os conhecimentos científicos, até a níveis abstratos, que são indispensáveis na compreensão e intervenção da sua realidade.

Por outro lado, se o ato cognoscente iniciar com a problematização da realidade concreta, estará caracterizada por uma situação de produção e reprodução do conhecimento. De acordo com Menezes, devemos começar com algo que seja familiar aos envolvidos no processo. Num curso de eletricidade no segundo grau, por exemplo, onde serão discutidos corrente elétrica, diferença de potencial, resistência elétrica, poder-se-ia começar discutindo a fiação elétrica doméstica, o chuveiro, as lâmpadas, etc... (Menezes, 1980:92)

A situação gnosiológica se torna desafiante, incitando a criatividade dos sujeitos envolvidos, portanto cognoscentes, pois

provavelmente vão encontrar-se engajados, problematizados, comprometidos. A mediatização do processo fica estabelecida através do diálogo, que permitirá a produção de conhecimento, de conteúdo de ensino de ciências naturais, até então não problematizados e que por isto encontravam-se mistificados.

Resumindo, a problematização permitirá a reflexão, por parte dos sujeitos cognoscentes sobre um conteúdo de ensino de ciências naturais, que se apresenta como objeto cognoscível, e o resultado deste ato é o empreendimento, no sentido de agir melhor, com os demais, na realidade concreta, no caminho da possibilidade de transformação dessa realidade.

#### 1.1.4 - A "ALFABETIZAÇÃO TÉCNICA" ENQUANTO PROPOSTA PARA O ENSINO DIALÓGICO DE FÍSICA

São notórios os problemas que o ensino de ciências naturais, especificamente o ensino de Física, apresenta em nosso país, em destaque o desenvolvido nas escolas públicas, no período noturno. Contudo, ao longo dos anos os profissionais da educação, desta área em especial (ensino de Física), têm se empenhado em equacionar os problemas existentes.

No ensino de Física no segundo grau (onde o estudante trava pela primeira vez um contato com este objeto de conhecimento, de maneira formal e oficial) os frequentadores dos cursos noturnos são basicamente alunos-trabalhadores que já estão diretamente inseridos nos meios-de-produção, ou exercem funções não remuneradas que permitem a manutenção da estrutura e renda familiar isto é, fazem parte da parcela trabalhadora assalariada da população. Nas escolas públicas no período noturno se concentram um número significativo deste tipo de estudantes, que se está denominando de alunos-trabalhadores.

A vivência com estes alunos, de alguma forma tem reorientado as "ações docentes científicas", desenvolvidas nos meios acadêmicos, até então sem levar em conta a variável da "utilidade" das informações, ou dos conteúdos de ensino ("temas de estudos") para a vida destes, enquanto elementos da parcela da sociedade que é o motor dos meios-de-produção.



É preciso então, diante deste fato, conceber a educação como um projeto coletivo, no sentido de esclarecer a opção, o caminho a ser tomado, ou seja: ensinar para a libertação ou ensinar para a dominação. Se a opção for a primeira, é preciso encarar a "educação como uma prática da liberdade...em que o ato cognoscente não termina na apresentação do objeto cognoscível, visto que se comunica a outros sujeitos, igualmente cognoscentes" (Freire, 1985:78).

A dialogicidade está inserida no projeto coletivo político-pedagógico a que se está fazendo referência no parágrafo anterior, visto ser esta a mola-mestra do compromisso que o educador assume, através da postura de desmistificação e politização dos conteúdos de ensino. Isto implica que se estabelece uma interlocução crítica entre os sujeitos cognoscentes e o objeto de conhecimento a ser conhecido, desmistificado. Conseqüentemente, "isto põe o professor numa posição política em favor das classes dominadas" (Pey, 1988:31).

Os sujeitos cognoscentes desta forma, assumirão uma postura crítica, já que a preocupação majoritária deve estar centrada na direção da desmistificação dos conteúdos de ensino, necessitando ser politizado em favor dos trabalhadores, que frequentam as escolas públicas no período noturno. É indispensável que ocorra uma busca constante, isto é, um questionamento criativo, ou seja, uma real problematização. Isto fará com que o professor dialógico parta para uma ação docente, apoiado nos conhecimentos que os alunos-trabalhadores possuem (proveniente da prática social de classe, na qual estão situados), "gerando um conhecimento novo para estes (incluindo o professor)" (Pey, 1988:32).

Segundo esta concepção educacional, que é radicalmente diferente das adotadas oficialmente pelo Estado instalado (porque entende a educação como um instrumento para o processo de libertação, isto é, com responsabilidades sociais e políticas), os envolvidos no processo "deixam de ser meros repetidores para se tornarem intérpretes-autores do objeto de conhecimento" (Pey, 1988:31) (grifo meu). Desta forma, a apropriação deste conhecimento será "sentido" e terá mais significado para estes, o que em contrapartida não acontece normalmente, devido entre

outros fatores à linguagem inapropriada, gerando desencontros e falta de identificação entre professor e alunos.

Na sua amplitude política, o projeto a que se está fazendo referência, certamente não abre mão da atuação docente e de seu respectivo nível de comprometimento com os educandos. A dialogicidade, não pode abrir mão da compreensão e intervenção na realidade, em que ambos estão inseridos. Em outras palavras, "decididamente ele tem o compromisso político de resgatar o conhecimento que os alunos deveriam ter e não tem" (Pey, 1988:32)(grifo meu).

Mas como operacionalizar este projeto educacional, no âmbito do ensino de Física, especificamente no período noturno em nossas escolas públicas? Está se apostando que o caminho a ser seguido estaria na mesma direção da concepção externalista da ciência. Nesta linha, é que está a experiência no ensino de Física do professor Maurice Bazin, que a denominou de "alfabetização técnica". Nas palavras de Bazin:

"Alfabetizar só tem sentido se o uso das palavras fizer que o homem possua e modifique o mundo, compreendendo-o e exprimindo-se. Cabe aos cientistas participarem no mesmo objectivo ideológico, substituindo o ler e o escrever por aptidões técnicas e por atitudes científicas. Mas devem estar ideologicamente associadas a um conteúdo político" (Bazin, 1977:96).

A "alfabetização técnica", é uma concepção de ensino dialógico de ciências naturais, que envolve uma situação gnosiológica, isto é, os problemas concretos que a realidade levanta. Em outras palavras, trata-se de:

"Alfabetizar tecnicamente as pessoas em questão em vez de as aborrecer com as fórmulas... ou as leis... apreendidas de cor"(Bazin, 1977:95).

O que se pretende com a "alfabetização técnica" é que os estudantes, isto é, os alunos-trabalhadores dominem alguns aspectos técnicos, ou dominem alguns princípios de funcionamento

de algumas máquinas e sistemas. Assim,

"O conhecimento exige uma presença curiosa do sujeito em face do mundo. Requer sua ação transformadora sobre a realidade. Demanda uma busca constante. Implica em invenção e em reinvenção" (Freire, 1985:52).

O educando estará assim cada vez mais ligado à prática, à realidade, ao trabalho que o mantém, sem sentir-se alienado do seu que-fazer. Ao invés de se preocupar com conteúdos que nada lhe diz respeito, tornar-se-ia sujeito cognoscente, reconhecendo o seu "que-fazer" diário, como objeto cognoscível.

É preciso se insistir no fato de que a "alfabetização técnica" é uma experiência dialógica de ensino de Física, visto que tem por objetivo:

"Facultar às massas do Terceiro Mundo em estado de libertação as armas necessárias à sua luta anti-imperialista no domínio mais difícil: a do imperialismo cultural" (Bazin, 1977:97).

Por outro lado, uma das características fundamentais da teoria antidialógica é a invasão cultural, que aliena o educando, negando, por exemplo a existência de questões ideológicas da educação. Há quem diga que nestes tipos de estruturas, rígidas e verticais, por exemplo, onde a escola se encaixa perfeitamente, não há espaço para o estabelecimento de uma relação dialógica, muito menos de um ensino dialógico de ciências naturais.

Porém se coloca uma questão fundamental: Como estabelecer um diálogo, em torno de assuntos técnicos? Como dialogar com os educandos, sobre uma técnica ou um conhecimento científico, universalmente aceito, da qual não conhecem? Nas palavras de Paulo Freire:

"Como é possível pôr o educador e o educando num mesmo nível de busca de conhecimento, se o primeiro já sabe? Como admitir no educando uma atitude cognoscente, se seu papel é o de quem aprende do educador?" (Freire,

Se iniciarmos com problemas concretos, ou seja, com fatos que os educandos já vivenciaram, ou mesmo o educador já vivenciou, as discussões surgirão e poderão passar do conhecimento "mágico" ou emergencial para o científico. Parafraseando Bazin, na verdade pretendemos penetrar, desmontar, mexer, compreender e dominar, aspectos técnicos, de modo formal, mas "útil", que possibilite produzir e ampliar sua intervenção na realidade (Bazin, 1977:97).

É importante, sempre termos em mente que a construção do conhecimento, deve estar atrelado ao trabalho, à nossa "realidade concreta". Isto vai de encontro com as idéias que Vieira Pinto estabelece entre ciência e trabalho:

"Compreendida a ciência na perspectiva do trabalho social, a análise sociológica assume especial relevo para o estudo da filosofia do saber científico, pois se faz evidente que, sendo uma forma de trabalho, a ciência tem de depender da sociedade que a produz, financia, reconhece, propaga e aplica" (Vieira Pinto, 1985:70).

Consequentemente, educador e educando, vão se tornando cognoscentes no seu trabalho sobre a natureza e a natureza transformada, pois está relacionado com a sua realidade, o seu ambiente de trabalho, sendo capazes de refletir sobre a ação, desenvolvendo sua consciência a níveis críticos.

## 1.2 - DOS ASPECTOS METODOLÓGICOS

### 1.2.1 - PROBLEMATICA/JUSTIFICATIVA

O ensino de Física no segundo grau, nas escolas públicas, de uma maneira geral, e em particular, no período noturno, devido ao fato deste ser destinado majoritariamente aos alunos-trabalhadores, é algo muito questionado.

Identifica-se aí dois problemas: a falta de um projeto

político-pedagógico, no qual a disciplina de Física estaria inserida, e a desvinculação dos conteúdos de ensino ("temas de estudo") com a vida e os interesses, de ambos, educandos e educadores.

Diante dos dois pólos problemáticos levantados, pode-se justificar o presente trabalho da seguinte forma: 1 - a necessidade de criação e ocupação de espaços político-pedagógicos pela componente docente/discente, que a estrutura escolar permite, durante o período de aula no noturno, na direção da libertação cultural; 2 - a possibilidade de resgatar e/ou implementar o pensamento pedagógico de Paulo Freire, no contexto da escola pública brasileira, especificamente no campo da educação científica, quando atende alunos-trabalhadores; 3 - a necessidade de questionar a escolha dos conteúdos de ensino de ciências naturais e o distanciamento destes com a vida e os interesses dos alunos-trabalhadores, que frequentam a escola pública no período noturno, o que proporciona a desvinculação entre os "temas de estudo" e o setor produtivo (meios-de-produção) da sociedade; 4 - a necessidade de desmistificar os conteúdos de ensino de Física, a nível de segundo grau, desvinculados do setor produtivo (meios-de-produção) da sociedade, que descaracteriza a Física, como um ramo fundamental da ciência, principalmente nas últimas décadas, omitindo seu relacionamento com o desenvolvimento tecnológico das nações.

Frente a tudo isto que foi colocado, enuncia-se "O Problema": como viabilizar a "alfabetização técnica", da forma como foi concebida pelo professor Maurice Bazin, para transformar o ensino de Física do segundo grau, numa escola pública, no período noturno, no cotidiano desta, vivido majoritariamente por alunos-trabalhadores, na direção do pensamento pedagógico do professor Paulo Freire ?

Para se ter idéia da delimitação do problema enunciado, segundo alguns aspectos, esclarece-se que: 1 - o local que se realizou o trabalho, foi uma escola pública da rede estadual, na cidade de Florianópolis, capital do Estado de Santa Catarina; 2 - trabalhou-se com um universo de alunos-trabalhadores (majoritariamente) da terceira série do segundo grau, do período noturno;

3 - formou-se um "grupo de trabalho" composto de aproximadamente quarenta alunos de uma mesma turma da terceira série do segundo grau, do período noturno e um professor de Física da referida unidade escolar; 4 - os conteúdos de ensino de Física "estudados" estavam centrados na temática da eletricidade.

Na perspectiva de solucionar "O Problema" enunciado anteriormente, estabeleceu-se as seguintes apostas, que podem ser interpretadas como se fossem quase-hipóteses: 1 - a concepção pedagógica do professor Paulo Freire comporta o ensino de Física destinado aos alunos-trabalhadores; 2 - a "alfabetização técnica", da forma concebida pelo professor Maurice Bazin, viabiliza uma perspectiva dialógica na disciplina de Física para os alunos-trabalhadores que frequentam as escolas públicas no período noturno.

#### 1.2.2 - OBJETIVOS/PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No presente trabalho de dissertação elaborou-se, desenvolveu-se, relatou-se e teve-se a pretensão de avaliar a experiência educacional dialógica na disciplina de Física no segundo grau, vivida numa escola pública com um "grupo de trabalho", no período noturno, parametrizando-a com a "alfabetização técnica".

Perfaziam no início do ano letivo um total de quarenta alunos, o que não se manteve até o final, sendo reduzido sensivelmente devido ao fenômeno educacional da "evasão escolar", que é observado com muita intensidade no período no-turno. Mesmo assim, esta constituiu com apenas vinte alunos uma única turma até o final do ano letivo.

Trabalhou-se com uma turma formada, segundo critérios da própria secretaria da escola, dispondo esta de uma carga horária semanal de cinco horas aulas de Física, versando especificamente sobre eletricidade, de acordo com o programa oficial de ensino pré-estabelecido. O horário semanal das aulas, da turma que compunha o "grupo de trabalho" está apresentado no anexo 06.

Cabe ainda destacar, que nesta unidade escolar, além desta turma, estavam formadas mais seis, dentro da mesma habilitação

curricular, possuindo o mesmo rol de disciplinas.

Anteriormente ao desenvolvimento da "experiência educacional dialógica", realizou-se uma pesquisa bibliográfica, com o intuito de buscar um referencial social, isto é, algo que já havia sido trabalhado na linha que se pretende investigar. Nesta etapa é que foram "estudadas", no sentido freireano da palavra, as leituras inspiradoras que estão listadas no final deste trabalho e que o suportam teoricamente (bibliografia).

Foi também muito importante o contato com professores e companheiros do curso de mestrado em educação, os quais alargaram o universo de informações a respeito dos materiais publicados.

Apoiado numa forma de conceber a "educação como prática para a libertação", a metodologia de pesquisa utilizada precisou ser no mínimo coerente com esta concepção educacional. Por isto, utilizou-se uma metodologia como forma de abordar um tema, no sentido de explicitá-lo, proporcionando estrategicamente uma dinâmica de ação e reflexão, na direção de uma formulação de um programa de educação científica para a parcela trabalhadora da sociedade, que frequenta as escolas públicas no período noturno.

Teve-se sempre claro que não seria possível desenvolver um tema de pesquisa, sem uma preliminar consideração metodológica, para que fosse dado o tratamento indispensável ao objeto de estudo. Conseqüentemente, a metodologia de pesquisa em educação adotada permitiu que fosse realizada nesta perspectiva, uma "experiência educacional dialógica", no espaço escolar formal.

A questão metodológica da pesquisa em educação, segundo a concepção educacional adotada, é enfatizada por Paulo Freire no livro "Pesquisa Participante", organizado por Carlos Rodrigues Brandão, sob o título "Criando Métodos de Pesquisa Alternativa: aprendendo a fazê-la melhor através da ação", onde é enfatizada a necessidade de se criar estratégias metodológicas da pesquisa participante. Neste sentido, os procedimentos metodológicos utilizados, para a concretização do objetivo maior deste trabalho, estão descritos, de forma pormenorizada, acoplados às tarefas desenvolvidas em cada etapa da experiência educacional vivida com o "grupo de trabalho".

## PROCEDIMENTO METODOLOGICO UTILIZADO PARA REALIZAR O ESTUDO DA "REALIDADE CONCRETA" DO "GRUPO DE TRABALHO", COM AS LIMITAÇÕES DA ESTRUTURA ESCOLAR PARA A REALIZAÇÃO DA INVESTIGAÇÃO PARTICIPATIVA

Esta etapa da pesquisa foi realizada em conjunto, pelo "grupo de trabalho" (turma de alunos-trabalhadores, da terceira série do segundo grau noturno e o professor de Física), sobre a realidade que os cerca e a percepção que estes tem da mesma.

É neste sentido que está a importância do conhecimento do "grupo de trabalho" que viveu a experiência educacional. Este foi o ponto de partida de uma pesquisa em educação, segundo a metodologia adotada.

Para executar esta etapa, a nível de sala de aula foi discutido o "texto introdutório" do Subsídio para o Ensino de Física - Segundo Grau - (Projeto: MEC/SESG/PUC-SP), que trata sobre a produção e o consumo de energia elétrica, servindo de apoio para o processo investigatório.

A seguir realizou-se as anotações de tudo o que se apresentou como importante, ou seja, situações onde a percepção dos alunos-trabalhadores diferiam da concepção científica em questão, e que diziam respeito ao "tema de estudo". Esta etapa foi feita numa interação dialógica entre educandos e educador, isto é, o diálogo, no sentido que Freire nos fala, foi se estabelecendo.

Esta interação é que desvelou os aspectos mais importantes, os interesses da turma, sendo assim identificados os fenômenos ou situações de maior relevância na vida sócio-cultural e econômica do "grupo de trabalho" envolvido. Foi muito importante esclarecer os objetivos da pesquisa, para os alunos-trabalhadores, para que não pesquisássemos os próprios alunos, mas a sua visão do mundo, a forma como percebiam a sua realidade.

O fato de interagir de forma participativa com os educandos, permitiu a aquisição de informações sobre a possibilidade da realização do trabalho, que efetivamente dependeu da participação da turma. Em contrapartida, se os educandos não aceitassem a proposta, o trabalho não podia ter sido efetivado, pois precisaria ser realizado com eles e não sobre eles. Foi



indispensável "falar da pesquisa, do método a ser adotado, do papel participante, crítico, de todos os que se envolverem nela" (Freire, 1982:38).

Estas discussões, em torno do assunto especificado, proporcionou ao educador e aos educandos um primeiro aceno do "universo temático" do grupo, ou seja, do conjunto de seus "equipamentos geradores". Estes, conseqüentemente, nortearam a elaboração do projeto de educação científica em questão.

#### PROCEDIMENTO METODOLOGICO UTILIZADO PARA ANALISAR OS POSSIVEIS "EQUIPAMENTOS GERADORES" DE ASSUNTOS ESPECIFICOS, NO CAMPO DA ELETRICIDADE.

Nesta etapa foi realizado um estudo crítico da realidade vivida pelo "grupo de trabalho", sob o enfoque destes. Foi feita a análise da realidade dos educandos com o intuito de compreendendo esta, saber que materiais importam, que conceitos precisariam ser operacionalizados, que princípios deveriam ser discutidos para "codificar/descodificar" a "realidade tecnológica" dos mesmos.

Foi o momento de análise dos possíveis "equipamentos geradores" dos assuntos específicos, no campo da eletricidade, com o intuito de que esses direcionassem o programa de estudo. Esta análise compreendeu uma construção teórica, acerca da visão que os educandos tinham de determinados assuntos de Física, discutidos na ocasião da leitura e discussão do "texto introdutório", o qual já foi mencionado anteriormente.

A confirmação da interpretação construída, foi feita através da interação co-participativa com os educandos. Dai a importância do diálogo, no sentido freireano da palavra! A interação (ação-participante) foi fundamental para traçar os rumos do trabalho, já que os educandos são elementos do "grupo de trabalho".

Com o decorrer das atividades escolares suportadas pela devida "redução temática", novos "equipamentos geradores" foram analisados, tendo em vista a dinamicidade do processo e a flexibilidade das etapas. Através do registro constante das falas dos educandos, durante as aulas, procurou-se cada vez mais "iluminar" o "tema de estudo", no sentido de alcançar a

totalidade de sua compreensão, segundo os parâmetros científicos.

Contudo, como se pretendeu tecer uma análise, no sentido de compreender a realidade vivida pelos educandos, o pesquisador-educador-educando necessitou se "ad-mirar" como trabalhador, para que pudesse decifrar os códigos por eles apresentados. Para analisar os possíveis "equipamentos geradores", foi preciso deixar de lado o posicionamento de especialista e utilizar como referencial a "realidade concreta" dos alunos-trabalhadores.

Tornou-se indispensável neste trabalho, com o intuito que ocorresse em sua plenitude, que o comprometimento do educador com os educandos, engajados na experiência, se estabelecesse e fosse mantido. Este fazer, ou a própria tentativa de fazê-lo, serviu como aprendizado da superação da condição de "pesquisador", ou seja, da pesquisa científica como extensão à comunidade, para que se tornasse uma comunicação com ela.

A própria escolha de um "equipamento gerador", em detrimento à outros, que por ventura foram encontrados, precisou ser feita, segundo a condição social, a qual pertencia o "grupo de trabalho", envolvidos na experiência educacional dialógica. Em outras palavras, a posição social destes, certamente direcionou o processo no qual os "equipamentos geradores" foram eleitos, e posteriormente "estudados".

Em última análise, nesta etapa, que antecedeu a problematização foi preciso se fazer uma inferência com o "grupo de trabalho" sobre a "utilidade" dos conhecimentos de Física que seriam "estudados" para a compreensão do fenômeno problematizado. Consequentemente para subsidiar a reflexão da prática cotidiana, para uma possível transformação desta, dentro dos limites que foram definidos a partir dos "equipamentos geradores" e que nortearam o "programa de estudos" desenvolvido para a disciplina de Física.

**PROCEDIMENTO METODOLOGICO UTILIZADO PARA ELABORAR, ORGANIZAR E DESENVOLVER, COM O "GRUPO DE TRABALHO", O "PROGRAMA DE ESTUDOS" DA DISCIPLINA DE FISICA UTILIZANDO OS "EQUIPAMENTOS GERADORES" PESQUISADOS, CONSIDERANDO A EXPERIENCIA DE "ALFABETIZACAO TÉCNICA" VIVIDA PELO PROFESSOR MAURICE BAZIN .**

A etapa final, foi a organização de um "programa de estudos", admitindo a todo momento, que os conteúdos de ensino tivessem de ir ao encontro dos interesses dos educandos. Isto requereu a participação destes, indispensavelmente, o que alterou sem dúvida a linearidade programática, que é de costume nos meios escolares.

Este "programa de estudos" foi elaborado a partir da análise da "realidade concreta" do "grupo de trabalho", o que manteve o vínculo com todas as etapas do trabalho, sem as quais, apenas com os conhecimentos específicos, não se poderia elaborar o programa.

Esta etapa, por sua vez esteve inserida numa estratégia metodológica (codificação/descodificação), sendo componente fundamental da proposta educacional do professor Paulo Freire. Assim o programa foi elaborado, segundo critérios metodológicos para desvelar a realidade vivida pelo "grupo de trabalho", que por eles foi "estudada", durante as aulas de Física.

A elaboração de uma experiência educacional dialógica para a disciplina de Física, teve como preocupação fundamental a essência desta. Não seria admissível apenas considerar o aspecto teórico da proposta em detrimento da prática educativa, do cotidiano da sala de aula.

Em função disto, foi necessário uma abordagem alternativa sobre alguns conteúdos de ensino. Não se tratou apenas de alterar a metodologia empregada, mas sim a forma de "estudar" determinados tópicos específicos. O caráter metodológico utilizado encontra-se explícito na própria concepção educacional freireana, que é composta das etapas distintas. Uma das características de uma destas etapas é a problematização.

É preciso resgatar mais uma vez o grau de importância da ação-participante destes no processo educacional que vivenciavam. Os temas que considerou-se prioritários foram debatidos e "estudados", no sentido freireano da palavra, e concomitantemente foi se re-fazendo a "investigação participativa", testando-os sob o ponto de vista da "utilidade", fundamentalmente. Foi neste momento que de acordo com o planejamento participativo realizado

previamente, segundo a metodologia descrita, que ocorreu a problematização.

Isto permitiu, ao "grupo de trabalho" uma compreensão da "realidade concreta", no sentido de "estudar" os conteúdos de ensino de Física, isto é, desvelá-los em função de seus interesses, esclarecendo-os segundo a base da "utilidade" destes.

Parafraseando o professor Paulo Freire, ao trabalhar com estes "temas de estudo" organizados de forma sistemática, tornaram-se um "programa de estudo" e as "unidades passaram a constituir-se em objetos de conhecimento que foram desvelados na prática educativa, que foi desenvolvida" (Freire, 1982: 40), vivida com o "grupo de trabalho", de forma conjunta.

Isto exigiu que o processo de pesquisa se alongasse, ou se tornasse contínuo e dinâmico, exigindo uma considerável flexibilidade do "programa de estudos". Flexibilidade programática, indispensável no fazer e no re-fazer do processo educacional dialógico (no cotidiano da sala de aula), em detrimento da imobilidade ou estaticidade.

O professor que atuou em sala de aula, no desenvolvimento da experiência, cotidianamente, foi o mesmo que realizou a pesquisa de maneira formal. Professor e pesquisador não se diferenciaram, pois não se tratou de aplicar no "grupo de trabalho" resultados de pesquisa. Isto implica em dizer, que não houve necessidade de adoção de "professores-aplicadores", nem seria possível, de acordo com a concepção educacional adotada.

Tomando as palavras do professor Paulo Freire, "por em prática esta metodologia significa recriá-la, enriquecê-la; significa inventar métodos com os quais **trabalhar de maneira que as pessoas não sejam objetos**" (Freire, 1982: 41) (grifos meus). Este-ve-se na verdade, apostou-se em nós, enquanto trabalhadores, apostou-se na busca de um saber legítimo, por isso comprometido.

#### PROCEDIMENTO METODOLOGICO UTILIZADO PARA PRODUZIR MATERIAL DIDATICO TEORICO E EXPERIMENTAL, DIALOGICAMENTE, COM O "GRUPO DE TRABALHO"

A metodologia utilizada na produção do material didático, de

forma conjunta com o "grupo de trabalho", segundo a concepção educacional do professor Paulo Freire, com vistas a operacionalizar as idéias de "alfabetização técnica" de Maurice Bazin, foi fundamentalmente realizada da forma como Angotti e Delizoicov desenvolveram materiais didáticos para o curso de Ciências Naturais na Guiné-Bissau. Foram desenvolvidos os materiais didáticos da presente proposta educacional científica.

Tomando como referencial as discussões travadas com os educandos, em aulas anteriores, através do registro de suas falas, os materiais didáticos foram elaborados e reelaborados, no sentido de sistematizar e "iluminar" os "temas de estudos".

O suporte teórico específico, no campo da Física fundamentou-se em livros-textos utilizados pelos professores desta área do conhecimento, pelos Subsídios para a Disciplina Física - Segundo Grau - Núcleo Comum (Projeto: MEC/SESG/PUC-SP) e pelos textos da versão preliminar do GREF.

Anteriormente ao estudo dos materiais didáticos produzidos com o "grupo de trabalho", estes foram discutidos integralmente com professores com formação na área da educação dialógica e na área do conhecimento em questão (Física).

As atividades práticas da "experiência educacional dialógica" em questão, seguiram a vertente experimental do ensino de Física, com a elaboração de "guias teóricos-experimentais". Estes atuaram no sentido de sistematizar as ações experimentais e permitiram a reflexão durante o processo, privilegiando a compreensão do princípio de funcionamento dos "equipamentos geradores" que foram manuseados cotidianamente.

Os materiais didáticos produzidos, para a experiência educacional dialógica objetivou problematizar a "realidade concreta" dos educandos, servindo como instrumentos úteis no "estudo" da mesma, permitindo sua possível transformação frente as necessidades.

Utilizando os "textos de estudo" e os "guias teóricos-experimentais" produzidos, as interações (ações-participantes) com os educandos foram ocorrendo, no sentido de desenvolver-se as atividades educacionais de acordo, com os "equipamentos geradores" eleitos, considerando a experiência de "alfabetização

técnica" do professor Maurice Bazin. Os materiais didáticos, teóricos e experimentais foram produzidos, concomitantemente com o desenvolvimento das atividades educacionais vividas na sala de aula, o que permitiu redirecionamentos.

A otimização do material didático, se deve ao fato deste ser sido um elemento fundamental na interação entre o "grupo de trabalho", que ocorreu de tal forma, ao diálogo estabelecido, frente a necessidade de algo que fosse mediatizado. Neste sentido é que se manteve o objeto de conhecimento mediatizado através do material didático, sendo este apresentado de forma sistematizada, como problemas a serem resolvidos, estando ao alcance dos interlocutores.

A maneira utilizada para se verificar a compatibilidade ou não destes materiais, foi usá-los no cotidiano da sala de aula. Isto porque foi no espaço escolar, onde ocorreu o diálogo entre os sujeitos do processo educacional em torno de assuntos concretos, como por exemplo, o funcionamento do chuveiro elétrico (eletricidade). Este fato instrumentalizou a elaboração dos materiais didáticos durante a "experiência educacional dialógica".

A partir das observações realizadas e as respectivas análises no cotidiano da sala de aula, onde ocorreu o processo educacional, foi discutido com o "grupo de trabalho" a necessidade de redirecionamento das atividades escolares, e alterações na elaboração do material didático no sentido de mantê-los a par das tomadas de decisões. Isto porque o processo foi participativo, estabelecendo condições reais para a relação dialógica, através de ações-participantes.

Procurou-se a otimização dos materiais didáticos, para que os "equipamentos geradores" do processo educacional vivido pudessem ser "estudados" da melhor maneira possível, com o intuito de envolver os educandos na problematização construída, face à "realidade concreta" que pretendeu-se "estudar".

PROCEDIMENTO METODOLOGICO UTILIZADO PARA RELATAR, ANALISAR E AVALIAR "EXPERIENCIA EDUCACIONAL DIALOGICA", INSPIRADA NA EXPERIENCIA DE "ALFABETIZACAO TECNICA", VIVIDA PELO PROFESSOR

MAURICE BAZIN.

O relato, análise e avaliação da "experiência educacional dialógica, que na essência é esta dissertação de mestrado, na área de Educação e Ciência, que foi gerada a partir de uma intervenção educacional concreta no espaço escolar formal.

Foi de extrema importância que o "grupo de trabalho" tenha partilhado das idéias fundamentais, presentes no referencial teórico do corpo deste trabalho, para que tivessem consciência da direção do processo educacional, que se achavam envolvidos. Assim, o "grupo de trabalho", não se absteve de discutir sobre a concepção educacional do professor Paulo Freire e a experiência de "alfabetização técnica" vivida pelo professor Maurice Bazin.

Os dados que foram obtidos constitui-se de depoimentos dos envolvidos, do "grupo de trabalho", da "experiência educacional dialógica", e que foram analisados, com o intuito de avaliá-la, frente ao referencial teórico adotado, com o auxílio de especialistas nesta área. Tais análises foram rediscutidas com os envolvidos, até para testar o nível de compatibilidade desta.

Por outro lado, os depoimentos dos professores de Física de outras turmas, que atuam na mesma unidade escolar, no mesmo turno, conhecedores da "experiência educacional dialógica", foram fundamentais, no sentido de que estes não estavam envolvidos com a mesma e puderam assumir posturas críticas frente ao acontecimento. Atuando desta forma, estes professores discutiram a experiência educacional, o que permitiu a obtenção de informações indispensáveis a avaliação da mesma.

Foram analisados os depoimentos dos alunos provenientes de outras turmas, que foram integrados no "grupo de trabalho" pela secretaria da unidade escolar, sob a autorização da respectiva direção de ensino. Acreditou-se que tais alunos, contribuíram significativamente para a análise do processo educacional, já que viveram duas experiências educacionais, supostamente diferentes.

Os depoimentos do "grupo de trabalho" e das demais pessoas envolvidas no processo de discussão e avaliação da "experiência educacional dialógica" foram realizados durante o desenvolvimento da mesma, nas dependências da escola pública em questão, durante

os intervalos de aula, sala dos professores e no próprio espaço da aula de Física.

Os depoimentos foram feitos através de entrevistas orais sem roteiros pré-estabelecidos, mas que, no entanto, foram direcionados conforme o interlocutor, para uma discussão sobre a sua percepção de tal experiência educacional dialógica.

No caso do "grupo de trabalho" discutiu-se sua vivência no processo educacional e possíveis modificações em sua forma de agir/interagir em relação aos problemas discutidos em sala de aula, no seu cotidiano e em sua postura enquanto estudante, diante da situação de ensino a que estiveram submetidos. No caso dos professores de Física que atuaram como avaliadores externos, discutiu-se sua opinião sobre o ocorrido durante a experiência educacional dialógica.

Ainda foram colhidos relatos de experiências vivenciadas e reflexões sobre o trabalho que, espontaneamente foram feitos durante o desenvolvimento da experiência educacional dialógica.

A atenção do professor, enquanto pesquisador, esteve voltada para eventuais fatos do cotidiano escolar que tiveram relação com a experiência educacional dialógica, sendo passíveis de registro e análise subsidiando uma avaliação, o mais possível totalizada.



## CAPITULO 02 - DESCREVENDO A EXPERIENCIA EDUCACIONAL DIALOGICA VIVIDA

### 2.1 - A UNIDADE ESCOLAR: ESPAÇOS, SUJEITOS ENVOLVIDOS E OBJETOS

#### 2.1.1 - ESPAÇOS FISICOS

##### 2.1.1.1 - OS ESPAÇOS EXISTENTES

Pretende-se descrever nos próximos parágrafos desta seção, de forma detalhada, todos os espaços utilizados e relacioná-los com seus usos, explicitando os seguintes aspectos: quais espaços foram ocupados com que objetos; quais espaços foram utilizados para quais atividades; quais intervalos de tempo dedicados a quais espaços; quais sujeitos utilizaram quais espaços; quais conteúdos de ensino ocuparam quais espaços; quais espaços foram apropriados e somados aos espaços disponíveis/existentes.

O espaço físico estabelecido oficialmente pela unidade escolar, para as aulas de Física, é uma sala de aula, onde existem cadeiras, mesa do professor e quadro-negro, dispostos de forma convencional (foto 01). Esta mesma sala de aula é ocupada nos outros turnos, por alunos da mesma unidade escolar, que tem idades e alturas inferiores à dos alunos-trabalhadores que frequentam o curso noturno.

Nesta sala de aula a iluminação é razoável, mas as condições sonoras são péssimas, devido a proximidade de uma avenida, cujo tráfego é intenso. Existe apenas uma tomada-plug que permite o acesso à rede elétrica.

É proibido aos alunos se deslocar pela unidade escolar durante o período de aula. Cabe-lhes o espaço da sala de aula, onde deverão ficar trabalhando sentados. Não podem, em hipótese alguma, ultrapassar os muros da escola, que são protegidos por seguranças.

O estado de conservação da sala é deplorável, assim como sua limpeza. Os sujeitos que a usam, retiram o "grosso" da sujeira com pedaços de papel (folhas de caderno), para poderem sentar-se e dispor seus materiais escolares.

Além da sala de aula, existe a sala de laboratório de física. Contudo esta não se encontra disponível, pois é a única existente, para ser usada por aproximadamente vinte turmas de trinta alunos, perfazendo um total de seiscentos alunos. O que se observa, é que normalmente esta sala encontra-se fechada, devido a má distribuição dos horários e à falta de professores-laboratoristas durante os dois últimos semestres (foto 02).

Nesta sala de laboratório existem bancadas de trabalho, onde podem ser agrupadas seis pessoas, tomadas-plug em bom número, uma pia sanitária comum com água corrente, quadros-negros e boa iluminação. Os materiais didáticos-experimentais encontram-se num compartimento fechado, junto com alguns livros de Física (foto 03).

Quase todos materiais didáticos-experimentais são importados dos países desenvolvidos, com excessão de alguns reproduzidos pelos professores, com material similar encontrado no comércio local, conhecidos como "sucata" (material de baixo custo).

Cabe aqui mencionar, que não existem na escola, ferramentas de trabalho para manusear estes equipamentos não estando estes preparados para permitir modificações. Conseqüentemente a maioria dos equipamentos didáticos-experimentais estão danificados, estando à espera de suposta manutenção.

#### 2.1.1.2 - O REAPROVEITAMENTO DOS ESPAÇOS

Uma vez ou outra, na maioria das vezes nas quartas-feiras quando se dispõe de aulas de oitenta minutos (aula-dupla) usa-se a sala de laboratório. Este uso é incomum. Teve-se de fazer cópias das chaves para ter acesso a alguns equipamentos úteis. A distribuição da mobília desta sala permite que se trabalhe de forma cooperativa, em pequenos grupos de cinco elementos, que é positivo na perspectiva educacional que se trabalha.

Durante as aulas qualquer espaço, apesar de ser organizado pelo professor da disciplina, foi sendo ocupado, de fato, pelas conversas dos alunos-trabalhadores entre si e com o professor. Isto gerou muita surpresa, no início. Por exemplo, ao invés de falar para eles, do tablado, optou-se falar com eles, que não

correspondia à atitude habitual.

Através da execução de tarefas de observação "concreta" e das que surgem durante as atividades, os sujeitos envolvidos foram aos poucos ocupando o espaço geográfico para além das cadeiras.

A apropriação do espaço da sala de laboratório, ocorreu pois normalmente isto se dá numa proporção de 1:20, em relação à sala de aula, mas no nosso caso ocorreu numa proporção de 1:5. O que não implica dizer que este fato seja fundamental, se a relação dialógica entre os sujeitos envolvidos, inexistir. Até os horários do intervalo entre a terceira e a quarta aula, foi sendo ocupado pelos sujeitos, na sala de aula, onde são feitas as montagens e desmontagens de alguns materiais. Não se tratou da maioria, mas um percentual significativo ocupou este espaço, des-tinado ao descanso, dando continuidade a discussões em torno do conteúdo de ensino envolvido no processo. Na sala de laboratório, geralmente a movimentação foi mais intensa, e portanto a interação entre o grupo foi maior.

No horário do intervalo, entre a terceira e a quarta aula, frequentou-se o bar da escola, os pátios, as quadras de esportes e a sala de audio-visual, onde normalmente se assistiu televisão.

Através de relatos de alguns alunos, notou-se que a apropriação do espaço para discussão do conteúdo escolar também ocorreu no trabalho, e até nas suas residências. Acreditou-se que isto foi devido ao fato dos conteúdos de ensino transcenderem o espaço escolar formal, sendo portanto realmente contextualizado.

### 2.1.2 - OS SUJEITOS... DO GRUPO DE TRABALHO

Os alunos são majoritariamente trabalhadores que frequentam a terceira série do segundo grau, de um curso noturno, de uma escola pública da rede estadual que, com o respectivo professor de Física compõem o grupo de trabalho em estudo no cotidiano da sala de aula. O coordenador da unidade escolar, também frequenta a sala de aula, num curtíssimo intervalo de tempo (aproximadamente três minutos diários), para transmitir avisos da direção e controlar o recolhimento e a distribuição diária das

identidades estudantis.

Semanalmente frequentou as aulas de Física a orientadora deste estudo-dissertação de mestrado, com o intuito de acompanhar e acessar o andamento do processo educacional. Periodicamente tivemos visitas de professores convidados, principalmente de ciências naturais da UFSC que em virtude do caráter alternativo/diferente do processo, assistiram e participaram de algumas aulas.

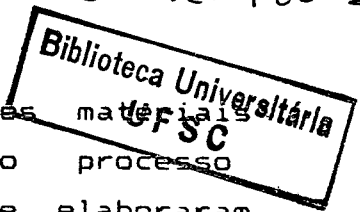
O professor, além da sala de aula e do laboratório, frequentou a "sala dos professores", local onde a permanência de alunos é expressamente proibida. Diante desta limitação, no nosso caso os integrantes do grupo de trabalho, incluindo o professor de física, encontravam-se na sala de aula e de laboratório, no bar e nos pátios da escola, também por vezes frequentado pela orientadora deste estudo-dissertação.

Os sujeitos envolvidos manusearam os recursos materiais, de acordo com a necessidade do momento. Não existiram objetos acessíveis a uns e inacessíveis a outros. No espaço escolar ocupado, os alunos-trabalhadores puderam trabalhá-los de todas maneiras possíveis.

Nas atividades de ensino/aprendizado procurou-se estabelecer o sistema cooperativo, fazendo com que os sujeitos se tornassem interlocutores de um diálogo, que deve ser a viga mestra do processo educacional. Minimizou-se a ação docente "sobre" os discentes, objetivando a participação dos envolvidos, o que subsidiava as tomadas de decisões. Contudo o direcionamento das atividades foi realizado pelo professor, no sentido de dar continuidade ao processo.

### 2.1.3 - OBJETOS... DE ENSINO(?) E APRENDIZADO(?)

As aulas, tanto na sala de aula, como na sala de laboratório, foram suportadas integralmente pelos "textos de estudos", "guias teórico-experimentais" produzidos com os "equipamentos geradores", que foram os materiais didáticos básicos, que nortearam as atividades educacionais. Costumou-se também ter sempre em mãos alguns livros-textos de Física do segundo grau e



um dicionário desta mesma área do conhecimento. Estes materiais foram "estudados" pelos sujeitos envolvidos no processo educacio-nal que os leram, discutiram, manusearam e elaboraram soluções para os pro-blemas que surgiam e/ou eram apresentados.

Quando a discussão esvaziava ou divergia do tema de estudo, o quadro-negro era usado no sentido de direcio-ná-la, permitindo aos sujeitos envolvidos resgatar o "fio da meada". Tanto professor, quanto os alunos faziam uso do quadro-negro, quando se tratava de representar situações ou problemas para todo o grupo.

Nas atividades educacionais, priorizou-se a parte experimen-tal e mensurou-se grandezas físicas, buscando suas respectivas relações, utilizando concomitantemente os "guias teóricos-experi-mentais", com o intuito de sistematizar as açõs e reflexões. Para cada dois textos produzidos, desenvolveu-se um guia teórico-expe-ri-mental, o qual foi analisado pelo professor após serem elabora-dos pelos alunos. Dependendo da atividade, o tempo destinado ao uso do guia pode variar de quatro a dez horas-aulas. O importan-te é que trabalharam com os guias, no sentido de elaborá-los, e exclusivamente no espaço escolar.

Através da elaboração dos "guias teóricos-experimentais", testes (anexo 01) e das soluções apresentadas aos problemas dispostos nos "textos de estudo", realizou-se o processo de ava-liação.

A elaboração dos "guias teóricos-experimentais", ocupou um terço do tempo das aulas, incluindo os destinados à avaliação. Nesta etapa, ocorreu o envolvimento dos sujeitos com os materiais experimentais de forma acentuada. Os "guias teóricos-experimen-tais" sistematizaram desta forma, o fazer.

Durante o desenvolvimento das atividades foram lidos e dis-cutidos "textos de leitura", cuja temática foi a concepção educa-cional adotada. Isto ocorreu uma vez a cada bimestre, e nem sem-pre o texto foi reproduzido aos alunos. Algumas vezes o texto foi lido pelo professor ou por algum aluno e posteriormente discuti-do.

Utilizamos os equipamentos resistivos, não mencionados pelos alunos durante o estudo do texto 01, isto é, lâmpadas incandes-centes e chuveiros elétricos. Foram estudados (desmontados, mexi-

dos, penetrados) de forma detalhada, durante mais de um bimestre de aula. O mesmo aconteceu com fiação, fusíveis, medidores (de tensão, corrente elétrica, energia elétrica), chaves interruptoras, tomadas, isoladores, bocais, motores elétricos, dinamos, transformadores, etc...

No texto 05, trabalhou-se com os conteúdos de ensino relacionados com circuitos elétricos e suas propriedades, utilizando-se para isto a montagem da foto 04. Esta montagem norteou a "atividade teórica-experimental 04", que permitiu aos sujeitos envolvidos sistematizarem os conhecimentos físicos afins. Nesta etapa, além do circuito elétrico residencial desenvolvido (que procurou reproduzir o existente em nossas residências, de forma real, concreta) foram utilizados um ferro elétrico de passar roupa e um secador de cabelos (dois eletrodomésticos resistivos) (ver foto 04).

No texto 07 foram estudados os amperímetros, voltímetros, medidor de energia elétrica, com o intuito de trabalhar as grandezas físicas envolvidas no eletromagnetismo. Foram desmontados, mexidos, montados, pelos sujeitos envolvidos no processo educacional, além de instalados corretamente nos circuitos elétricos. Também foram montados e desmontados motores elétricos de corrente, de brinquedos e eletrodomésticos.

No texto 08 estudou-se a "produção" de energia elétrica, sendo utilizado dinamos. Além do desmonte costumeiro, foi realizada uma montagem didática existente no laboratório da unidade escolar. Os dinamos utilizados eram de bicicletas e foram conseguidos pelos alunos. Através do funcionamento dos dinamos estudou-se as grandezas físicas e suas variações, relacionadas com o fenômeno da indução eletromagnética.

Usou-se além de nossas próprias ferramentas (alicate, faca, chave-teste, chaves de fenda, martelo, etc...) materiais "práticos" para as aulas, adquiridos no comércio local, ou em nossas residências (lâmpadas, fios, tomadas, fusíveis, interruptores, chuveiro, etc...) Na maioria das vezes, combinava-se anteriormente o que seria estudado na aula seguinte, para tornar possível o recolhimento dos materiais necessários.

Os recursos materiais utilizados nas "aulas práticas" con-

vencionais (que são organizadas e ministradas pelos professores do laboratório de Física da unidade escolar), foram os materiais didáticos-experimentais, que são majoritariamente importados, e que compõem os conjuntos laboratoriais adquiridos dos países desenvolvidos. No "roteiro de aula prática: Eletricidade e Magnetismo" do anexo 02, nos itens "material", constata-se a utilização exclusiva dos materiais didáticos-experimentais. Vale a pena mencionar, que isto é coerente com a proposta programática elaborada, pois o livro-texto faz menções aos respectivos materiais didáticos-experimentais e às atividades práticas semelhantes.

## 2.2 - O PROCESSO DA INVESTIGAÇÃO PARTICIPATIVA

### 2.2.1 - INAUGURANDO O DIALOGO...OU PELO MENOS TENTANDO !

Como iniciar um processo dialógico-participativo, de inferência, de investigação, sobre o quê e como estudar, na disciplina de Física, na terceira série do segundo grau ? Parecia-nos, no início, quase impossível dialogar com os alunos-trabalhadores a respeito de qualquer coisa, pois estavam a espera, naquele espaço físico e temporal, de uma "aula" de Física. Além do mais, como estudiosos da teoria educacional que nos orienta, sabíamos que é ingenuidade perguntar de forma direta aos alunos-trabalhadores o que desejam estudar. Tinha-se plena convicção que o caminho a seguir não seria este !

A primeira vista pode parecer que se está valorizando demais esta etapa do processo, mas é bom lembrar que a mesma não está presente nos meios escolares. Parte-se do pressuposto que sabemos de antemão o que ensinar, e obviamente o que os educandos não sabem e devem aprender.

Utilizou-se inicialmente vinte por cento (20%) da carga horária semanal disponível da disciplina, que equivalia a uma (1) hora-aula por semana (especificamente a de sexta-feira, no último período) para conversar sobre eletricidade de uma maneira geral. O objetivo era fazer com que os alunos-trabalhadores falassem algo sobre o assunto, já que se tinha esta limitação devido ao

recorte temático da disciplina de Física nesta série de ensino e, para que a partir destas falas fossem sendo elaboradas análises das suas visões sobre o discutido.

É conveniente esclarecer que no outro percentual (80%) da carga horária da disciplina, trabalhava-se tradicionalmente, durante este período ( que se estendeu por quase um bimestre) os conteúdos de ensino estipulados no programa oficial da disciplina estabelecido (anexo 03). Apostava-se que não se podia, devido ao montante dos anos de escolaridade a que estavam expostos (totalizando aproximadamente dez (10) anos) romper abruptamente a dinâmica do processo ensino-aprendizagem. Afinal precisaríamos encaminhar uma proposta alternativa ao grupo de trabalho, considerar sua decisão, antes de proceder qualquer mudança no processo.

A utilização do espaço da sala de aula na sexta-feira, foi algo que ocorreu de forma planejada. Discutia-se com o grupo de especialistas em educação o quê e como fazer, no sentido de sistematizar ao máximo as ações com o grupo de trabalho.

Trabalhou-se, então, a eletricidade com os alunos-trabalhadores, procurando-se enfatizar onde sentimos sua presença a nível de gasto, de custo, de consumo, etc. A partir da conta da luz, ou melhor da análise semestral do consumo mensal de duas famílias de quatro (04) e seis (06) pessoas, procurou-se abrir a discussão em torno do que significava aquele valor consumido, o que o influenciava e o determinava, como calculavam o custo, etc.

Num outro plano, insistiu-se numa análise da grandeza física que mensurava o consumo de energia elétrica, assim como sua respectiva análise dimensional, buscando a identidade da unidade utilizada pela companhia de distribuição. Priorizou-se desta forma dois aspectos na discussão: as informações existentes na "conta de luz" e as fornecidas pelos alunos-trabalhadores a respeito do assunto.

No início das discussões, a maioria dos alunos-trabalhadores não participava, talvez por que acreditavam que o assunto não estivesse dentro do contexto da disciplina, ou quem sabe por estarem familiarizados somente com a dinâmica da "resolução de problemas", a nível acadêmico. O diálogo não ocorreu majoritariamente, num primeiro momento, até por que não se priorizava (na



maior parte do tempo) neste espaço, este procedimento.

Das discussões em torno da "conta de luz" surgiram diversas questões, dentre as quais ressaltar-se-á algumas: O que determina o consumo de energia elétrica ? Se a unidade de tempo utilizada para medir o consumo de energia elétrica é a hora, por que se paga mensalmente ? O que significa "consumo" de energia elétrica? Quem produz a energia elétrica é quem cobra a "conta de luz" mensalmente ? Como se produz energia elétrica ? Qual a relação entre o racionamento de água e o consumo de energia elétrica ? Como o "horário de verão" contribui para a economia do consumo de energia elétrica ?

O que iniciou, contando apenas com poucos alunos-trabalhadores (que na maioria deles já haviam tido um contato com o mesmo professor de Física no ano anterior) numa aula de quarenta (40) minutos no final da última noite (sexta-feira) da semana, foi contagiando a turma a ponto de interferir no "bom andamento" das aulas tradicionais. Começaram a surgir discussões em torno da temática em questão, no sentido de colocar em dúvida a utilidade das atividades educacionais que eram desenvolvidas durante a semana, com o conteúdo de ensino pré-estipulado. Permaneceu a preocupação com os conteúdos mínimos exigidos "por lei", mas a maioria tinha dúvidas se existia apenas uma forma de estudar os mesmos assuntos.

### 2.2.2 - O PROCESSO DE CODIFICAÇÃO-DESCODIFICAÇÃO

A partir das informações obtidas nas discussões, durante os diálogos desenvolvidos com os alunos-trabalhadores, foi preciso trabalhar com eles, no sentido de confirmar a visão que tinham, a respeito da temática em questão. Criou-se instrumentos metodológicos com o intuito de confirmar a interpretação elaborada.

Isto foi operacionalizado com um texto de Física, a nível de informação desta área, denominado de "texto introdutório" por seus autores, Delizoicov e Angotti (anexo 04). Através da leitura deste material, testou-se a "veracidade" das informações obtidas através do diálogo participativo, com o intuito de contrapor a visão dos alunos-trabalhadores com a da Física, a respeito de

alguns temas.

A esta dinâmica, o professor Paulo Freire chama de codificação-descodificação. Trata-se de um procedimento metodológico utilizado (que foi explicitado no capítulo 01 deste trabalho), que suportou a parte que concerne à pesquisa do processo educacional com um todo. Não se está dicotomizando ensino e pesquisa, mas enfatizando que ambos os momentos exigem tratamentos metodológicos específicos e que a dialogicidade foi priorizada.

Esta etapa do processo, denominou-se de "investigação participativa" perdurou por aproximadamente quatro (04) horas-aulas, isto é, quatro semanas consecutivas já que isto ocorria apenas uma (01) vez, no último período de sexta-feira. Para orientar as discussões, foram elaboradas questões sobre o "texto introdutório", no sentido de inferir sobre as visões dos alunos-trabalhadores sobre determinados assuntos (anexo 04).

O "texto introdutório" foi reproduzido para os alunos-trabalhadores, de tal forma que pudessem, caso fosse possível, lê-lo fora do espaço escolar. Uma vez no espaço escolar, era destinado determinado intervalo de tempo para leitura conjunta e logo após organizavam-se em grupos de até cinco (05) elementos, para discutir as questões propostas. Ao final da aula, caso julgássemos necessário, escreviam algumas das conclusões ou questões discutidas. Alguns grupos questionavam sobre a validade de responder as questões levantadas e optaram por elaborar questões afins. O que nos chamou mais a atenção foi o despreparo para leitura e mais acentuadamente a falta de discussão em grupo.

No final de cada aula, procurava-se construir uma solução, via interpretação dos alunos-trabalhadores, para as questões colocadas, para que pudessem "admirar" suas próprias visões a respeito da temática. Contrapondo-as com a visão científica, sem priorizar nenhuma delas, procurou-se evidenciar o nível da limitação da visão popular sobre alguns fenômenos, principalmente os que têm sua origem nos aparatos tecnológicos, como é o caso da eletricidade.

Finalmente, após esta etapa do processo, retomou-se algumas das questões apresentadas nas discussões iniciais, com o intuito

de revitalizar a discussão, agora com mais elementos. Buscava-se entre o grupo de trabalho, situações que permitissem o desenvolvimento de estudos a serem realizados a posteriori. Em outras palavras, investigava-se os temas significativos para o grupo de trabalho formado.

Após analisar com o grupo de professores e colegas envolvidos neste estudo os resultados do processo da "investigação participativa", que se obteve com os alunos-trabalhadores do grupo de trabalho, chegou-se a conclusão que dois temas de estudo se mostravam significativos: **PRODUÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.**

Significativos por que entendeu-se que divergiam da concepção científica, universalmente aceita e utilizada, que suporta, por exemplo, a dinâmica dos meios-de-produção de nossa sociedade, e que seriam indispensáveis de serem compreendidos, no sentido de dominá-los. Significativos, por que se estava partindo da premissa que os resultados do processo "investigatório participativo" eram passíveis de credibilidade.

Desta forma, um educador freireano diria que escolheu-se como "temas geradores" a **PRODUÇÃO E O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.** Contudo, resolveu-se chamá-los de "temas de estudo", e encará-los como temas que seriam "estudados" num programa educacional dialógico de Física.

### 2.2.3 - TRABALHANDO COM OS "EQUIPAMENTOS GERADORES"

O início das atividades da "experiência educacional dialógica", utilizando integralmente todas as horas-aulas disponíveis, ocorreu a partir da solicitação de um levantamento dos eletrodomésticos, ou aparelhos elétricos, utilizados, nas residências, nos locais de trabalho, na escola, etc (texto de estudo 01).

Utilizando as informações de cada um dos componentes do grupo de trabalho, construiu-se uma tabela, por ordem alfabética, dos aparelhos elétricos pesquisados (anexo 05). Discutiu-se então a possibilidade de classificação destes, não apenas por ordem alfabética, mas segundo alguns critérios técnicos e científicos. Para operacionalizar esta etapa foi produzido material didático

(texto de estudo 02 ) que serviu de referencial teórico para tal.

A partir daí trabalhou-se as diferenças e semelhanças segundo as informações técnicas que estes apresentavam nas "chapinhas" (dados de identificação do fabricante). O objetivo era iniciar o processo educacional através dos valores de potência, tensão, etc, expressos em cada aparelho elétrico.

Porém, analisando a tabela construída (anexo 05), constatou-se que não tinham sido relacionados, entre tantos eletrodomésticos, nem lâmpadas incandescentes, nem chuveiros elétricos. Estávamos certos de que todos os elementos do grupo de trabalho os possuíam em suas residências. Mas porquê não tinham sido relacionados ?

Em entrevista informal com alguns dos alunos-trabalhadores, descobriu-se que acreditavam que tais equipamentos não eram considerados aparelhos elétricos. Afinal, segundo eles, eletrodomésticos realizam alguma tarefa, na maioria das vezes na cozinha, e estes nada faziam. E a luz produzida pelo brilho da lâmpada incandescente ? E a água quente do chuveiro elétrico ? Não haviam pensado nisto !

Estava aqui uma amostra de como o primeiro tema de estudo escolhido (CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA), era realmente significativo, pois na visão dos alunos-trabalhadores não ocorria transformação energética nos exemplos citados.

Elegeu-se então lâmpadas incandescentes e chuveiros elétricos como os aparelhos elétricos que norteariam as atividades educacionais, neste primeiro momento. Denominou-se-os por "equipamentos geradores" devido ao fato destes serem responsáveis diretos pela geração de um programa de ensino/aprendizado alternativo, na direção do primeiro tema de estudo (consumo de energia elétrica).

Na escolha das lâmpadas incandescentes, optou-se pelas de bulbo transparente, para permitir a visualização do filamento, de diversas potências (na faixa das utilizadas nas residências 25 W - 100 W). O chuveiro elétrico escolhido foi o "ducha ss corona", pois a maioria dos alunos-trabalhadores o possuíam, sendo este um fator importantíssimo na escolha.

Os "equipamentos geradores" eleitos durante o curso estão

mencionados no programa alternativo desenvolvido para a disciplina de Física. Contudo o "processo eleitoral" dependeu de diversos fatores, e nem sempre foi possível transportar o "equipamento gerador" eleito para a sala de aula, como foi o caso da rede de distribuição elétrica. Diante disto, deslocávamo-nos para fora do ambiente escolar, quando possível e necessário se fazia (foto 07).

Outro aspecto importante é que não era efetuado um estudo teórico nos moldes acadêmicos, a priori, sobre os "equipamentos geradores". As atividades educacionais ocorreram fundamentalmente baseadas nos "equipamentos geradores", no sentido de compreendê-los para poder dominá-los. Nesta linha surgia a necessidade de instrumentos teóricos, suportados pelos conhecimentos científicos universais da área da Física, que permitissem a construção da compreensão mais elaborada de alguns fenômenos essenciais. Foi aqui que entraram os "textos de estudos", como busca destes conhecimentos científicos e os "guias teóricos-experimentais", como sistematização da parte prática, ou seja, do manuseio com os "equipamentos geradores".

#### 2.2.4 - A CONTINUIDADE DO PROCESSO DE "INVESTIGAÇÃO PARTICIPATIVA"

Conforme foi dito na seção 2.2.1, a "investigação-participativa" inaugurou o diálogo entre os elementos do grupo de trabalho. A dialogicidade permitiu que se encontrasse os "equipamentos geradores", os quais nortearam as atividades do ensino-aprendizado.

Porém a questão fundamental é: como desenvolver a dinâmica do ensino-aprendizado na sala de aula, trabalhando-se com conteúdos de ensino específicos, como a eletricidade, priorizando-se a dialogicidade ?

A realização da "investigação-participativa" é um avanço no processo educacional, visto que nunca se priorizou a participação dos educandos para a definição do que estudar. Contudo, no desenvolvimento das atividades educacionais, isto é, nas aulas propriamente ditas, esta componente que caracteriza a dia-

logicidade não pode ser deixada de lado.

Partindo-se deste pressuposto, o processo da "investigação-participativa" esteve presente em todos os momentos da "experiência educacional dialógica". Na escolha dos "equipamentos geradores" e na organização dos "temas de estudo" que formaram o programa de ensino, os educandos não ficaram como espectadores. Na escolha do chuveiro elétrico, por exemplo, que foi um dos "equipamentos geradores" "estudado" pelo grupo de trabalho, os educandos participaram ativamente. Pretendia-se desta forma, manter forte o vínculo entre as "coisas" da escola e as "coisas" das nossas vidas, dos nossos trabalhos, isto é, priorizar os nossos interesses.

Na elaboração dos "textos de estudos", apesar do professor de Física ser o especialista, a participação dos educandos foi fundamental. Registrou-se as questões mais importantes, discutidas em sala de aula, para retomá-las na elaboração e estudo dos textos. Até a própria forma de se expressar do grupo de trabalho que não descaracteriza a linguagem científica, foi introduzida nos "textos de estudos". Por exemplo, a nomenclatura de alguns objetos elétricos, tais como: tomadas macho e fêmea, relógio de luz, fio força, etc, foi utilizada nos "textos de estudos".

A organização dos "guias teóricos-experimentais" foi realizada pelo professor de Física, sob a orientação de professores e colegas que participaram do trabalho, mas sempre baseada em informações oriundas do cotidiano da sala de aula. O objetivo, foi de sistematizar alguns procedimentos práticos, no sentido de fazer a "parada" para refletir sobre a prática, buscando os princípios científicos envolvidos no processo de funcionamento dos "equipamentos geradores".

A elaboração de tais documentos esteve por conta, majoritariamente dos alunos-trabalhadores, para que não apenas relatassem o ocorrido na experiência, mas descrevessem (durante) o processo que vivenciaram. Isto não permitia que realizassem a tarefa escrita, se não estivessem em locu. Por exemplo, como um grupo de alunos-trabalhadores poderia descrever o que causou o "desarmamento" de um disjuntor, se não estivessem presentes ? Simplesmente não podiam !

Torna-se difícil realizar a "investigação-participativa", que exige a dinâmica da "codificação-descodificação", durante o andamento das atividades educacionais. Porém, o professor tendo em mente a trajetória do processo educacional, com o intuito que determinadas "situações-limites" sejam ultrapassadas, deve inferir cotidianamente sobre as questões fundamentais que surgem nas discussões.

As questões dispostas nos "textos de estudos" tiveram a função de "alimentar" o processo dialógico na sala de aula, já que na sua grande maioria, eram de autoria dos alunos-trabalhadores, sendo estas apenas registradas e organizadas pelo professor de Física.

Em última análise, a "investigação-participativa" que antecedia a dinâmica do ensino-aprendizado, era realizada durante as aulas, como forma de assegurar que a dialogicidade, entre o grupo de trabalho, gerasse os materiais didáticos a serem "estudados". Desta forma, os redirecionamentos necessários foram passíveis de detecção graças à dinâmica descrita, uma vez que os materiais didáticos foram produzidos concomitantemente com o desenvolvimento das atividades educacionais.

## 2.3 - A DISCIPLINA DE FISICA NA TERCEIRA SÉRIE DO SEGUNDO GRAU

### 2.3.1 - O PROGRAMA OFICIAL DA DISCIPLINA DE FISICA !

Os professores de Física desta unidade escolar se reúnem entre si, duas semanas antes do início das atividades escolares de cada ano letivo, para planejarem suas futuras ações docentes. Nestes encontros discutem a compatibilidade do livro-texto, carga horária disponível, número de professores que serão contratados, conteúdos de ensino prioritários de cada série, etc...

Ao final desta etapa, o chefe do departamento, distribui, para cada professor desta área do conhecimento, uma cópia do plano de curso e uma cópia do programa (conteúdo programático) a ser cumprido no decorrer de suas atividades em sala de aula (anexo 03).

No plano de curso, que sequer é mencionado nas discussões

durante as reuniões que ocorreram, estão inseridos os objetivos gerais da educação a nível de primeiro e segundo graus, objetivos gerais do curso de aprofundamento em ciências a nível de segundo grau (sem distinções entre os períodos diurno e noturno) e o objetivo geral da disciplina de Física. Além disto, está estipulado o número de aulas: previstas, obrigatoriamente ministradas, imprevistas e destinadas às avaliações que devem ser realizadas (anexo 03). Conforme já foi mencionado, os professores durante as reuniões sequer fazem menção a este documento, sendo este simplesmente fotocopiado ano após ano, como se nada merecesse discussão.

O plano de curso, contém uma bibliografia básica de seis itens. A primeira referência bibliográfica indicada é o livro-texto que obrigatoriamente deve ser adotado por todos os professores da respectiva disciplina, segundo decisão da maioria dos professores deste departamento, presentes nas reuniões no início das atividades letivas. As outras referências bibliográficas podem ser consultadas, mas não podem nortear as ações docentes, como decretado pela chefia do departamento de Física.

Neste contexto não é surpreendente que o programa da disciplina estabelecido, coincida na totalidade com a sequência didática do livro-texto adotado (unidades e sub-unidades). Em outras palavras, cabe ao professor da referida disciplina seguir "ao pé da letra" o livro-texto indicado.

Neste sentido, a sequência, assim como os próprios conteúdos de ensino que o livro-texto aborda, não são analisados e questionados pelos professores. Admite-se, que tudo ocorrerá de forma ótima durante as atividades de ensino/aprendizado, desde que estas se realizem segundo as especificações pré-estabelecidas.

As atividades de ensino, na forma de aula autoritárias formais, tornam-se a melhor maneira possível que o professor da disciplina encontra, para transmitir os conteúdos de ensino apresentados do livro-texto, aos alunos, sem que estes participem do processo educacional, uma vez que não conhecem anteriormente o assunto a ser tratado. Como consequência desta modalidade de planejamento escolar, o programa da disciplina necessita ser "depositado" no aluno, sendo este obrigado a fazer a "devolução"



em data específica através de testes de avaliação para "demonstrar o crédito". Ao bom professor, segundo esta concepção, cabe a apresentação ótima dos conteúdos de ensino! Quanto mais apresentável, isto é, mais "depositável" a "matéria" se tornar, mais capacitado, ou competente será o professor!

O programa estabelecido, além de não estipular atividades experimentais, sugere que majoritariamente os conteúdos de ensino sejam tratados abstratamente, isto é, utilizando definição e conceituação nominalística (anexo 03). As atividades experimentais da disciplina de Física, que não podem ser previstas, devido a não disponibilidade de recursos humanos (professor laboratorista) na unidade escolar, quando acontecem durante o ano letivo, não são dirigidas pelo professor da turma. Neste caso o professor-laboratorista autoriza a ida da turma à sala de laboratório e desenvolve as "atividades práticas". Isto normalmente acontece em aulas-duplas (80 minutos), cabendo aos alunos responderem os "roteiros de aulas práticas", o que servirá de instrumento para a avaliação, sendo estes elaborados pelos professores-laboratoristas, que não atuam em sala de aula (anexo 02).

### 2.3.2 - O PROGRAMA ALTERNATIVO DESENVOLVIDO

A diferença fundamental entre o programa estabelecido e o desenvolvido, é que o primeiro desconsidera os alunos, isto é, é aplicável/viabilizável a qualquer grupo, e o segundo considera a ação-participante destes, como a mola-mestra do desenvolvimento das atividades.

Diante disto, foi preciso estabelecer uma metodologia de pesquisa/ensino para empreender-se um estudo da realidade dos sujeitos do grupo de trabalho, antes de iniciar as atividades de ensino/aprendizado, propriamente dita. Este procedimento já foi descrito neste capítulo na seção 2.2, sendo denominado de "investigação temática" pelo professor Paulo Freire.

Feito isto, é necessário realizar a "redução temática", isto é, elege-se os conhecimentos científicos universais que são indispensáveis na instrumentalização dos problemas a serem resolvi-

dos, que foram identificados na "investigação temática". Não se elegeu conteúdos de ensino, mas reelaborou-se os já existentes, sob o suporte científico reconhecido, de tal forma que auxiliassem no estudo dos problemas apresentados ou que foram surgindo.

Pode-se dizer então, que o programa foi gerado a partir de duas "coisas": **situações-problemas** sobre a temática abordada (eletricidade, que envolvia sistemas físicos, isto é, "equipamentos geradores") e **organização dos temas de estudo**. A partir daí pôde-se compreender a importância da ação-participante de todo o grupo de trabalho na elaboração do programa da disciplina, que num primeiro momento não passou de pré-programa, pois teve de admitir redirecionamentos.

Não se está afirmando aqui, que a concepção educacional que balizou as ações educacionais, colocou os alunos-trabalhadores e o professor de Física, num plano de igualdade frente ao processo. É inadmissível negar o papel do especialista, neste caso o professor, no cotidiano da sala de aula. Por outro lado, não se está priorizando a ação do especialista, em detrimento da ação-participante (inclusive na etapa do planejamento) dos alunos.

Para que as **situações-problemas** pudessem ser identificadas foi preciso que os sujeitos envolvidos no processo educacional interagissem entre si, isto é, discutissem e colocassem sua visão de mundo a respeito da temática em questão (eletricidade). Cabe destacar, que tal interação ocorreu com maior amplitude, quando inicialmente são abordados assuntos da vida cotidiana dos sujeitos do grupo de trabalho.

A etapa da **organização dos temas de estudo**, que se estendeu por todo o processo educacional, também exigiu o engajamento dos sujeitos envolvidos, pois entende-se que ninguém melhor para tomar as decisões, do que quem participa do mesmo. A contribuição do professor é fundamental, mas isto não exclui a componente discente.

Mas como puderam os alunos-trabalhadores participar desta etapa do processo educacional, se estes não conheciam os conteúdos de ensino que envolvem as **situações problemas** levantadas? Os alunos-trabalhadores não "conhecem" os conteúdos de ensino, mas vivem a mesma realidade que o professor! Além disto, cabe ao

professor não simplesmente alegar os conteúdos de ensino, mas reelaborá-los, tornando os conhecimentos científicos, instrumentos para a compreensão/intervenção na "realidade concreta". E como agir desta forma, sem a cumplicidade dos alunos-trabalhadores?

Organizar os temas de estudo, tornou-se um empreendimento contínuo, que esteve presente em todo o processo educacional. Desta forma as talas dos sujeitos envolvidos foram sendo registradas, com o intuito de subsidiar os textos que iam reelaborando conteúdos de ensino. Foram sendo incluídos conhecimentos científicos que se mostravam indispensáveis no estudo de determinados "equipamentos geradores", assim como questões específicas de situações vividas.

Foi a partir dos dois "temas de estudo" (PRODUÇÃO e CONSUMO de energia elétrica) que o programa da disciplina de física foi sendo elaborado pelos sujeitos do grupo de trabalho. Tratando-se inicialmente do tema consumo de energia elétrica, apoiado nos "equipamentos geradores" desenvolveu-se os "textos de estudos" 01, 02, 03, 04, 05, 06 e 07 as atividades teóricas-experimentais 01, 02, 03, 04 e 05. Os conteúdos de ensino trabalhados pelo grupo de trabalho, apesar de serem diferentes, abordavam os mesmos conhecimentos físicos estipulados no programa estabelecido, estudados pelas outras turmas de alunos da unidade escolar. Este fator é importante pois deve-se lembrar que o professor de Física do grupo de trabalho, era obrigado a cumprir o programa estabelecido pela chefia de seu departamento. Afinal, a "experiência educacional dialógica" que ora é descrita, está inserida no espaço formal de uma escola pública noturna e trata-se de uma ação educacional num recorte específico, que é a disciplina de Física na terceira série do segundo grau. É possível satisfazer o programa oficial, tendo uma prática diferente - libertadora e não dominadora!

O tema produção de energia elétrica foi desenvolvido sobre o suporte teórico-experimental, dos "equipamentos geradores" e dos textos de estudo 08 e 09 e da atividade teórica-experimental 06. Dividiu-se a disciplina de Física em duas unidades de ensino: I - Eletricidade e II - Eletromagnetismo. Não se

pretendeu associar eletricidade ao consumo e eletromagnetismo à produção de energia elétrica, mas "iluminar" os "temas de estudos" de tal maneira, que os sujeitos envolvidos operacionalizassem os conceitos físicos relacionados com os "equipamentos geradores" eleitos.

Na discussão do pré-programa com os alunos-trabalhadores, procurou-se evidenciar a utilidade dos conteúdos de ensino, frente as questões levantadas na etapa da "investigação participativa" e durante todo o processo educacional. Acreditou-se que a discussão do programa podia gerar subsídios para as ações docentes/diálicas, já que a organização dos "temas de estudo" foi elaborada pelo professor de Física, e entendeu-se que não poderia ser diferente, afinal esta é sua especialidade. O que não exclui os alunos-trabalhadores de nenhuma etapa do processo educacional, pois não se elegeu conteúdos de ensino, mas organizou-se os conhecimentos científicos da área da Física relacionados com os "equipamentos geradores" eleitos, necessários para a efetivação do processo educacional.

O esboço do programa desenvolvido na "intervenção educacional científica" pode ser verificado a seguir. Também os "textos de estudos" e os "guias teóricos-experimentais" desenvolvidos, fornecem indicativos a respeito de que os mesmos conhecimentos de Física podem gerar um programa com conteúdos escolares diferentes.

Durante a elaboração do programa alternativo da disciplina de Física, levou-se em consideração que esta experiência educacional dialógica seria uma operacionalização das idéias do professor Paulo Freire, ao ensino de Física, que entendemos ter subsidiado a experiência educacional vivida pelo professor Maurice Bazin, apresentados no livro *Ciência e (In)Dependência*. Em outras palavras, parafraseando Bazin, ao planejar a disciplina de Física, tendo em vista sua contextualização, elaborou-se um programa de formação técnica de base para os alunos-trabalhadores que lhes proporcionasse as atitudes e as ferramentas intelectuais necessárias para julgar, avaliar e decidir no domínio técnico-científico (Bazin, 1977: 100).

Os conteúdos de ensino do programa alternativo desenvolvido,

não tornaram os alunos-trabalhadores dependentes do professor, em função da relação autoritária que se estabelece entre quem sabe e quem não sabe. Apesar da inserção dos alunos-trabalhadores num processo educacional, onde não precisam assumir responsabilidades em nenhuma das etapas, no que diz respeito ao ensino/aprendizado, já que são ditadas e cobradas pelo professor, procurou-se romper esta prática, envolvendo-os nas atividades, em todos os momentos. A "experiência educacional dialógica" em questão perfazia um total de vinte por cento (20%) das atividades escolares do grupo de trabalho, já que estariam expostos a uma grade curricular de vinte e cinco (25) horas-aulas semanais, uma vez que as outras disciplinas de estudo não atuavam nesta direção (anexo 06).

Do ponto de vista estratégico, as aulas de Física segundo o programa alternativo desenvolvido, não podiam ser classificadas em "teóricas" e "práticas separadamente". Estava-se partindo da prática do grupo de trabalho, procurando desvelar os conhecimentos físicos envolvidos nos "equipamentos geradores" necessários à sua compreensão/intervenção, para poder melhor operacionalizá-la, a nosso favor, de acordo com nossos interesses.

A primeira vista poder-se-ia admitir a dicotomia entre teoria e prática, já que foram produzidos "textos de estudos" e "guias teóricos-experimentais". O que se pretendeu fazer, quando se elaborou os "guias teóricos-experimentais" foi sistematizar alguns procedimentos experimentais, sobre alguns sistemas físicos específicos, que se denominou de "equipamentos geradores" devido a importância destes na compreensão dos temas de estudo. Contudo, os próprios "textos de estudos" priorizavam a reflexão sobre a prática cotidiana, isto é, o pensar durante o manuseio/utilização dos sistemas elétricos abordados ("equipamentos geradores").

---

## PROGRAMA ALTERNATIVO DE ESTUDO

### 1o TEMA DE ESTUDO: "CONSUMO" DE ENERGIA ELÉTRICA

1 - "EQUIPAMENTOS GERADORES": Lâmpadas incandescentes e chuveiro elétrico (aparelhos resistivos)

1.1 - Classificação segundo a transformação, recepção e transmissão de energia elétrica.

1.2 - Caracterização segundo a constituição física e transformação de energia elétrica.

1.3 - Conhecimentos físicos utilizados na construção (princípio físico de funcionamento).

1.4 - Conceituação operacional, medição, equações e unidades fundamentais, entre as grandezas físicas envolvidas.

1.5 - Compreensão técnica e científica da transformação de energia elétrica (consumo), privilegiando o enfoque energético.

2 - "EQUIPAMENTOS GERADORES": Circuito elétrico Residencial (instalação de aparelhos resistivos)

2.1 - Classificação segundo as ligações: série, paralela e mista

2.2 - Caracterização segundo a constituição física, componentes fundamentais (medidores, chaves interruptoras, conexões, fiação, receptores, etc).

2.3 - Utilização dos circuitos elétricos nos sistemas físicos (chave de teste, chuveiros elétricos, etc), identificação e função.

2.4 - Conceituação operacional, medição, equações e unidades fundamentais, entre as grandezas físicas.

2.5 - Significado técnico e científico da transformação de energia elétrica em sistemas físicos construídos (consumo), privilegiando o enfoque energético.

3 - "EQUIPAMENTOS GERADORES": Motores elétricos e medidores

analógicos de tensão, corrente, nível de combustível e temperatura.

3.1 - Classificação segundo o movimento produzido: galvanômetros-voltímetros, amperímetros, termômetros, medidores de nível de combustível e energia elétrica; motores elétricos de corrente contínua e alternada.

3.2 - Caracterização dos medidores de tensão, corrente e energia elétrica. Utilização destes medidores como indicadores do nível de combustível e temperatura (nos veículos automotores).

3.3 - Conhecimentos físicos utilizados na construção destes sistemas físicos.

3.4 - Conceituação operacional, medição, equações e unidades fundamentais, entre as grandezas físicas envolvidas.

3.5 - Significado técnico e científico do processo de transformação de energia, nos sistemas físicos construídos, privilegiando o enfoque energético.

## 2o TEMA DE ESTUDO: "PRODUÇÃO" DE ENERGIA ELÉTRICA

### 1 - "EQUIPAMENTOS GERADORES": Dinamos de biciletas

1.1 - Classificação segundo o movimento e energia elétrica produzida: geradores - corrente elétrica - alternada e contínua.

1.2 - Caracterização dos dinamos, alternadores e geradores de energia elétrica das termoelétricas. Utilização destes geradores como indicadores, de velocidade (velocímetro) e rotação do motor (contagiros) (nos veículos automotores).

1.3 - Conhecimentos físicos utilizados na construção destes sistemas físicos.

1.4 - Conceituação operacional, medição, equações e unidades fundamentais, entre as grandezas físicas envolvidas.

1.5 - Significado técnico e científico do processo de transformação de energia (produção), nos sistemas físicos construídos, privilegiando o enfoque energético.

2 - "EQUIPAMENTOS GERADORES": Usinas geradoras (termoelétricas) e Rede de Distribuição de Energia Elétrica.

2.1 - Classificação das usinas geradoras - termoelétricas, hidroelétricas e nucleares. Redes de distribuição de energia elétrica - linhas de transmissão, transformadores, alta e baixa tensão.

2.2 - caracterização das termoelétricas, hidroelétricas e nucleares, das redes de distribuição - linha de transmissão, redes de alta e baixa tensão, transformadores elevadores e abaixadores de tensão.

2.3 - Conhecimentos físicos utilizados na construção destes sistemas, privilegiando os princípios de funcionamento.

2.4 - Conceituação operacional, medição, equações e unidades fundamentais, entre as grandezas físicas envolvidas.

2.5 - Significado técnico e científico do processo de transformação de energia elétrica, nos sistemas físicos construídos (produção de energia elétrica), privilegiando o enfoque energético.

---

2.4 - 1ª UNIDADE: TEMA DE ESTUDO - "CONSUMO" DE ENERGIA ELÉTRICA

2.4.1 - TEXTO 01: INICIO DAS TAREFAS A SEREM REALIZADAS NA SALA DE AULA



Todos os materiais didáticos produzidos para a "experiência educacional dialógica" que ora é descrita, foram acompanhados o orientados por professores de ciências naturais (co-orientador) trabalhando a concepção educacional dialógica (orientador) e revisados pelo inspirador do trabalho fundamentado na "alfabetização técnica" (o físico, professor Maurice Bazin).

A intenção prioritária desta produção foi de sistematizar as idéias principais que norteavam as discussões vividas em sala de aula e suportá-las com o referencial teórico, no campo técnico e científico apropriado. Por isso entende-se que é indispensável a apresentação integral do material produzido pelo "grupo de trabalho", durante o ano letivo, no corpo desta dissertação, na sua forma original.

O texto 01 resume algumas discussões vividas nas primeiras aulas, especificamente os dois parágrafos iniciais. No terceiro parágrafo é sugerido uma tarefa a ser realizada por todo o "grupo de trabalho". Já no quarto parágrafo, são feitos alguns esclarecimentos sobre a tarefa solicitada no parágrafo anterior. Finalmente, no último parágrafo pretendeu-se justificar a solicitação da tarefa.

Na sala de aula, lemos juntos todo o texto 01, esclarecendo-se a tarefa sugerida, assim como seu objetivo. Lembrou-se também ao "grupo de trabalho" que se estava iniciando uma atividade diferente, na direção de uma concepção dialógica, o que implicava na ação-participante efetiva de todos os envolvidos.

---

## UNIDADE I - ELETRICIDADE

### TEXTO 01 - APARELHOS ELÉTRICOS

A sociedade, depois do desenvolvimento da eletricidade, especialmente neste século, nas últimas décadas, tomou rumos diferentes. Certamente não sentimos os impactos que tal tecnologia proporciona, porque somos desta geração privilegiada, pelas realizações que os aparelhos elétricos podem oferecer, em termos de execução de tarefas (trabalho) domésticos e industriais.

Contudo, apesar de estarmos vivendo nesta sociedade tecnologicamente desenvolvida, não somos capazes de compreender o funcionamento ou os conhecimentos científicos envolvidos, na maioria das vezes.

Com o intuito de "estudar" Física, isto é, reinventá-la, re-escrevê-la, especificamente eletricidade, iniciando com fatos conhecidos da nossa realidade, é que estamos propondo que façamos observações e anotações sobre as informações registradas em alguns eletrodomésticos existentes nas residências, escolas, lojas ou locais de trabalho.

Para realizarmos isto, não é preciso qualquer conhecimento específico sobre eletrodomésticos, nem muito menos conhecer os fenômenos elétricos envolvidos. Queremos apenas localizar estas informações, para compreendermos os "códigos", o que será feito em conjunto, nas nossas próximas aulas.

Desta forma, mantendo um elo forte entre o nosso cotidiano e o conhecimento científico universalmente aceito, pretendemos dar-lhes significado, compreendendo-os para possibilitar, inclusive a resolução de problemas acadêmicos.

USE O VERSO DESTA FOLHA PARA SUAS ANOTAÇÕES

---

#### 2.4.2 - TEXTO 02: COLETA E CLASSIFICAÇÃO DOS ELETRODOMÉSTICOS

No início da aula conversou-se sobre o "levantamento" realizado sobre os eletrodomésticos de uma maneira geral. Notou-se que alguns não tinham realizado a tarefa, mas deu-se início a construção de uma tabela onde se listou, sem nenhum critério previamente estabelecido, os eletrodomésticos pesquisados.

Durante a construção da tabela, alguns alunos-trabalhadores comentavam os eletrodomésticos listados, associando-os ao padrão de vida da família que os possuía. Preferiu-se não aprofundar esta temática naquela oportunidade, na certeza de que tais questões emergiriam posteriormente, no decorrer das atividades.

Após a construção da tabela, que não foi completada devido ao fato de alguns alunos-trabalhadores não terem coletados seus

dados, questionou-se sobre possíveis critérios de classificação para os eletrodomésticos. Depois de algum tempo discutindo possíveis parâmetros classificatórios, distribuiu-se o texto 02 para os alunos-trabalhadores.

A esta altura estava-se na segunda aula da noite e sugeriu-se que fosse realizada uma leitura individual, para posteriormente ser lido em conjunto o texto 02, comentando parágrafo por parágrafo do mesmo.

Nesta mesma noite não foi ultrapassada a segunda página, onde consta o item "comentários e questionamentos". Durante os intervalos da leitura, poucos alunos-trabalhadores manifestavam-se sobre o assunto em questão. Solicitou-se ainda nesta aula, que se fosse possível, realizassem a leitura completa do texto 02. É claro que se sabia das limitações temporais e físicas que os alunos-trabalhadores possuem, mas a turma não era homogênea segundo este critério.

Na aula seguinte tornou-se a realizar a leitura conjunta, discutindo parágrafo por parágrafo do texto 02, até o anexo 01 do mesmo. Observou-se que alguns alunos-trabalhadores que não se manifestavam, realizavam anotações sobre as questões levantadas.

Retomou-se então a tabela dos eletrodomésticos no sentido de reestruturá-la, segundo os parâmetros de classificação indicados no texto 02. Deparou-se então com alguns equipamentos eletrônicos que não eram passíveis de classificação, segundo os critérios adotados, mas que o texto 02 fazia menção.

Na noite de sexta-feira voltou-se a ler juntos o anexo 01 do texto 02, utilizando-se a mesma metodologia de trabalho das aulas anteriores. Notou-se que os alunos-trabalhadores começaram a se engajar no processo ação-participante, que exigia deles o diálogo em torno do assunto em pauta.

Na noite de terça-feira retomou-se o assunto, fazendo-se uma breve sistematização sintetizada das informações fundamentais contidas no texto 02. Agora, nesta etapa, era visível o aumento do fator participação nas atividades educacionais em sala de aula. Isto poderia ser encarado como indicio positivo do início dos trabalhos ? Pensou-se , naquela ocasião, que sim !

Ao iniciar a aula de quarta-feira os alunos-trabalhadores

que compunham o "grupo de trabalho" questionavam sobre a avaliação que teriam que realizar. Esta preocupação é comum entre os elementos do corpo discente numa instituição como a escola pública, que está apoiada fundamentalmente na diade aprovação-reprovação.

Discutiu-se a questão da avaliação e resolveu-se que após cada "texto de estudo" seria realizada uma avaliação, tomando como base as questões discutidas em sala de aula. Falou-se da importância da participação dos alunos-trabalhadores no processo avaliativo das atividades educacionais, tendo em vista que são eles os avaliados.

Nesta noite dispunha-se de duas horas-aulas e retomou-se a tabela dos eletrodomésticos, agora reorganizada segundo parâmetros expostos no texto 02, para iniciar a "descodificação" das informações que os fabricantes apresentam nos mesmos.

Algumas informações não eram totalmente desconhecidas do "grupo de trabalho", porém careciam de um melhor aprofundamento e discussão. O que parecia claro para o "grupo de trabalho" é muito importante naquela altura dos acontecimentos, era a necessidade de aprender estas "coisas práticas", segundo eles.

As questões mais importantes desta discussão foram inseridas no corpo do texto 03, que foi contextualizado em lâmpadas incandescentes e chuveiros elétricos, denominados de "equipamentos geradores" pelos especialistas do "grupo de trabalho", por não terem sido mencionados no levantamento realizado. Entendeu-se que estes não tinham sido considerados como equipamentos elétricos pelos alunos-trabalhadores, e que portanto poderiam ser melhor "estudados".

---

## UNIDADE I - ELETRICIDADE

### TEXTO 02 - CLASSIFICANDO E COMPREENDENDO OS ELETRODOMÉSTICOS

A primeira vista, temos a impressão que o funcionamento da maioria dos aparelhos elétricos é complexo e incompreensível, devido principalmente a diversidade e a especificidade que cada

um traz consigo.

O que pretendemos esclarecer, através da discussão, baseada nas informações coletadas por nós, conforme foi sugerido no texto 01, é que embora cada aparelho tenha sido construído para uma finalidade específica, eles possuem algumas propriedades gerais, que os caracterizam.

Com o objetivo de organizar nosso estudo sobre os aparelhos elétricos (eletrodomésticos na sua grande maioria) e abrir caminhos para o desenvolvimento do curso de eletricidade, torna-se necessário classificar estes aparelhos em três grupos, de acordo com as suas características gerais: os resistivos, os motores e os comunicadores.

A partir desta classificação podemos discutir alguns conceitos físicos, que são necessários para que possamos compreender o funcionamento destes aparelhos elétricos.

A classificação dos aparelhos elétricos pode ser elaborada, segundo duas concepções: transformação de energia e transmissão e recepção de energia.

## 1 - TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA

Podemos nos basear no levantamento, realizado por nós, sobre os aparelhos elétricos, organizando-os em diversos grupos, de acordo com a transformação de energia que realizam.

Para que esta classificação não divirja da nossa intenção inicial, que é de manter de todas as formas o elo entre o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico, utilizaremos exemplos do nosso dia a dia, ao invés de definições abstratas.

a) APARELHOS ELÉTRICOS RESISTIVOS - transformam energia elétrica em energia térmica (calor), isto é, esquentam. Exemplos: chuveiro, ferro de passar roupa, lâmpada incandescente (embora seja utilizada para iluminar, transforma quase toda a energia elétrica em térmica. Uma fração muito pequena da energia é luz, aproximadamente 5%), torneira elétrica, fogareiro elétrico, secador de cabelo (parte que esquentam), fogareiro, etc.

b) MOTORES ELÉTRICOS - transformam energia elétrica em

energia mecânica de rotação, isto é, "produzem movimentos". Exemplos: liquidificador, enceradeira, bate-deira de bolo, ventilador, espremedor de frutas, máquina de lavar, máquina de costura, geladeira (compressor), secador de cabelo (parte que ventila).

c) COMUNICADORES OU "APARELHOS DE SOM" E DE VIDEO - transformam energia elétrica em energia mecânica de vibração (som) e energia luminosa (imagem). Exemplos: rádio, telefone, campainha, alto-falante, toca-disco, gravador, televisão, videocassete, etc.

Nossa intenção ao propormos tal classificação, é elaborarmos juntos uma tabela, com a maioria dos eletrodomésticos pesquisados, classificando-os desta forma sugerida. Certamente nossa classificação não abrange todos os eletrodomésticos que existem atualmente. Existem alguns que não podem ser classificados de acordo com aquelas três categorias que propomos. Por exemplo: máquina de calcular, relógio digital, temporizador (timer), microcomputador, etc.

Estes aparelhos têm suas construções baseadas numa parte da eletricidade, desenvolvida recentemente, que é a eletrônica. Estes aparelhos poderiam ser classificados como aparelhos eletrônicos. Os "aparelhos de som" e as televisões, são atualmente transistorizados, tornando-se desta forma aparelhos eletrônicos. Podem ser classificados como comunicadores, pois ainda mantêm suas funções primordiais.

## 2 - TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO DE ENERGIA

O processo de transmissão e recepção de energia elétrica, é um fato de vital importância para os aparelhos elétricos. No caso dos aparelhos resistivos e dos motores estes processos ocorrem por meio de fios condutores, nas instalações elétricas das residências, por exemplo, que por sua vez estão ligadas aos cabos de alta tensão das ruas, sendo estes interligados através das linhas de transmissão, (suportados por aquelas torres de metal que vemos nas matas) até as usinas geradoras.

Diante disto, que tal listarmos alguns aparelhos

eletrodomésticos que se encaixam nesta classificação, segundo este aspecto? Que tal reclassificar os eletrodomésticos pesquisados?

Convém, contudo lembrar que a transmissão de energia, em alguns aparelhos ocorre no espaço, sendo a recepção realizada graças às antenas. Você conhece algum aparelho deste tipo? Será que são eletrodomésticos (pelo menos alguns)? Este é o caso do rádio, tv, telefone sem fio, telex, rádio amador (faixa cidadão).

## COMENTARIOS E QUESTIONAMENTOS

Apesar dos aparelhos elétricos serem construídos com finalidades específicas (como é o caso do liquidificador, por exemplo), a transformação de energia que ocorre, nem sempre é a esperada, isto é, também esquentam apesar disto não ser desejado. O aquecimento nestes casos, fica caracterizado como algo que não é desejado, uma perda de energia, que aparece sob a forma de calor. O que dizer então de uma lâmpada incandescente? Será que sua construção encontra-se em sua forma última, não necessitando ser otimizada?

Será que além do aquecimento indesejável, existente em quase todos os eletrodomésticos que pesquisamos, existem outras perdas de energia? Estas quantidades são maiores ou menores que o calor?

Mas o que faz com que eles se aqueçam? O que faz com que eles produzam movimentos? Afinal será que a nossa classificação levou em consideração o processo de transformação de energia, em sua forma última? Será que você acreditaria se alguém lhe contasse que possui um rádio que não usa pilha, bateria, ou não é ligado na tomada? Qual seria seu argumento neste caso?

Utilizando-se das informações, apresentadas nos eletrodomésticos, vamos construir uma tabela, ou ampliar a existente, identificando estes significados de acordo com as grandezas físicas envolvidas.

Dentre estas podemos identificar: tensão (ddp), corrente elétrica, potência e frequência. Em que unidades são medidas? E se o aparelho elétrico for importado? Quais aparelhos registram maior potência? O que isto significa? Porque a maioria deles,

admite valores médios (constantes) de tensão?

## ANEXO 1 - ASPECTOS GERAIS ACERCA DOS APARELHOS ELÉTRICOS (texto do GREF, eletricidade - texto n1 p.12-3)

1 - é mais simples investigar o funcionamento dos aparelhos elétricos do tipo resistivos. Consistem de um pedaço de fio denominado **RESISTOR** (comumente chamado de resistência), geralmente enrolado em forma de espiral, cujas extremidades são ligadas à tomada através de dois fios revestidos por uma capa de plástico. Quando ligado à tomada, o fio em espiral se aquece transformando a energia elétrica que recebeu, em energia térmica (calor) - com a elevação da temperatura, começa a ocorrer transferência de calor para a parte externa do aparelho e para o ambiente, de modo que o seu funcionamento é assegurado sem fundir o resistor. A quantidade de energia que ele está consumindo por segundo é dada pela potência do aparelho. O relógio de luz, existente em todas as residências, mede o consumo de energia em quilo-watt-hora (KWh). Podemos observar através do disco que gira, que quanto maior a potência dos aparelhos, maior o número de voltas que o disco completa, num mesmo intervalo de tempo.

2 - Nos aparelhos elétricos denominados de **MOTORES**, a energia é transformada em energia mecânica. Tal transformação deve-se à interação da corrente elétrica (nos fios condutores) com o campo magnético (produzido por um ímã ou eletroímã), resultando numa força que fará girar o eixo do motor. Eles são constituídos de duas partes principais, uma parte fixa chamada **ESTATOR** e uma parte girante chamada **ROTOR**.

Os motores são classificados pelo tipo de corrente que os alimentam:

- **MOTORES DE CORRENTE CONTINUA (CC)** - são aqueles alimentados por pilha ou bateria. Neles a corrente é constante em valor e sentido.

- **MOTORES DE CORRENTE ALTERNADA (CA OU AC)** - aqueles que são ligados à tomada. Neles a corrente alterna o seu valor e o sentido. os motores que encontramos em nossa residência alternam o valor e o sentido da corrente 60 vezes por segundo (60 Hz). Em



geral eles são constituídos para funcionar na faixa de 50 a 60 Hz.

3 - Para termos uma idéia geral do funcionamento dos aparelhos que transmitem sem fio, faremos uma divisão em duas partes:

- TRANSMISSÃO
- RECEPÇÃO

A TRANSMISSÃO é a parte da comunicação realizada pela estação e constitui-se de:

- 1 - produção de som pela voz humana, instrumentos musicais...
- 2 - captação de ondas sonoras pelo microfone.
- 3 - conversão, no microfone, das ondas sonoras em sinais elétricos.
- 4 - amplificação destes sinais e seu envio à antena transmissora da estação que as lançará no espaço.

A RECEPÇÃO é a parte da comunicação realizada pelos aparelhos que temos em casa, e constitui-se basicamente de:

- 1 - uma antena que capta os sinais de todas as estações emissoras ao mesmo tempo.
- 2 - um seletor no aparelho que escolherá uma das estações e portanto um dos sinais captados pela antena.
- 3 - um amplificador que amplifica o sinal escolhido.
- 4 - este sinal é convertido em som no alto-falante, em imagem na tela do tubo da televisão.

Cabe ressaltar que no telefone a transmissão, pelo menos nas chamadas locais, se dá através de fios. Ele é constituído de um microfone para a emissão, e de um alto-falante para a recepção.

---

#### 2.4.3 - TEXTO 03 E "ATIVIDADES TEÓRICO-EXPERIMENTAIS 01 E 02": GRANDEZAS FÍSICAS DA ELETRICIDADE "CONCRETA"

Trabalhando com o texto 02 notou-se, conforme foi descrito anteriormente, que nem todos os componentes do "grupo de trabalho" participaram suficientemente das atividades educacionais que se vivia naquele momento. A partir desta constatação, que foi discutida com os mesmos, resolveu-se alterar

a dinâmica das aulas, e conseqüentemente a forma dos "textos de estudos" elaborados.

Foram colocadas questões para serem discutidas pelo "grupo de trabalho" durante as aulas, no corpo dos "textos de estudos". Resolveu-se que o texto 03 viria acompanhado das questões. Questões estas que foram levantadas pelo "grupo de trabalho" em aulas anteriores, ou organizadas pelo professor de Física, com o intuito de cada vez mais "iluminar" o tema de estudo.

O texto 03 foi estudado simultaneamente com as "atividades teóricas-experimentais 01 e 02". Trabalhou-se, desde a primeira aula sobre equipamentos resistivos, de forma "concreta" com lâmpadas incandescentes que foram os "equipamentos geradores" desta unidade de estudo.

Discutindo-se com o "grupo de trabalho" sobre as "atividades teóricas-experimentais", resolveu-se que a elaboração dos guias seria uma componente do processo de avaliação. Este fato gerou expectativa no "grupo de trabalho" pois estavam acostumados apenas a confeccionar relatórios e a não participar das "atividades teórico-experimentais", as quais descreveriam, ilustrariam, vivenciariam, etc.

As aulas sobre esta temática foram desenvolvidas na sala de aula e laboratório, sem maiores critérios de utilização. As montagens experimentais utilizadas nesta etapa, eram transportadas sem maiores problemas, para os locais das aulas (fotos 01 e 02).

Nesta etapa discutiu-se bastante a importância da utilização de instrumentos de medição (voltímetro e amperímetro) para quantificar as grandezas físicas envolvidas na temática em "estudo".

Acredita-se que seja conveniente mencionar a importância do "grupo de trabalho" ter manuseado, desmontado, "olhado concretamente"... os "equipamentos geradores" que contextualizavam o "texto de estudo". Afinal, já os conheciam do dia a dia, mas nunca haviam pensado que podiam ser "estudados" ! Agora assim faziam, e isto foi indispensável num programa de "alfabetização técnica" !

## TEXTO 03 - RELAÇÕES ENTRE POTÊNCIA, TENSÃO, CORRENTE E RESISTÊNCIA ELÉTRICA

Você deve estar lembrado, que na oportunidade em que estávamos construindo a tabela que constava os diversos tipos de eletrodomésticos e os valores de algumas grandezas físicas (tensão, potência, corrente e frequência) especificados pelos respectivos fabricantes, foi questionado porque a maioria deles utilizavam os mesmos valores de tensão, e em contrapartida, diferentes valores de potência.

1 - Qual foi a sua resposta para esta questão?

Convém aqui resgatar que o conceito de potência está associado a "rapidez" com que se realiza determinado trabalho. Em outras palavras, a potência é definida pela razão entre o trabalho físico realizado e o intervalo de tempo gasto para realizá-lo.

2 - Qual é mesmo a unidade de Potência no sistema internacional (SI)? E em sistemas Técnicos?

3 - Escreva a equação que relaciona trabalho físico e o intervalo de tempo.

4 - Será que você já pensou, como se obtém diferentes valores de potência? Afinal, isto é tão importante? Por quê?

Você lembra que chegamos a conclusão que as lâmpadas incandescentes são os aparelhos elétricos mais utilizados, e que seu funcionamento parecia ser bastante simples, assim como sua construção, ainda não otimizada (e que apesar de tudo isto, nosso país não as produz, dependendo exclusivamente de multinacionais que atuam neste setor).

---

ALGUMAS INFORMAÇÕES SOBRE LÂMPADAS INCANDESCENTES (GREF, eletricidade, texto 02, p14)

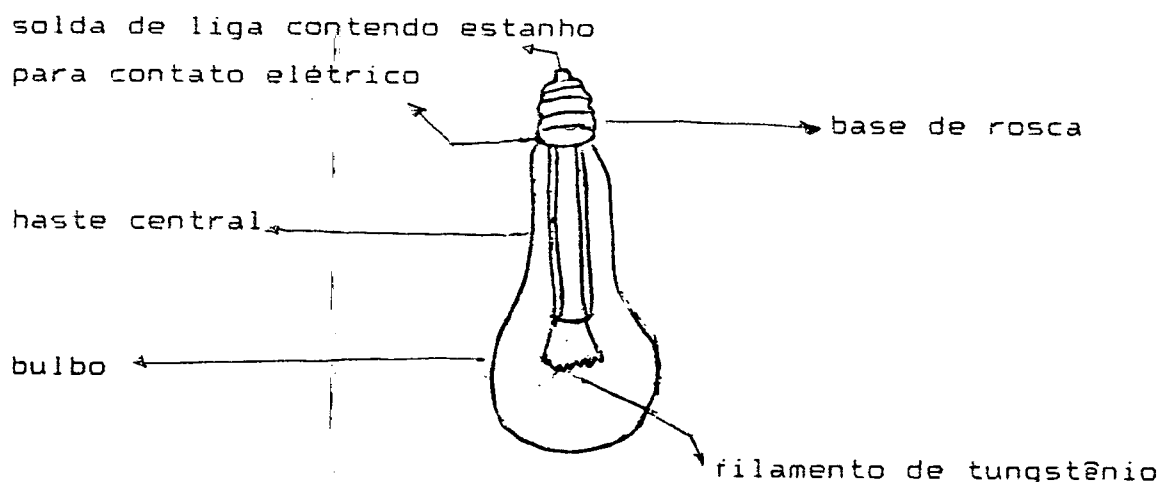
Os filamentos das lâmpadas incandescentes são construídos de metal tungstênio que possui alto ponto de fusão: 3370 graus Celsius.

Os pontos de contato como o bocal (ou soquete) são feitos com pingos de liga contendo estanho.

A emissão de luz está associada à temperatura atingida pelo filamento.

Veja os valores a seguir:

cores	temperatura (graus Celsius)
castanho	520 a 650
vermelho	650 a 1050
amarelo	1050 a 1250
branco	1250



5 - O que significa dizer que determinado material possui alto ponto de fusão?

6 - Uma pergunta de um colega nosso, na ocasião em que estávamos no laboratório: Por quê ao quebrarmos uma lâmpada incandescente, ela parece que explode?

Pois bem, vejamos o caso das lâmpadas incandescentes: comparando-se duas lâmpadas destas de potências diferentes, uma de 40 W e a outra de 100 W, ambas construídas para serem ligadas à tensão de 220 V, podemos verificar que o filamento desta última é mais grosso do que o da primeira.

7 - Você lembra que no laboratório, quando realizávamos a atividade experimental 01, observamos diferença nas espessuras dos filamentos das lâmpadas incandescentes e discutimos este assunto? Qual foi a conclusão que chegamos sobre a causa disto?

O filamento de ambas é de tungstênio, e quando ligadas à mesma tensão de 220 V, consomem potências bem diferentes. Mas como podemos verificar, que apresentam na prática potências diferentes?

8 - Será que observando o brilho produzido por elas, podemos concluir algo a respeito de suas potências?

Através deste exemplo, comparando as características de duas lâmpadas incandescentes, de potências diferentes, podemos estabelecer uma relação entre a potência e a espessura do filamento.

9 - Estabeleça a relação entre a espessura do filamento e a potência consumida.

10 - Mas o que isto representa, em termos práticos? Que papel tão importante tem a espessura do filamento neste caso? Será que isto influencia na passagem da corrente elétrica?

O fato é que quanto maior a espessura do filamento de uma lâmpada incandescente, maior é a corrente elétrica que pode passar por ele. Isto pode ser observado acoplando um medidor de corrente elétrica (amperímetro), ao circuito elétrico de uma lâmpada incandescente ligada à rede elétrica; à tomada (220 V).

Diante disto, podemos estabelecer também uma relação entre a potência consumida e a corrente elétrica que passa, de tal forma que quanto maior a potência consumida pelo aparelho, maior a corrente elétrica que ele necessita.

Resumindo, para o caso das lâmpadas incandescentes de potências diferentes, que funcionam com a mesma tensão:

**100 W - MAIOR POTENCIA - MAIOR ESPESSURA - MAIOR CORRENTE**

**40 W - MENOR POTENCIA - MENOR ESPESSURA - MENOR CORRENTE**

Você deve estar lembrado, que classificamos as lâmpadas incandescentes, como aparelhos elétricos resistivos, isto é, transformam majoritariamente a energia elétrica em energia térmica (calor). Pois bem, continuemos analisamos as relações entre estas grandezas físicas, tomando como exemplo agora o chuveiro elétrico.

11 - Este aparelho elétrico é resistivo? Por quê?

Certamente você já notou que os chuveiros elétricos, na sua grande maioria (pois já se encontram no comércio alguns modelos mais sofisticados), esquentam a água de duas maneiras: quente (inverno) e morna (verão).

Nos chuveiros elétricos as ligações **VERAO-INVERNO** implicam também em potências consumidas diferentes. Certamente você deve estar pensando que a posição inverno consome maior potência.

12 - Isto está correto? Por quê?

Observando uma resistência elétrica de um chuveiro elétrico, podemos notar que isto se deve a variação do comprimento desta, que é construída de uma liga de níquel e cromo.

A ligação inverno é feita usando-se um pedaço da resistência (fio metálico) e o verão com toda a sua extensão. Na ligação inverno a potência consumida é maior, resultando num aquecimento também maior.

Resumindo, podemos escrever as relações:

**INVERNO - MENOR COMPRIMENTO DO RESISTOR - MAIOR POTENCIA CONSUMIDA - MAIOR CORRENTE**

**VERAO - MAIOR COMPRIMENTO DO RESISTOR - MENOR POTENCIA CONSUMIDA - MENOR CORRENTE**

13 - Qual a conclusão que podemos chegar, se comparamos os dois resumos estabelecidos? Como varia a corrente elétrica que passa por um fio, quando este varia a espessura e o comprimento?

14 - é correto afirmar que a corrente elétrica  **aumenta**  com a espessura e  **diminui**  com o comprimento do fio?

15 - Se assim for, o que podemos afirmar sobre a corrente elétrica que passa nos fios finos e compridos? E nos fios grossos e curtos?

Desta forma, podemos afirmar que os fios finos e compridos **RESISTEM** mais a passagem de corrente elétrica do que os grossos e curtos. Esta é a propriedade conhecida por **RESISTENCIA ELÉTRICA**, que esta presente em todos os materiais, eos caracteriza eletricamente.

16 - Do que você acha que depende as resistências dos fios

condutores, por exemplo, utilizados nas instalações elétricas?

Você deve estar lembrado, que até agora todo o nosso estudo está sendo desenvolvido, apenas com os mesmos valores de tensão.

17 - O que aconteceria se ligássemos uma lâmpada de 110 V, na tomada de 220 V? E se um chuveiro de 220 V fosse ligado na tensão de 110 V?

Alguns aparelhos elétricos resistivos (como por exemplo: chuveiros, torneiras, luminárias, ferro-de-passar-roupa, etc...) consomem diferentes valores de potências, através de regulagem do tipo, inverno-verão, máximo-médio-mínimo, quente-morno.

18 - De que são constituídos os aparelhos elétricos resistivos, como é o caso dos chuveiros, por exemplo?

Nos chuveiros elétricos, na posição verão (ou mínimo) a potência consumida é menor, sendo a ligação feita utilizando-se toda o comprimento do resistor.

Em contrapartida, na posição inverno (ou máximo) a potência consumida é maior, utilizando-se apenas uma parte do comprimento do resistor.

Resumindo:

VERAO - MAIOR COMPRIMENTO - MAIOR RESISTENCIA ELÉTRICA - MENOR POTENCIA - MENOR CORRENTE  
INVERNO - MENOR COMPRIMENTO - MENOR RESISTENCIA ELÉTRICA - MAIOR POTENCIA - MAIOR CORRENTE

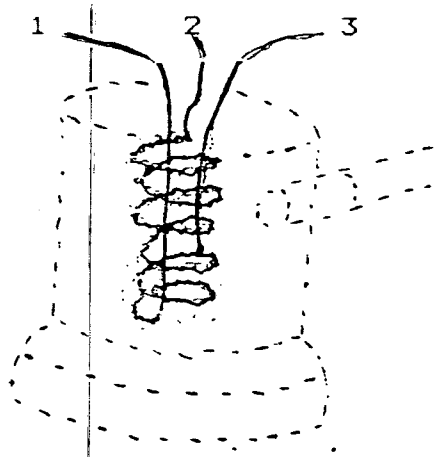
---

ALGUMAS INFORMAÇÕES SOBRE CHUVEIROS ELÉTRICOS (GREF, eletricidade, texto 02, p15)

Nos chuveiros elétricos existem dois circuitos, o hidráulico e o elétrico. A água pressiona os contatos elétricos através de um diafragma, fechando o circuito elétrico e conseqüentemente aquecendo a resistência.

As resistências dos chuveiros elétricos são feitas com uma liga de níquel e cromo, em geral com 60% de níquel e 40% de

chromo.



19 - Observando o esquema do chuveiro elétrico indique quais os pontos da resistência que devem ser ligados na tomada, se quisermos água morna (verão)? E água quente (inverno)?

NOME(S):

TURMA:

ATIVIDADE TEORICO-EXPERIMENTAL 01

TITULO: POTÊNCIA E CORRENTE ELÉTRICA NAS LAMPADAS INCANDESCENTES

**INTRODUÇÃO TEORICA:** As lâmpadas incandescentes são equipamentos elétricos resistivos, isto é, transformam majoritariamente energia elétrica em energia térmica (calor), apesar de não ter sido construída para este fim. Para colocá-la em funcionamento é necessário ligá-la a uma tomada, isto expô-la a uma ddp.

**MATERIAL:** Liste o material utilizado nesta experiência, especificando-o da melhor forma possível.

**ESQUEMA:** Faça um esquema (desenho, por exemplo) que represente da melhor forma possível a montagem elétrica.

**PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:** Descreva os passos, ou as etapas realizadas durante o experimento.



DADOS: POTENCIA (W) TENSÃO (V) CORRENTE (A)

LAMPADA 1

LAMPADA 2

1 - Compare os resultados da última coluna da tabela, com os valores de potência das lâmpadas fornecidos pelo fabricante.

ANALISE: 1 - Se a tensão utilizada para o funcionamento das lâmpadas incandescentes fosse menor, 110 V, por exemplo, o brilho emitido seria o mesmo? 2 - Se a lâmpada de 100 W, ficasse acesa por 1 hora, qual seria a energia "gasta" em KWh? 3 - Por que você acha que as lâmpadas incandescentes de 25W, são mais usadas em geladeiras, e as de 100 W não? 4 - Se o filamento de uma lâmpada estiver rompido ela "funciona"? Por que? Como afirmar isto?

CONCLUSÃO: Qual a relação entre potência consumida e a corrente que passa pelo filamento, nas lâmpadas incandescentes submetidas à mesma tensão?

---

\* Utilizou-se fiação elétrica residencial, lâmpadas incandescentes de 60 W e 100 W, voltímetro e amperímetro, para se operacionalizar o conceito de potência consumida e corrente elétrica.

---

NOME(S):

TURMA:

ATIVIDADE TEORICO-EXPERIMENTAL 02

TITULO: Variação no comprimento da resistência nos chuveiros elétricos

INTRODUÇÃO TEORICA: Os chuveiros elétricos são aparelhos elétricos resistivos, que variam a potência consumida, devido a uma variação no comprimento da resistência, que consequentemente

aquece a água de duas maneiras.

MATERIAL: Liste o material utilizado nesta atividade experimental, da melhor forma que você puder.

ESQUEMA: Faça esquemas, de tal forma que represente as duas posições inverno-verão, atentando para o comprimento da resistência e os valores de corrente, indicados pelo amperímetro.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL: Descreva os passos, ou as etapas, realizadas durante a atividade experimental.

DADOS:            Posição            Tensão (V)            Potência (W)            Corrente (A)

                  verão

                  inverno

- 1 - Calcule a potência do chuveiro para as duas situações (inverno e verão) a partir dos dados experimentais, de tensão e de corrente e compare com os valores fornecidos pelos fabricantes.
- 2 - Calcule a corrente prevista pelo fabricante, para as duas situações (inverno e verão).

ANALISE: 1 - Nas residências os circuitos dos chuveiros elétricos são separados dos demais. Justifique este procedimento.

2 - Se um disjuntor de 30 A fosse "desarmado" durante um banho quente (inverno), qual deveria ser o valor da tensão neste caso?

3 - Qual o consumo mensal estimado em KWh, de uma pessoa que se banha com água quente (inverno) por 10 minutos, diariamente, com um chuveiro igual ao utilizado nesta atividade experimental?

4 - Qual deve ser o motivo da instalação de chuveiros à gas nos grandes edifícios das metrópoles brasileiras?

CONCLUSÃO: Qual a relação entre o comprimento do resistor, potência e corrente, para uma mesma tensão?

-----  
\* Utilizou-se fiação elétrica residencial, chuveiro elétrico, voltímetro, amperímetro e um recipiente com água (usou-se a pia

do laboratório). Desmontou-se o chuveiro para trabalhar com os resistores elétricos (verão e inverno) do mesmo, já que a água não o atravessava porque estava armazenada. O objetivo foi operacionalizar os conceitos de resistência, potência consumida e corrente elétrica, assim como as relações entre estas grandezas físicas.

---

#### 2.4.4 - TEXTO 04 E "ATIVIDADE TEÓRICO-EXPERIMENTAL 03": GRANDEZAS FÍSICAS E SUAS RELAÇÕES (INCLUSIVE COM A "ELETRICIDADE CONCRETA")

O texto 04 foi organizado tendo como pressuposto a continuidade das atividades educacionais desenvolvidas com os materiais didáticos da seção 2.4.3. De fato tudo ocorreu como foi planejado, isto é, o "grupo de trabalho" interagiu com os materiais didáticos elaborados, sem haver uma preocupação excessiva com a sequência didática dos conteúdos de ensino.

No texto 04, por exemplo, faz-se menção as "atividades teóricas-experimentais 01 e 02", sendo utilizado simultaneamente com a "atividade teórico-experimental 03". Com isto pretendeu-se ao mesmo tempo integrar as atividades educacionais e utilizar o maior número possível de materiais didáticos para a mesma temática.

Na "atividade teórico-experimental 03" utilizou-se um resistor de carvão com valor nominal de 100 ohms, numa faixa de tensão onde é ôhmico. Em contrapartida, levou-se na mesma noite um aparelho elétrico inseticida, que possui um resistor ôhmico que dissipa calor quando ligado à rede de 220 Volt. Discutiu-se também a importância dos resistores ôhmicos na construção de equipamentos eletrônicos, classificados pelo "grupo de trabalho" como "aparelhos de som e áudio".

Sabendo-se que a apresentação gráfica dos resultados de medição é fundamental nas ciências naturais, e conseqüentemente é indispensável saber interpretá-los, organizou-se a "atividade teórico-experimental 03", de tal forma que os alunos-trabalhadores durante a elaboração do respectivo "guia teórico-

experimental", da respectiva atividade, construísem e interpretassem gráficos, com as grandezas físicas envolvidas.

---

#### TEXTO 04 - RESISTENCIA ELÉTRICA, TENSÃO, CORRENTE E POTENCIA

Na atividade teórico-experimental 01, trabalhamos com lâmpadas incandescentes de potências diferentes (40 W e 100 W), ligadas à mesma tensão (220 V). Muito importante foi nossa conclusão sobre a relação entre a espessura do filamento das lâmpadas incandescentes e a intensidade de corrente que pode passar.

1 - Você lembra desta relação? Reescreva-a abaixo da melhor forma possível!

Quando falamos em espessura de um fio (como no caso dos filamentos das lâmpadas incandescentes), estamos nos referindo à área do corte transversal deste. Em outras palavras, aumentar a espessura de um fio, significa aumentar a área de seu corte transversal.

2 - Você usaria um fio mais grosso ou mais fino, se o valor da corrente elétrica aumentasse?

Para uma mesma tensão, interpretamos o aumento de corrente elétrica como consequência da diminuição da resistência elétrica. Por outro lado, uma diminuição no valor da corrente elétrica, indica que houve um aumento no valor da resistência elétrica.

Porém, já foi dito no texto 03, que a resistência elétrica é uma propriedade que todos os materiais apresentam. Portanto, depende de suas características geométricas, isto é, sua espessura (área do corte transversal) e do comprimento (extensão).

Assim a resistência elétrica é inversamente proporcional à área do corte transversal do fio. Ou seja:

**RESISTENCIA ELÉTRICA proporcional 1/ AREA DO CORTE TRANSVERSAL**

3 - Como variaria a resistência elétrica de um filamento de uma lâmpada incandescente, se o seu comprimento fosse mantido

constante, mas sua área do corte transversal (espessura) diminuisse um terço?

Na atividade teórico-experimental 02, quando trabalhamos com o chuveiro elétrico, especificamente com a resistência deste, observamos alguns fatos quando usamos a posição verão ou a inverno.

4 - Reescreva a relação entre as posições inverno e verão, variação no comprimento da resistência (filamento ou fio), variação na corrente elétrica que pode passar e a potência que pode ser consumida.

Para uma mesma tensão (220 V, por exemplo), interpretamos a diminuição de corrente elétrica como consequência do aumento da resistência elétrica. Por outro lado, o aumento da corrente elétrica é consequência da diminuição da resistência elétrica.

5 - No caso do chuveiro, qual a posição (verão ou inverno) que apresenta maior resistência elétrica? Por que?

Em outras palavras, a resistência elétrica é diretamente proporcional ao comprimento do fio (resistor ou filamento). Ou seja:

**RESISTENCIA ELÉTRICA proporcional COMPRIMENTO DO FIO**

6 - Levando em consideração o comprimento e a área do corte transversal do fio, como varia a resistência elétrica?

7 - No caso dos chuveiros elétricos é feita uma variação no comprimento do fio (resistor)? Por que? E no caso das lâmpadas incandescentes?

Até aqui, não levamos em consideração o tipo de material que constitui o resistor. Este fator influencia diretamente na variação da resistência elétrica, que conforme já discutimos, é uma propriedade de cada material. Denominamos este fator de resistência específica do material, que também é conhecida por resistividade.

Agora podemos escrever a equação da resistência elétrica:

**RESISTENCIA ELÉTRICA = (RESISITIVDADE X COMPRIMENTO DO FIO)/AREA DO CORTE TRANSVERSAL DO FIO**

Usando a notação física, temos:

$$R = (r \cdot l) / A$$

8 - Identifique cada termo da equação acima e sua respectiva unidade no SI.

A unidade fundamental de resistência elétrica no SI é o OHM, sendo simbolizado pela letra grega ômega. Também é muito utilizado nos circuitos eletrônicos (rádio, tv, microcomputadores, por exemplo) resistores na faixa de quiloohms.

9 - Qual a relação entre quiloohm e ohm?

Agora que já discutimos como a resistência varia, responda:

10 - Como é que podemos determinar a resistência elétrica de um fio de cobre 10 AWG de 10 m, cuja resistividade vale 0,000000017 ohm.m? (AWG é uma sistema americano de medida de bitola, isto é, espessura de fio e para o caso do fio 10 AWG o diâmetro do fio é 2,59 mm)

De um modo mais geral a resistência elétrica pode ser também determinada através da razão entre tensão (diferença de potencial) e a corrente elétrica que pode passar pelo material, isto é:

**RESISTENCIA ELÉTRICA = TENSÃO / CORRENTE ELÉTRICA**

Na notação física:  $R = V/i$

11 - Identifique os termos da equação acima e as respectivas unidades no SI.

12 - Os resistores que utilizamos nas atividades experimentais 01 e 02, esquentavam com a passagem de corrente elétrica? Foram construídos para isto?

A tensão varia, praticamente, proporcionalmente com o valor da corrente elétrica que passa, para certos materiais, numa determinada faixa de variação de temperatura.

13 - O que significa dizer o que foi dito no parágrafo anterior?

14 - Quais as unidades de tensão e corrente, respectivamente utilizadas, no SI?

Quando a relação  $V = R \cdot i$  "funciona", isto é, a resistência elétrica se mantém aproximadamente constante, é conhecida como a

## Lei de Ohm.

15 - Como podemos comprovar, na prática, esta Lei de Ohm? Qual a sua importância para a construção de equipamentos elétricos, por exemplo ?

Na atividade experimental 02, calculou-se a potência consumida por uma lâmpada incandescente, multiplicando-se os valores de tensão (fornecido pela Celesc) e corrente que passava pelo filamento desta. Em outras palavras:

$$\text{POTENCIA} = \text{TENSAO} \times \text{CORRENTE} \quad P = V.i$$

16 - Qual é mesmo a unidade de potência no SI? A Celesc mede potência consumida nesta unidade? Por que?

17 - Usando as equações  $V = R.i$  e  $P = V.i$ , escreva uma equação que relacione potência com resistência elétrica e corrente elétrica.

Esta equação, que certamente você obteve é conhecida como Lei de Lenz-Joule. Ela nos permite calcular as perdas, que somados à potência consumida, representam a potência total que está sendo consumida.

Vamos continuar falando de resistência elétrica, e para isto é preciso lembrar do que foi dito sobre resistividade.

18 - O que você entende por resistividade?

Um fato experimental observado, é que na maioria dos materiais a resistividade aumenta com o aumento de temperatura. Esta dependência entre resistividade e a variação de temperatura é dada pela seguinte expressão:

$$r_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

19 - Identifique cada termo da equação anterior, assim como suas respectivas unidades no SI!

É importante saber que  $\alpha$  e  $r_0$ , são tabelados para diversos materiais à temperatura de 20 graus Celsius.

20 - Diante do exposto, você acha que o filamento de uma lâmpada incandescente apresenta a mesma resistência, quando está desligada ou emitindo luz?

Vamos analisar a seguir algumas situações reais, envolvendo aparelhos elétricos e instalações elétricas residenciais.

21 - Qual a resistência elétrica de uma lâmpada incandescente de (40 W - 110 V) quando estiver desligada, num ambiente à temperatura de 20 graus Celsius? (espessura do filamento é igual a 0,036 mm, seu filamento é 50 cm e  $r_0 = 0,056 \text{ ohm.m}$ )

22 - Quando ligamos essa lâmpada na tensão de 110 V, seu filamento se aquece? Sua resistência aumenta ou diminui? Por que?

23 - Calcule o novo valor da resistência elétrica?

24 - É possível calcular a temperatura que funciona o filamento desta lâmpada incandescente?

#### PROBLEMAS

1 - O resistor de um chuveiro elétrico, tem a inscrição (220 V - 2800 W - 3800 W). Esse resistor é constituído de um fio de liga níquel-cromo de 0,6 mm de diâmetro e 4 m de comprimento, enrolado em espiral, com três pontos de contato elétrico.

a - Faça um esquema, mostrando como o resistor está ligado nas posições verão e inverno.

b - Qual a resistência elétrica do referido chuveiro, com a chave na posição verão, porém desligada.

c - Com o chuveiro ligado a resistência aumenta ou diminui? Qual o valor da resistência neste caso?

d - Qual a temperatura final que a resistência admite, supondo que a temperatura ambiente seja da ordem de 30 graus Celsius?

e - Sabendo-se que a ligação inverno é feita usando apenas 2,8 m do comprimento do resistor, efetue os cálculos realizados nos itens "b", "c" e "d", para este caso.

2 - Numa rede de 220 V é ligado um chuveiro com a inscrição 220 V - 2800/4400 W. Do relógio de luz até o chuveiro são utilizados dois pedaços de fio de cobre 12 AWG (fase e neutro) de 20 m cada, totalizando 40 m de fio.

a - Faça um esquema mostrando o circuito elétrico.

b - Quais os valores de corrente que atravessam o fio nas posições verão e inverno.

c - Segundo os fabricantes de fios, a corrente máxima admissível



pelo fio 12 AWG, em aberto é 25 A e em conduites é 20 A. Por que esta diferença nos valores das correntes? Qual o valor do fusível (ou disjuntor) que deve ser utilizado para proteger a instalação elétrica?

d - Qual a resistência elétrica desses 40 m de fio de cobre 12 AWG ( a temperatura de 20 graus Celsius), cujo diâmetro (segundo o fabricante) é 2,05 mm? ( $r_c = 0,000000017 \text{ ohm.m}$ )

e - Se a escolha do fio for inconveniente esta resistência varia? Por que?

f - Quando o chuveiro estiver ligado, nas posições verão e inverno, quais os valores de potências dissipadas na fiação? Estes valores são utilizados? Nós pagamos por isto?

g - Calcule o "consumo" mensal de um banho de 15 min, nesse chuveiro com a chave na posição inverno.

---

NOME(S):

TURMA:

### ATIVIDADE TEORICO-EXPERIMENTAL 03

TITULO: Quando a resistência elétrica se mantém constante?

INTRODUÇÃO TEORICA: Escreva algo a respeito de resistência elétrica.

MATERIAL: Liste o material utilizado nesta atividade experimental.

ESQUEMA: Que tal fazer os esquemas de acordo com as normas técnicas?

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL: Descreva os passos, ou as etapas, realizadas durante a atividade experimental.

DADOS:      TENSÃO (V)      CORRENTE (A)

- 1 - Com os dados obtidos experimentalmente construa um gráfico de corrente (A) versus tensão (V) em papel milimetrado.
- 2 - Escolha dois pontos (A e B, por exemplo) sobre o gráfico e calcule o valor da resistência elétrica utilizada nesta experiência.
- 3 - Compare este valor da resistência elétrica calculado, através dos dados obtidos experimentalmente, com o valor fornecido pelo fabricante.

#### ANALISE:

- 1 - Qual a forma do gráfico obtido para estes valores de tensão e corrente? O que isto significa? Mudaria a forma deste se utilizássemos outros valores de tensão e corrente? O que isto significa?
- 2 - Se construíssemos um gráfico  $i \times V$ , para uma lâmpada incandescente emitindo brilho, qual deveria ser sua forma?
- 3 - Qual a importância de um resistor ser ôhmico, para o caso de um eletrodoméstico classificado como "comunicador" (um aparelho de som, por exemplo)?
- 4 - Se um chuveiro elétrico, projetado para funcionar numa tensão de 220 V, deve consumir na posição do inverno 5000 W, qual deve ser a corrente elétrica que deve passar? Qual seria o valor da resistência elétrica, neste caso? E se fosse ligado em 110 V, qual o valor da corrente elétrica que deve passar? Qual deve ser o valor da potência consumida? Compare estes valores de potência. Por que não variastes a resistência elétrica, durante todo o procedimento?

**CONCLUSÃO:** Escreva tudo o que sabe sobre a propriedade elétrica dos materiais (resistência elétrica) e a construção de equipamentos elétricos.

---

\* Utilizou-se um resistor ôhmico de 100 ohms (retirado de um equipamento de áudio), uma fonte de tensão variável de 0 - 12 V, voltímetro e miliamperímetro. Além disto, trabalhou-se com um

vaporizador elétrico inseticida (foto 09) com diversas tensões, inclusive 220 V, operacionalizando-se o efeito Joule e a Lei de Ohm.

---

#### 2.4.5 - TEXTO 05 E "ATIVIDADE TEÓRICO-EXPERIMENTAL 04": OS CIRCUITOS ELÉTRICOS "CONCRETOS" DAS RESIDÊNCIAS

Com o intuito de "estudar" os circuitos elétricos de forma "concreta", utilizando todo o espectro conceitual da Física discutido até o momento, foi elaborado o texto 05 e a "atividade teórico-experimental 04". Nesta altura dos acontecimentos a discussão girava em torno dos equipamentos elétricos resistivos, e o propósito era deslocar o eixo central do processo educacional para a instalação destes, junto à rede de distribuição de energia elétrica.

Nesta etapa, além dos "equipamentos geradores", que foram usados cotidianamente nas aulas, utilizou-se também componentes básicos dos circuitos elétricos tais como: interruptores de lâmpadas incandescentes, tomadas-plug, diafragma de chuveiro elétrico, fusíveis, etc. O que ocorreu na prática, foi a expansão e integração dos "estudos" com os "equipamentos geradores" do tema de estudo ("consumo" de energia elétrica), isto é, as lâmpadas incandescentes, chuveiro elétrico e agora, circuito elétrico residencial.

O atrelamento dos conteúdos de ensino com a vida dos elementos do "grupo de trabalho", também aqui foi mantido: o quadro de distribuição da "caixa de luz" apresentado no texto 05 ilustra "concretamente" a residência dos mesmos. Embora este detalhe esteja explicitado no material didático, trabalhou-se em sala de aula para que os componentes do "grupo de trabalho" esquematizassem o quadro de distribuição de suas residências, para verificarem a utilidade destes conteúdos de ensino para suas vidas.

Outro aspecto importante que necessita ser ressaltado, é que a produção dinâmica dos materiais didáticos, isto é, a simultaneidade desta com o desenvolvimento das atividades

educacionais em sala de aula, permitiu que ocorressem redirecionamentos e resgates de questões fundamentais, mal esclarecidas/discutidas. A questão 25, por exemplo, localizada no texto 05, resgata a questão 02 do texto 04, que na opinião do "grupo de trabalho" gerou diversas interpretações. É claro que para resgatá-la houve um redirecionamento na forma de "estudar" os circuitos elétricos, a tal ponto que permitisse que a temática anterior voltasse à tona, e fosse "reestudada" (este fato pode ser constatado no texto 05).

Durante o desenvolvimento das atividades educacionais suportadas pelo texto 05, foi realizada a "atividade teórico-experimental 04" que se prolongou por duas semanas, isto é, dez horas-aula. Esta "atividade teórico-experimental" utilizou um protótipo de um circuito elétrico residencial "concreto", que foi planejado e construído pelo "grupo de trabalho". O protótipo representou "concretamente" um circuito elétrico monofásico, de uma residência com paredes de alvenaria, com forro de madeira, parametrizada pela realidade dos componentes do "grupo de trabalho" (foto 04).

Instalou-se no protótipo lâmpadas incandescentes em série e em paralelo, secador de cabelos, ferro elétrico de passar roupa e a chuveiro elétrico, com uma rede independente. O medidor de energia elétrica utilizado foi cedido pela CELESC, o que permitiu que fosse medido o "consumo" de energia elétrica "concretamente".

Cabe destacar que, neste momento a interação dialógica, entre os elementos do "grupo de trabalho" foi intensa. Teve-se a presença, numa das aulas, de um eletricitista, o que enriqueceu bastante o processo educacional. Acredita-se que uma componente fundamental para o estabelecimento da dialogicidade foi o fato dos "equipamentos geradores" e outros objetos como chave-teste, medidor de energia elétrica, etc... serem passíveis de manuseio durante o "estudo" da temática correlata.

---

#### TEXTO 05 - A INSTALAÇÃO (ELÉTRICA) DOS APARELHOS ELÉTRICOS

Até o texto 04, estivemos estudando os aparelhos elétricos

resistivos, atendo-se apenas à sua estrutura interna, isto é, da sua composição elétrica, que o faz funcionar. Contudo, não discutimos onde estes são instalados. Este é o próximo passo: a instalação elétrica.

1 - Basicamente, de que é composto um aparelho elétrico resistivo?

Um elemento essencial que está presente em todos os aparelhos elétricos é o interruptor. Embora possua as mais variadas formas, sua função é abrir e fechar o circuito. A corrente nos aparelhos elétricos pode ser interrompida pelo botão liga-desliga ou pela ligação tomada-plug.

2 - Num televisor existem interruptores? Quantos? De quais tipos? Faça um esquema explicativo.

Nos chuveiros elétricos e nas torneiras elétricas, a pressão da água sobre um diafragma "fecha" os contatos elétricos, permitindo a passagem da corrente elétrica.

3 - O que é um diafragma? Qual a sua função no chuveiro elétrico?

4 - O que significa "fechar" um circuito elétrico? E "abrir"?

A dilatação dos sólidos e líquidos, pode ser usada para ligar e desligar contatos elétricos. Os chamados relês de partida e os termostatos têm este princípio de funcionamento.

5 - O que é um disjuntor elétrico? Qual o seu princípio de funcionamento?

6 - As geladeiras que possuímos em nossas residências ligam e desligam o motor "automaticamente", conforme você já deve ter observado. Como isto deve funcionar? Usando um "temporizador", também conhecido como "timer", o problema seria solucionado? Por quê?

No interruptor para lâmpada, há uma particularidade que vale destacar: o fio chega até a "caixinha", é cortado, e as duas extremidades do fio são conectados em cada um dos contatos do interruptor. A interrupção é feita pelo interruptor num único fio. Na ligação de uma lâmpada na rede de 220 V, o fio fase é interrompido pelo interruptor e daí segue até a mesma. Um outro fio é ligado diretamente da lâmpada ao fio neutro.

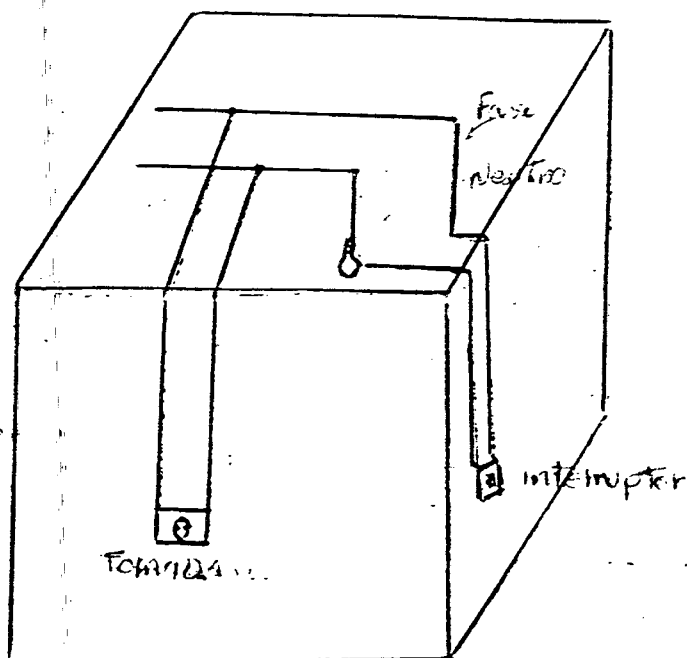
7 - Por que é interrompido o fio fase na instalação de uma lâmpada?

8 - Como identificar o fio fase do fio neutro? Qual a diferença básica entre eles?

Diferente é o caso da tomada onde chegam até a "caixinha" dois fios. Quando um deles é fio força ou fase, e o outro é o fio neutro, a tensão elétrica ou a diferença de potencial entre eles é 220 V, no caso específico da nossa cidade. Os dois fios, nesta situação são conectados a uma tomada-plug, do tipo fêmea, onde é ligado a tomada-plug, do tipo macho ( ou pino, ou flecha) que faz parte do aparelho elétrico.

9 - Se a tomada-plug da parede de uma casa, não estiver conectada a nenhum equipamento elétrico, há "consumo" de energia elétrica? Por quê?

O desenho abaixo ilustra de forma tridimensional parte da instalação elétrica de uma residência.



10 - Faça um esquema, de acordo com a ABNT, para a mesma instalação elétrica.

11- Como ficaria o esquema se a instalação elétrica acima possuísse uma luminária instalada na tomada-plug?

As instalações elétricas das construções civis, apresentam alguns aspectos importantes, da mesma forma como os aparelhos

elétricos nela instalados.

Existem materiais por onde passa a corrente elétrica (os condutores), e os materiais protetores deste, onde a corrente não circula (os isolantes).

Os materiais condutores mais utilizados são:

fio de cobre: nos motores, nas instalações;

latão (liga de cobre e zinco): nos soquetes, tomadas, interruptores, plugs;

estanho: pontos de contato nas lâmpadas;

tungstênio: no filamento das lâmpadas;

liga de níquel-cromo: nas resistências dos chuveiros, das torneiras elétricas, aquecedores;

alumínio: nas antenas.

12 - O que é um mau contato? O que o provoca? O que significa isto, tecnicamente falando?

Os materiais isolantes mais utilizados são:

plásticos: na capa dos fios, nos botões, envólucro dos aparelhos, tomadas, plugs, interruptores;

baquelite (resina sintética): nos interruptores, tomadas, soquetes;

mica: na lâmpada;

porcelana: nos fusíveis, soquetes, chaves de caixa de luz;

vidro: envólucro de lâmpada, no fusível de cartucho;

verniz: capa de fio nos motores e eletrodomésticos.

13. - As tomadas-plugs (tanto a macho quanto a fêmea) são confeccionadas de materiais isolantes e condutores. Qual a razão disto? Faça um esquema explicativo!

14 - Por que será que nos enrolamentos dos motores elétricos é usado verniz para o isolamento e nas resistências de chuveiros, por exemplo, não é?

Outra característica importante das instalações elétricas são os contatos elétricos. Apresentam-se sempre aos pares e separados entre si por algum material isolante.

tomadas: duas entradas;

plugs: dois pinos;

soquetes: dois contatos, um deles é a própria rosca e o outro é uma pequena chapa presa ao fundo;

**lâmpada:** dois pontos, um deles é um ponto de estanho ( ou liga contendo estanho) na rosca e o outro é um ponto deste material localizado na base;

**fusível:** dois contatos, um deles é a própria rosca e o outro um ponto de estanho (ou liga de estanho) localizado na base, ou nas duas extremidades quando é de cartucho;

**nas chaves da caixa de luz:** dois contatos do tipo faca.

15 - Você conhece fusível cartucho? Faça um desenho explicativo!

16 - Qual a função dos fusíveis? São todos consumíveis? Dê exemplos e contra-exemplos!

17 - Onde devemos segurar uma lâmpada incandescente, durante uma substituição? E se o soquete girar junto? O que fazer?

A instalação elétrica de uma residência começa na caixa de luz, ou quadro de distribuição externo. ai podem ser encontradas chaves tipo facas (com fusíveis de cartucho ou rosca) ou disjuntores.

A instalação elétrica de uma casa pode ser monofásica, bifásica e trifásica, dependendo da potência consumida. Em todos os tipos, sempre deve ser instalada uma chave geral, que serve como interruptor de toda a instalação elétrica. A partir desta chave, podem ser feitas as distribuições que sairão em direção ao forro da residência!

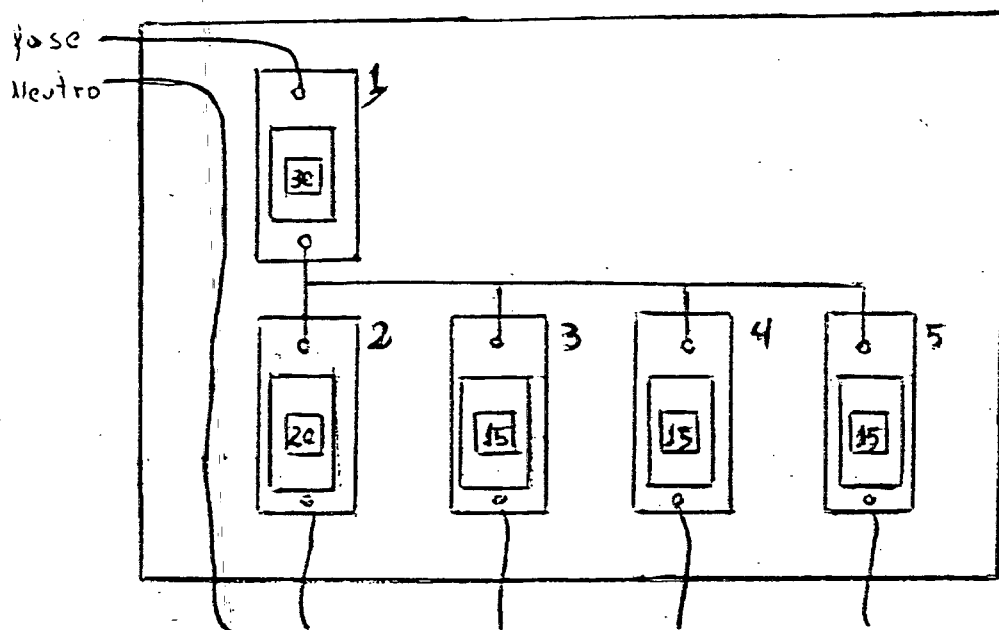
18 - O que significa uma instalação ser trifásica? Pode existir uma instalação "afásica", isto é, sem fase? Por quê? E sem fio neutro? Explique?

Como na maioria das residências, a instalação é monofásica, isto é, utiliza apenas um fio fase e um fio neutro, passaremos a seguir a descrevê-la mais detalhadamente.

Na chave de luz, chegam dois fios do poste, uma fase e um neutro. Neste caso, os dois fios que chegam do poste, passam pela chave geral que protege toda a instalação elétrica. Desta chave podem ser feitas diversas distribuições, de acordo com a necessidade da casa.



A figura abaixo ilustra um quadro de distribuição da caixa de luz de uma residência, cuja instalação é monofásica.



- 1 - chave geral
- 2 - chave do chuveiro
- 3 - chave da iluminação
- 4 - chave das tomadas
- 5 - chave da torneira elétrica

19 - Por quê o disjuntor do chuveiro elétrico é de maior amperagem?

20 - Por quê é desnecessário proteger o fio neutro da instalação elétrica?

21 - O que poderia acontecer se sua instalação elétrica ficasse sem neutro? Alteraria o funcionamento de aparelhos elétricos não aterrados? Provocaria algum dano se uma pessoa tocasse neste aparelho, nesta condições?

A vantagem de se fazer distribuições nos circuitos elétricos, é evitar sobrecarregar a rede utilizada na instalação. Isto porque, apenas com uma rede (ou circuito) a corrente

elétrica necessária para fazer funcionar os aparelhos, circulará pelo mesmo fio.

Quando ligados ao mesmo tempo, a corrente que passa por estes fios da instalação será maior, aumentando a potência dissipada. Tal potência corresponde à transformação de energia elétrica em térmica, resultando num aquecimento dos fios, podendo inclusive iniciar um incêndio (uma característica dos fios aquecidos é o endurecimento da sua capa de plástico, tornando-a quebradiça e condutora de corrente elétrica).

A possível sobrecarga também está relacionada com a espessura dos fios utilizados na instalação. Ao entrar em funcionamento, o aparelho elétrico necessita de uma certa corrente elétrica que chegará até ele percorrendo os fios da instalação. Como a corrente é determinada pelo aparelho, a espessura dos fios têm um papel importante, pois se estes forem finos, a sua resistência elétrica será maior, aumentando dessa forma a potência dissipada.

Resumindo, o que foi dito, podemos escrever:

#### PARA UMA CERTA CORRENTE ELÉTRICA

FIOS FINOS - MAIOR RESISTENCIA - MAIOR POTENCIA DISSIPADA

FIOS GROSSOS - MENOR RESISTENCIA - MENOR POTENCIA DISSIPADA

22 - Precisamos instalar um chuveiro elétrico de 5000 W na rede de 220 V, no décimo andar de um edifício de apartamentos. A chave geral está a aproximadamente 50 m do banheiro do apartamento.

a) Qual a corrente que passa pela fiação nesta situação?

b) Qual o fio que deveremos utilizar?

c) Qual a potência dissipada no fio nesta situação?

Para efeito do relógio medidor, esta potência dissipada nos fios representa energia "consumida", e portanto custo a pagar, embora não fosse utilizada no funcionamento dos aparelhos propriamente dito.

23 - Qual o custo mensal (suponha banhos diários de 15 min) das "perdas", devido à potência dissipada nos fios, sabendo-se que 1 kWh custa aproximadamente NCz\$ 0,05?

24 - Em relação à potência do chuveiro elétrico, qual é o

percentual da potência dissipada nos fios?

Uma distribuição adequada na rede elétrica, isto é, o desmembramento da instalação em circuitos menores, além de não permitir sobrecarga numa das redes, permite ainda a utilização de fios mais finos, diminuindo os custos da instalação.

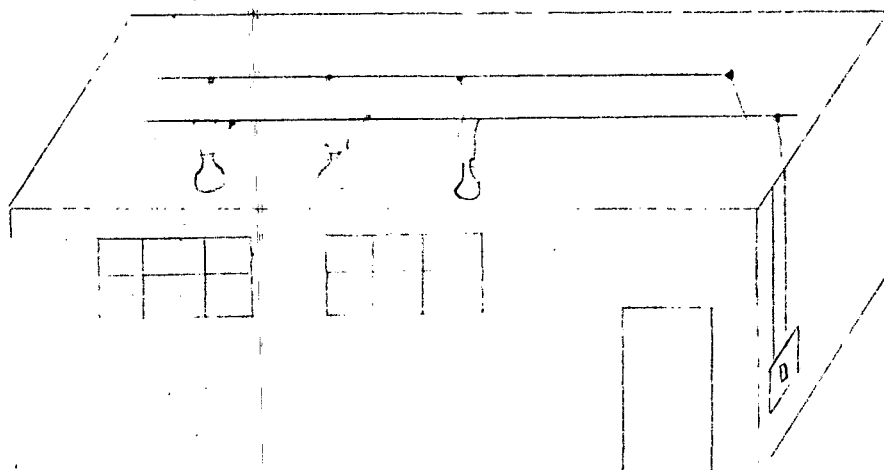
25 - Que tal respondermos agora (e tenho a certeza que somos capazes) a questão número dois do texto 04. Você lembra dela? Era assim: Você usaria um fio mais grosso ou mais fino, se o valor da corrente elétrica aumentasse?

26 - Faça o desenho e o esquema, de um quadro de distribuição, de uma instalação trifásica, onde estão instalados dois chuveiros elétricos, um ar condicionado. Que bitola de fio usarias na instalação destes dois chuveiros elétricos (5000 W cada um) num mesmo circuito?

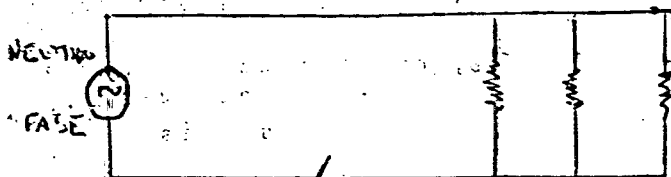
Podemos caracterizar as ligações utilizadas na instalação elétrica residencial, a partir do seu funcionamento, como ligações independentes entre si. A lâmpada do quarto, por exemplo, liga, desliga, queima, independente das demais e vice-versa. O mesmo acontece com as tomadas. É a ligação do tipo paralelo (veja figura).

27 - Faça o esquema da figura, de acordo com a ABNT (suponha uma outra lâmpada ligada na tomada).

Mesmo quando um conjunto de lâmpadas num salão, terraço, pátio, sala de aula, ligam e desligam através de um único interruptor, elas estão ligadas em paralelo, e a queima de uma delas, não impede o funcionamento das demais. O desenho abaixo ilustra um circuito paralelo de três lâmpadas controladas por um único interruptor.



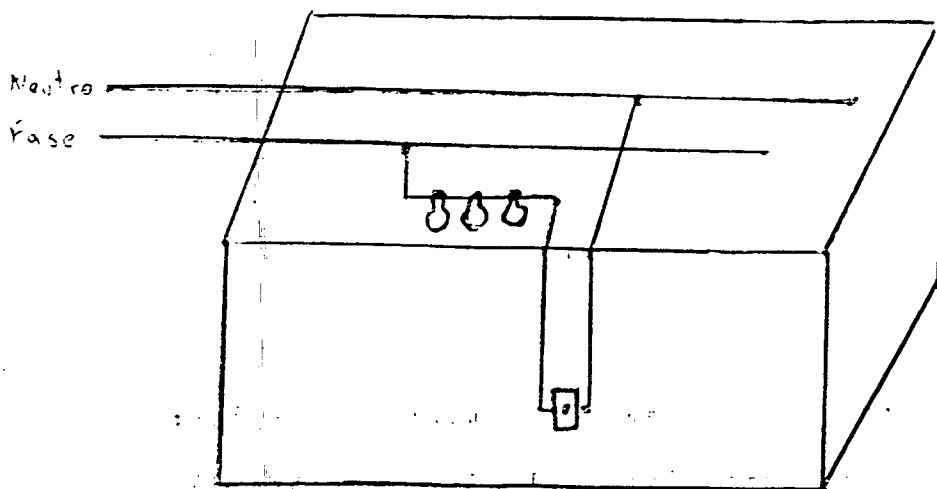
Utilizando-se a simbologia técnica, o esquema correspondente à ilustração acima seria o seguinte:



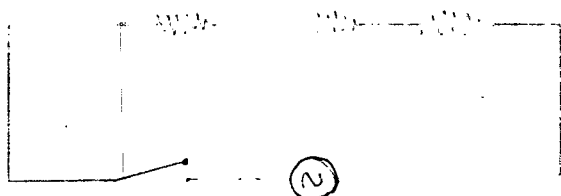
28 - Por quê ao queimar uma lâmpada, as outras continuariam funcionando?

29 - Faça um desenho ilustrativo e o respectivo esquema, para a instalação elétrica da nossa sala de aula.

Caso a instalação seja feita em série, a queima de uma das lâmpadas impede o funcionamento das demais, pois a quebra ou a fusão do filamento corresponde a uma interrupção do circuito, impedindo a passagem da corrente para as demais. Ilustrando um circuito em série, de lâmpadas, ficaria assim:



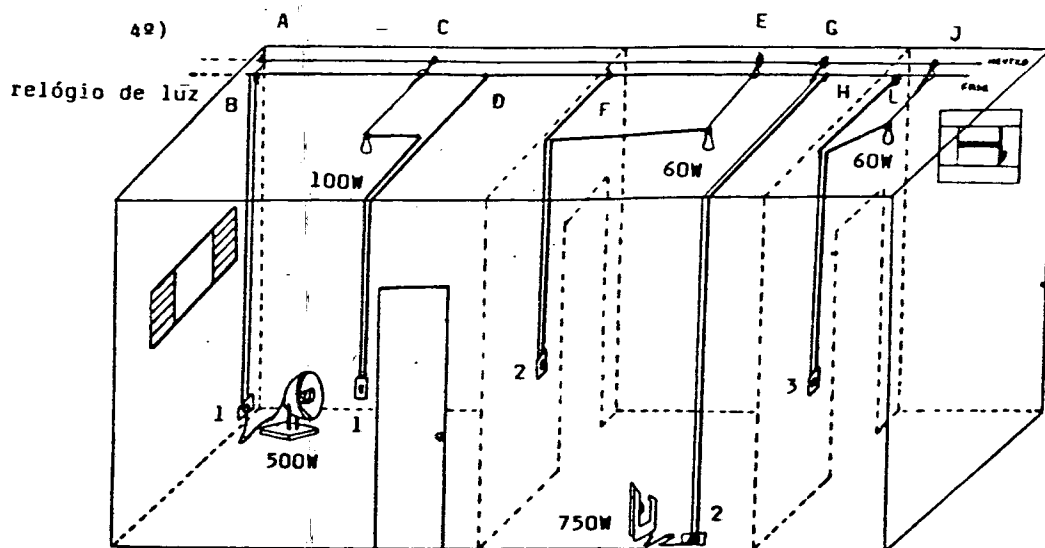
O respectivo esquema seria:



30 - Por quê este tipo de circuito não é usado nas instalações elétricas de nossas residências? Você conhece algum tipo de instalação elétrica que é feito em série?

31 - Faça dois esquemas de chuveiros elétricos, com resistências em série e em paralelo. Não esqueça de explicar o funcionamento.

Passemos para a análise de um circuito residencial, ligado à rede de 220 V, onde estão fixadas 3 lâmpadas incandescentes (duas de 60 W e uma de 100 W) e duas tomadas que podem ser usadas, por exemplo, por um ferro elétrico de passar roupa e um aquecedor. Do relógio de luz (medidor de energia elétrica) até a última lâmpada são 30 m de fio de cobre 14 AWG; incluindo fase e neutro. Para cada tomada ou lâmpada, utiliza-se para completar a ligação, 4 m de fio de cobre 16 AWG. O desenho abaixo, é uma tentativa de ilustrar a situação acima descrita, de forma tridimensional.



Vamos resolver juntos então as seguintes questões:

a - Qual a corrente máxima admissível pelo fio de cobre 14 AWG ?  
(consultemos a tabela)

- b - Qual a potência total consumida, se todos os aparelhos estivessem ligados ao mesmo tempo?
- c - Qual é a corrente elétrica que passa pelo disjuntor na caixa de luz? Qual deve ser sua amperagem, para efeito de proteção?
- d - O que aconteceria se fossem ligados equipamentos mais potentes (como por exemplo dois ferros elétricos de passar roupa de 1100 W e 3 lâmpadas de 100 W)?
- e - Suponhamos que apenas a lâmpada do interruptor 1 esteja ligada. Qual a corrente elétrica exigida para seu funcionamento?
- f - Se ligarmos também o ferro elétrico de passar roupa na tomada 2, qual a corrente elétrica exigida para seu funcionamento?
- g - Qual a corrente elétrica máxima requerida pela fiação de cobre 16 AWG, neste exemplo?
- h - Você vê algum motivo para usar fio mais fino, nas ramificações da rede principal? O que pode acontecer se usarmos vários aparelhos elétricos numa mesma ramificação, utilizando um "TE"?
- i - Que tipo de circuito elétrico é este desenhado? Esquematize-o de acordo com as normas técnicas, especificando o valor da resistência elétrica de cada equipamento.
- j - Qual a resistência elétrica da fiação utilizada neste caso? Se a compararmos com os valores das resistências dos eletrodomésticos, podemos desconsiderá-la? Por quê?
- k - Ligar o ferro elétrico de passar roupa na tomada 1 ou na tomada 2 altera o consumo de energia? Por quê?
- l - Qual a potência dissipada no pedaço de fio de cobre 16 AWG que liga a rede principal ao ferro elétrico de passar roupa? Compare estes valores de potência.

---

#### ATIVIDADE TEORICO-EXPERIMENTAL 04

**TITULO:** Forneça um título, que você julgar adequado, a esta atividade experimental. \_\_\_\_\_

**INTRODUÇÃO TEORICA:** Escreva, de forma suscinta e objetiva, sobre circuitos elétricos (instalações elétricas residenciais, por

exemplo) e suas propriedades.

**MATERIAL:** Liste e especifique o material utilizado nesta atividade experimental.

**ESQUEMA:** Faça o esquema da instalação elétrica desenvolvida nesta atividade experimental.

**PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:** Descreva os passos, ou as etapas, realizadas durante a atividade experimental.

**DADOS:**

1 - Especifique os valores da tabela!

2 - Você esqueceu de especificar os dados da fiação? Não esqueça que são fios de diferentes bitolas (use a tabela)

	POTENCIA (W)	TENSAO (V)	CORRENTE (A)	RESISTENCIA (OHM)
EQUIPAMENTOS:	:	:	:	:
	:	:	:	:
-----	-----	-----	-----	-----
	:	:	:	:
-----	-----	-----	-----	-----
	:	:	:	:
-----	-----	-----	-----	-----
	:	:	:	:
-----	-----	-----	-----	-----
	:	:	:	:
-----	-----	-----	-----	-----
	:	:	:	:
-----	-----	-----	-----	-----
	:	:	:	:
-----	-----	-----	-----	-----
	:	:	:	:
-----	-----	-----	-----	-----
	:	:	:	:
-----	-----	-----	-----	-----
	:	:	:	:
-----	-----	-----	-----	-----
	:	:	:	:

3 - Calcule a potência total e a corrente total, usando as especificações do fabricante e compare com os dados obtidos experimentalmente, através da leitura do medidor de energia elétrica.

**ANALISE:**

1 - Qual a resistência total do circuito? (use os dados do fabricantes e os obtidos experimentalmente)

2 - Qual o consumo mensal desta instalação se todos os equipamentos elétricos estivessem ligados simultaneamente 8 horas por dia?

3 - Se o comprimento da fiação foi reduzido dez vezes (1m = 10cm), de quanto varia sua resistência e a potência dissipada?

4 - Se o disco do medidor de energia elétrica utilizado executa uma rotação a cada 4 W/h. Quantas rotações executaria mensalmente, no caso do exercício 2?

5 - Se desejássemos instalar um chuveiro elétrico de 5000 W o que seria necessário fazer? Faça um esquema e justifique a procedimento!

**CONCLUSÃO:** O que é importante saber (pensar) para desenvolver (fazer) uma instalação elétrica residencial?

---

\* Utilizou-se o protótipo de um circuito elétrico residencial (foto 04), voltímetro, amperímetro, chave de teste, ferro de passar roupa e secador de cabelos. Mediu-se a potência dos equipamentos instalados no circuito, inclusive das lâmpadas incandescentes (ligadas em série e em paralelo (foto 11)), assim como o "consumo" de energia elétrica, operacionalizando-o.

---

**2.4.6 -TEXTO 06: O MODELO FISICO E "TEXTO DE LEITURA": 1a PARTE**

Achou-se que seria indispensável discutir com os alunos-trabalhadores o modelo físico que dá suporte aos sistemas físicos construídos na área da eletricidade. Não se tratava de "teorizar"



um pouco os conteúdos de ensino, nem tampouco de trabalhar "abstratamente" conceitos que foram operacionalizados "concretamente", conforme esta explicitado nos "textos de estudos"; mas de abrir os horizontes, no que diz respeito ao poder da construção conceitual, que suporta as teorias da Física, e que permitem um argumentação sólida sobre os temas.

Além disto, acredita-se que foi indispensável trabalhar com os alunos-trabalhadores a nível microscópico alguns conceitos que foram operacionalizados de forma "concreta", para que pudessem compreender o papel de uma ciência como a Física, junto aos meios-de-produção. Nesta etapa discutiu-se a importância de conhecer o modelo físico da eletricidade, por exemplo, para produzir fios condutores de "boa qualidade".

Optou-se por dispor as questões para discussão após cada uma das três partes que compõe o texto 06, que é uma reorganização do material didático elaborado por Delizoicov e Angotti no Projeto: Subsídios para a disciplina de Física - 2o grau.

Em outras palavras, trabalhou-se de forma teórica com as grandezas físicas envolvidas na eletricidade "concreta", que foram utilizadas para "estudar" os "equipamentos geradores", para poder cada vez mais dominá-los.

Como se esperava, este momento foi marcado por uma ruptura na interação dialógica entre os elementos do "grupo de trabalho". Acredita-se que isto se deva ao fato dos alunos-trabalhadores terem incorporado, durante os vários anos de escolaridade o mito, que o professor sabe e transmite este saber aos que não sabem.

Diante desta dificuldade, trabalhou-se o primeiro "texto de leitura", que é a primeira parte de um texto utilizado no programa de alfabetização na Guiné-Bissau. O material didático foi lido por todos e discutido durante uma hora-aula. Acredita-se que através da discussão, contextualizada pelo "texto de leitura", os alunos-trabalhadores conseguiram compreender o que significa "estudar", segundo a concepção freireana que orientou a "experiência educacional dialógica", que ora é relatada.

### Modelo Clássico da Corrente Elétrica

- Por que existe corrente em um aparelho ligado?
  - Os bons condutores conduzem o quê?
  - O interruptor interrompe algum movimento?
  - O que significa ligar um aparelho elétrico?
- Ou questões mais genéricas:
- Afinal, o que é corrente elétrica? Como ela surge?

Para tais questionamentos, não encontramos respostas apenas através das observações dos circuitos elétricos, pois não conseguimos ver o que está acontecendo dentro de um fio.

Não conseguimos ver, mas somos capazes de imaginar... Por isso, podemos elaborar modelos que tentam explicar os efeitos que observamos.

A seguir apresentamos o modelo clássico da corrente elétrica para os metais, considerando inicialmente um fio em um circuito "aberto", isto é, sem corrente elétrica.

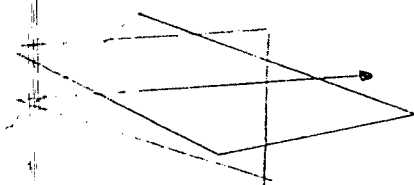
No modelo clássico, o metal é imaginado com uma disposição tridimensional regular dos seus átomos ou seus íons, constituindo a rede cristalina. Cada um desses íons é formado por um núcleo, constituído de prótons e neutrons, e de elétrons "presos" a ele devido à interação elétrica atrativa.

Além disso, o modelo considera que nos metais há grande número de elétrons que, por estarem mais afastados do núcleo, interagem mais fracamente com ele. Esta interação elétrica atrativa não é suficiente para deixá-los "presos" exclusivamente a um íon. Ficam, sob a ação de diferentes íons ao mesmo tempo e por isso deslocam-se pelo interior da rede. Tais elétrons são denominados de elétrons livres.

Deste conjunto de interações elétricas atrativas e repulsivas resulta um movimento totalmente ao acaso (aleatório ou desordenado) dos elétrons livres dentro da rede cristalina.

A figura da página seguinte mostra o movimento desordenado

de um elétron livre.



Movimento desordenado de um elétron livre no interior de uma rede cristalina

Para o modelo clássico, a velocidade dos elétrons livres em movimento aleatório, depende da temperatura do material. A temperatura ambiente, a velocidade dos elétrons livres nos metais é da ordem de 100000 m/s. Os ions de cada rede realizam um movimento de vibração cuja velocidade, comparada à dos elétrons livres, é praticamente desprezível.

A quantidade de elétrons livres de um material depende do número de átomos por unidade de volume. Nos metais, há uma relação mais ou menos fixa de um elétron livre por átomo.

Pelo fato de haver elétrons livres movendo-se em todas as direções, o efeito global deste movimento desordenado é considerado nulo, não constituindo o que entendemos por corrente elétrica.

Para que haja corrente elétrica o circuito deve estar "fechado", ou seja, ligado a uma fonte de energia elétrica.

Por outro lado, o deslocamento de elétrons livres num sentido definido só ocorre por ação de uma força externa atuando sobre eles. Consequentemente interpretamos que a existência de uma força está relacionada com a fonte de energia.

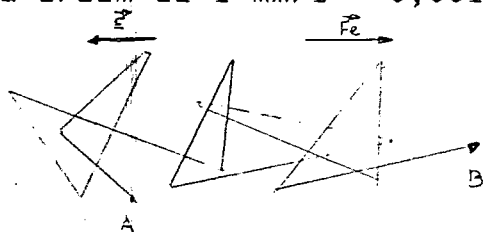
Esta força externa deve atuar ao mesmo tempo em toda a extensão do fio, pois, verificamos que ao "fecharmos" o circuito, os aparelhos funcionam imediatamente, isto é, a corrente elétrica passa a existir em toda a extensão do fio num curtíssimo intervalo de tempo que para nós é imperceptível.

O modelo que usamos interpreta este fato admitindo que ao "fecharmos" o circuito, uma nova situação é criada no fio. Esta nova situação não se estabelece em todo o fio instantaneamente, necessitando de um intervalo de tempo para sua propagação, que é feita com a velocidade da luz. Interpretamos esta nova situação

como a existência de um campo elétrico no fio. Tal campo, criado pela fonte de energia elétrica, faz aparecer uma força sobre os elétrons livres bem como os íons, que são partículas eletricamente carregadas.

Portanto na presença do campo elétrico, os elétrons livres, sujeitos à ação desta força são acelerados e adquirem um movimento extra na direção do campo (devido à convenção de sinais, a força elétrica sobre os elétrons tem mesma direção, mas sentido contrário ao do campo elétrico); enquanto que os íons não sofrem alterações devido à sua inercia (a massa de um íon é cerca de 2000 vezes maior que a de um elétron livre).

Em síntese, para o modelo clássico, a corrente nos metais é constituída pelo movimento dos elétrons livres na direção do campo elétrico. Este movimento é desordenado, mas avança num certo sentido. Nos metais esta velocidade de avanço é muito pequena, da ordem de  $1 \text{ mm/s} = 0,001 \text{ m/s}$ .



Movimento desordenado de um elétron livre no interior da rede cristalina sob a ação do campo elétrico.

O avanço do movimento desordenado dos elétrons livres existe em toda a extensão do fio devido ao aparecimento do campo elétrico. A propagação deste campo se dá com a velocidade da luz ao longo do fio, assim que "fechamos" o circuito.

Na maior parte dos aparelhos que utilizamos a corrente é do tipo alternada, isto é, o avanço dos elétrons livres alterna constantemente seu sentido, ora para um lado, ora para o lado oposto, e conseqüentemente a força que atua sobre os elétrons, alternam seu sentido. Em nossa residência, a frequência desta alternância é de sessenta vezes por segundo (60 Hz).

Entretanto, isto não significa que os elétrons livres não cheguem a se mover nem para um lado nem para o outro. Ao contrário, o tempo entre duas alternâncias consecutivas (1/60 de

segundo) é para os elétrons livres suficiente para que eles ultrapassem milhares de espaçamentos da rede cristalina (da ordem de 20000 espaçamentos em cada sentido de alternância).

#### QUESTÕES

- 1 - Qual a importância do desenvolvimento dos modelos físicos para a construção de equipamentos elétricos?
- 2 - Observando um fio fase e um fio neutro, conseguimos identificar qual deles está energizado? Por quê?
- 3 - Indique as características de um elétron livre e qual a sua importância, para o modelo físico em questão?
- 4 - Por quê "o fato de haver elétrons livres movendo-se em todas as direções", o efeito global deste movimento desordenado é considerado nulo, não constituindo o que entendemos por corrente elétrica".
- 5 - Se a velocidade de avanço dos elétrons livres é muito pequena, da ordem de 0,001 m/s, como o efeito desta surge imediatamente em toda a extensão do fio?

#### INTERPRETAÇÃO DA RESISTÊNCIA ELÉTRICA SEGUNDO ESTE MODELO

- Por que os metais têm diferentes resistências?

A corrente elétrica nos metais é devido ao avanço do movimento desordenado dos elétrons livres sob a ação do campo elétrico, e que portanto, responder a questão colocada anteriormente significa compreender o que dificulta o avanço dos elétrons livres na direção do campo elétrico.

No que se refere ao tipo de material, este avanço depende de dois fatores: da rede cristalina e do número de elétrons livres.

A rede cristalina caracteriza a distribuição dos átomos do metal e desta forma caracteriza também as distâncias que os elétrons livres podem percorrer no interior da rede entre um choque e outro. Quanto maior for o intervalo de tempo entre um choque e outro, mais tempo os elétrons livres ficam acelerados pela força elétrica e maior será a variação da velocidade na direção do campo elétrico.

Além do tipo de rede , o seu tamanho influi também no espaço em que se moverão os elétrons livres.

O número de elétrons livres por unidade de volume também caracteriza o material quanto à sua resistência elétrica (a ausência de elétrons livres caracteriza o material isolante). Mesmo entre os metais há diferenças significativas. Este número de elétrons livres está relacionado com a concentração de átomos por unidade de volume , uma vez que para o modelo clássico os metais apresentam um elétron livre para cada átomo.

Em síntese , dizer que a resistência elétrica depende do material significa levar em consideração quantidade de elétrons livres por unidade de volume e a dificuldade no avanço destes elétrons livres na direção do campo elétrico.

Esta propriedade física dos materiais é denominada resistência específica ou resistividade. Uma outra maneira de se referir a ela é chamá-la de condutividade . A relação que existe entre elas é que a resistividade é o inverso da condutividade.

Por que o fio grosso e curto é melhor condutor que o fino e comprido ?

A espessura do fio determina a quantidade total de elétrons livres movimentando-se sob a ação da força elétrica. Quanto mais grosso for o fio , maior é o número total de elétrons livres que atravessam um corte transversal do fio e, conseqüentemente, a corrente é mais intensa. O comprimento do fio influencia a intensidade do campo elétrico quando "fechamos" o circuito. Quanto maior for o comprimento, menor é a intensidade do campo. A força elétrica, que atua em cada elétron será portanto menor. Assim o movimento de avanço é mais lento e a corrente é menos intensa.

#### QUESTOES

- 1 - O que significa a "dificuldade" do avanço dos elétrons livres na direção do campo elétrico?
- 2 - A distância percorrida pelos elétrons livres entre um choque e outro, está relacionado com o tipo de material?
- 3 - A nível microscópico, o que diferencia um material condutor

de um material isolante?

4 - Caracterize resistência elétrica, do ponto de vista de sua percepção e do ponto de vista do modelo físico.

5 - A nível de modelo físico por que um fio comprido apresenta maior resistência?

#### INTERPRETAÇÃO DA POTENCIA ELÉTRICA SEGUNDO ESTE MODELO

- Por quê o fio esquenta quando passa uma corrente?

Já comentamos que no movimento de avanço dos elétrons livres o que predomina é o choque, entre si, e entre eles, com a rede cristalina.

O aumento de velocidade desses elétrons, acelerados pela força elétrica, significa um aumento de sua energia cinética. Esta energia acumulada é transmitida à rede durante o choque com ela.

O resultado é em primeiro lugar um aumento de energia cinética dos elétrons livres e depois da própria rede cristalina constituindo o que entendemos por um aumento de energia térmica de todo o fio condutor. Este aumento de temperatura possibilita a transferência de parte dessa energia térmica para o ambiente, na forma de calor.

Entretanto, esta forma de explicar deixa em aberto pelo menos duas questões:

- de onde provém esta energia?

- que tipo de energia está se transformando em energia cinética?

Desse segundo ângulo de análise podemos interpretar o campo elétrico como um depósito de energia elétrica. Ao fecharmos o circuito surge um campo elétrico que transfere energia potencial elétrica a cada partícula eletricamente carregada.

Como os elétrons livres podem mover-se, este avanço no seu movimento desordenado corresponde à transformação de energia potencial elétrica em energia cinética.

A transformação de energia potencial elétrica em energia cinética será tanto maior quanto maior for o campo elétrico criado pela fonte de energia elétrica.

## QUESTOES

- 1 - O que significa o aumento da velocidade média dos elétrons livres, acelerados pela força elétrica?
  - 2 - Este modelo físico explica apenas a potência dissipada? Por quê?
  - 3 - Em outras palavras, o que significa transformar energia potencial elétrica em energia cinética?
  - 4 - Teste o modelo físico para a seguinte situação experimental: a resistência de determinado material aumenta com o aumento de temperatura.
  - 5 - Interprete, a nível microscópico o fato da potência de um equipamento, depender além de outras grandezas físicas, também da tensão da rede, na qual deve ser instalado.
- 

## O ATO DE ESTUDAR

Tinha chovido muito toda a noite. Havia enormes poças de água nas partes mais baixas do terreno. Em certos lugares, a terra, de tão molhada, tinha virado lama. Às vezes, os pés apenas escorregavam nela. Às vezes, mais do que escorregar, os pés se atolavam na lama até acima dos tornozelos. Era difícil andar. Pedro e Antônio estavam transportando numa camioneta cestos cheios de cacau para o sítio onde deveriam secar. Em certa altura, perceberam que a camioneta não atravessaria o atoleiro que tinham pela frente. Pararam. Desceram da camioneta. Olharam o atoleiro, que era um problema para eles. Atravessaram os dois metros de lama, defendidos por suas botas de cano longo. Sentiram a espessura do lamaçal. Pensaram. Discutiram como resolver o problema. Depois, com a ajuda de algumas pedras e de galhos secos de árvores, deram ao terreno a consistência mínima para que as rodas da camioneta passassem sem se atolar.

Pedro e Antônio estudaram. Procuraram compreender o problema que tinham a resolver e, em seguida, encontraram uma resposta precisa. Não se estuda apenas na escola.



Pedro e Antônio estudaram enquanto trabalhavam. Estudar é assumir uma atitude séria e curiosa diante de um problema.

FREIRE, PAULO. A Importância do Ato de Ler: em três artigos que se completam. Cortez, São Paulo, 1986.

---

#### 2.4.7 - TEXTO 07 E "ATIVIDADE TEORICO-EXPERIMENTAL 05": ELETROMAGNETISMO - AINDA O TEMA "CONSUMO" DE ENERGIA ELÉTRICA

Os trabalhos com o texto 07 foram marcados como o reinício das atividades educacionais, uma vez que o magistério público do Estado de Santa Catarina esteve em greve no final do 1o semestre de 1989. Diante disto foi preciso retomar algumas questões que se julgou importantes para a continuidade dos trabalhos escolares. Porém cabe ressaltar, que mesmo durante o período de greve o "grupo de trabalho" se reuniu na unidade escolar, onde foi realizado um balanço das atividades. Nesta oportunidade discutiu-se o movimento grevista com os alunos-trabalhadores que por sua vez estavam dialogando com seus professores, argumentando sobre questões correlatas que lhe diziam respeito.

No início de agosto, após o término do movimento grevista, reiniciou-se os "estudos" com o texto 07 onde abordava-se o eletromagnetismo. Logo no início deste texto, procurou-se resgatar alguns fatos importantes das atividades educacionais já vividas, como forma de garantir que o processo não fosse escalonado.

Nesta ocasião procurou-se no comércio de Florianópolis bússolas para comprar, já que, nem a unidade escolar, nem a universidade, dispunham de tais instrumentos. Devido a impossibilidade de aquisição, falou-se aos alunos-trabalhadores da limitação, e tão logo souberam, trouxeram diversas bússolas para o espaço escolar. Não se esperava que os alunos-trabalhadores participassem deste problema e resolvêsem. Aprendeu-se com eles que a participação no processo que se vivia, ocorria em todos os níveis ! Isto marcou muito !

Utilizando as bússolas notou-se que os alunos-trabalhadores não sabiam se orientar com estes instrumentos. Numa noite um aluno-trabalhador tirou sua bússola de dentro da mochila e afirmou: - Trouxe a minha bússola, mas é uma pena que não funcione, pois sempre aponta para o mesmo lado. Aproximou-se dela um ímã e por aí, pelo fato que havia detectado, começou-se a discussão, na direção da construção operacional dos conceitos indispensáveis.

Um fato curioso que merece ser destacado, que mostra como a linguagem utilizada pelo professor, para dialogar com os alunos-trabalhadores é importante para que o processo educacional ocorra de forma não "bancária", ocorreu em função da utilização da palavra "deflete". Afirmou-se e constatou-se em sala de aula que a agulha magnética de uma bússola muda de orientação, nas proximidades de um campo magnético maior que o campo magnético da terra, isto é, ela deflete sua agulha magnética. O uso do verbo "defletir" causou um impacto junto aos alunos-trabalhadores, pois este verbete não fazia parte dos seus universos vocabulares. Em virtude desta dificuldade, que gerou muita descontração na sala de aula, evitou-se a utilização deste verbo no texto 07, apesar deste ser utilizado com frequência, durante o manuseio da bússola, inclusive pelos alunos-trabalhadores.

O "estudo" dos instrumentos de medição referidos no texto 07 foi de extrema importância. Já haviam sido utilizados em "atividades teórico-experimentais" anteriormente, e neste momento podiam compreendê-los, isto é, "estudar" os seus princípios de funcionamento. Nesta ocasião, foi reparado pelo "grupo de trabalho" alguns amperímetros e voltímetros do laboratório de Física da unidade escolar, que apresentavam as resistências elétricas de proteção queimadas. O medidor de energia elétrica foi muito manuseado pelos alunos-trabalhadores, e acreditava-se que isto ocorreria devido a mistificação que é criada em torno deste.

O objetivo do texto 07 foi fazer com que os alunos-trabalhadores trabalhassem com os instrumentos de medição, que já haviam utilizado, e motores elétricos (que tinham sido eleitos como "equipamentos geradores" desta etapa). Para que isto

ocorresse utilizou-se um motor de corrente contínua de um carrinho de brinquedo. Todos puderam desmontar, montar, colocar em funcionamento, etc. Diante da vivência com o "equipamento gerador" muitos se indagavam sobre sua importação.

Para incrementar mais a interação entre o "equipamento gerador" e os alunos-trabalhadores, elaborou-se a "atividade teórico-experimental 05". Desta forma, insistia-se na sistematização das atividades práticas priorizando-se a avaliação do processo educacional vivido pelo "grupo de trabalho".

---

## TEXTO 07 - O EFEITO MAGNÉTICO DA CORRENTE ELÉTRICA

Na atividade teórico-experimental 04, aproximamos uma bússola do medidor de energia elétrica instalado no circuito elétrico e a orientação da agulha magnética foi alterada.

1 - Qual a causa deste fenômeno? Se o disjuntor estivesse desligado, o fenômeno persistiria?

Para mudarmos a orientação da bússola, basta que aproximemos um ímã da mesma. Isto porque um ímã possui a capacidade de atrair ou repelir outros corpos.

A bússola é basicamente um ímã (ou uma agulha magnética) suspenso que se orienta na direção norte-sul (na verdade o eixo magnético está deslocado aproximadamente 11 graus do eixo geográfico da terra).

2 - Por que a agulha magnética de uma bússola se alinha na direção norte-sul? Ela sempre fica alinhada nesta direção?

3 - Ímãs sempre se atraem? Um agulha de bússola alinhada com um fio percorrido por corrente, deflete?

4 - Norte geográfico coincide com norte magnético?

5 - Fenômenos magnéticos só podem ser observados com auxílio de ímãs?

Quando uma corrente elétrica circula por um fio, já sabemos que uma agulha magnética próxima a ele muda sua direção inicial. Isto significa que algo foi detectado pela agulha magnética. Os físicos interpretam este fenômeno como sendo a existência de um outro campo magnético (além do campo magnético terrestre, que

mantém a agulha magnética alinhada), criado pela corrente no fio. Este campo magnético fará aparecer na agulha, forças que tenderão a deslocá-la na sua direção.

6 - Qual a orientação que a agulha magnética adquire, quando está próxima de um fio energizado ?

O fenômeno observado com uma bússola, próximo de um fio exposto a uma corrente elétrica, unificou a Eletricidade e o Magnetismo, originando o ramo da Física atualmente denominado Eletromagnetismo.

Em síntese, a corrente elétrica num fio cria ao seu redor um campo magnético, sendo este perpendicular à corrente. Em outras palavras, é o efeito magnético da corrente elétrica.

7 - Podemos afirmar, pelo que foi estudado até aqui, um fenômeno elétrico (corrente elétrica) é sempre acompanhada de um fenômeno magnético (campo magnético criado por ela) ?

Com base neste efeito são construídos os medidores elétricos que utilizam ponteiros (analógicos). Tais medidores tem inúmeras aplicações práticas, por exemplo, aqueles instrumentos que se encontram nos painéis dos aparelhos de som, gravadores, automóveis, etc... Discutiremos brevemente a seguir o princípio de funcionamento de medidores de corrente elétrica (amperímetro), de tensão (voltímetro) e o de energia elétrica (medidor KWh).

Os medidores analógicos possuem mecanismos de medição que transformam energia elétrica em mecânica, no movimento de rotação da parte móvel, onde está localizado o ponteiro. Os que utilizam corrente contínua são constituídos de um ímã permanente e uma bobina (um fio condutor enrolado em várias voltas superpostas). Este conjunto, ímã e bobina, mais o ponteiro constitui, o que chamamos de GALVANOMETRO.

Quando a bobina é móvel e o ímã fixo, o que ocorre é o seguinte: o ímã permanente cria um campo magnético na região e a corrente elétrica na bobina "sente" este campo. O giro da bobina é consequência do binário de forças que nela surge e que tenderão a orientá-lo na direção do campo magnético produzido pelo ímã permanente. O torque devido a este binário de forças, é proporcional à corrente elétrica que passa na bobina girando-a até que haja equilíbrio com um torque mecânico contrário,

produzido por uma mola em espiral.

8 - Descreva, com suas palavras, o funcionamento de um galvanômetro.

9 - Por que os medidores elétricos, inicialmente, possuem seus ponteiros no início da escala ?

A utilização deste galvanômetro como medidor de corrente elétrica (amperímetro) inclui um resistor, cuja resistência elétrica é de pequeno valor se comparado ao valor da resistência elétrica da bobina, associado em paralelo com a bobina. isto se faz necessário porque o amperímetro é instalado em série no circuito, cuja corrente se deseja medir. Desta forma a maior parte da corrente é desviada para o resistor colocado em paralelo com o instrumento. Uma pequena parte da corrente passa pela bobina, fazendo girar a parede móvel.

10 - Por que os amperímetros devem ser instalados em série nos circuitos ?

11 - Os amperímetros são construídos para determinados valores de corrente. Explique esta limitação!

No caso do voltímetro, é associado em série à bobina do galvanômetro um resistor de valor grande, se comparado ao valor da resistência elétrica da bobina. isto porque o voltímetro é ligado em paralelo ao circuito cuja tensão deseja-se medir.

12 - Qual a diferença básica entre usar um galvanômetro como amperímetro e voltímetro ?

13 - Por que o valor do resistor associado em série com a bobina, no caso do voltímetro, deve ter um valor grande ?

14 - Que tipo de fenômeno é o responsável pelo funcionamento do amperímetro e voltímetro ?

O medidor de energia elétrica é diferente dos medidores discutidos até aqui, é neste a parte móvel dá voltas completas, através de um sistema de engrenagens.

15 - De que depende a velocidade de rotação do disco do medidor de energia elétrica ?

Estes medidores utilizam corrente alternada e são constituídos basicamente de dois eletroímãs e um disco de alumínio entre eles, em cujo eixo está fixado uma engrenagem de rosca sem fim.

Os dois eletroímãs são diferentes: um possui maior número de voltas, sendo ligado em paralelo, e o outro com o menor número de voltas, é ligado em série.

Com a passagem de corrente elétrica é criado um campo magnético (que foi constatado com a bússola, lembra?), isto é, surge um efeito eletromagnético nas proximidades do medidor de energia elétrica. Como a corrente elétrica é alternada, também o será o campo magnético criado por esta. As forças resultantes desta interação atuam de forma a girar o disco.

A rotação do disco é proporcional à potência que está sendo consumida. Isto acontece devido ao tipo de ligação dos eletroímãs: o eletroímã ligado em paralelo, produz um campo magnético proporcional à tensão e o outro ligado em série, produz um campo magnético proporcional à corrente. Estando o disco sujeito aos dois campos magnéticos simultaneamente, o movimento de rotação é proporcional ao produto tensão versus corrente, isto é, à potência.

16 - O que ocasiona os campos magnéticos criados no medidor de energia elétrica? o que estes provocam no mesmo?

17 - O disco do medidor de energia elétrica, está perpendicular em relação aos eletroímãs (observe!). Por que este fato é importante?

---

#### ATIVIDADE TEORICO-EXPERIMENTAL 05

NOME(S):.....

TITULO: MOTORES ELÉTRICOS

MATERIAL: Liste o material utilizado.

PROCEDIMENTO: Descreva o que foi feito nesta atividade.

ANALISE: Responda as seguintes questões:

- 1 - O que é responsável pelo movimento de rotação de um motor?
- 2 - Por que o movimento de rotação é constante?

3 - Como podemos alterar o sentido de rotação de um motor ? Qual a utilidade disto ?

4 - O que determina a potência de um motor ? Explique!

CONCLUSÃO: Para efeito de conclusão, pense por que são usados motores elétricos em larga escala em substituição aos de combustão.

-----

\* Utilizou-se um motor de corrente contínua de um carrinho de brinquedo e uma pilha seca de 1,5 V. Desmontou-se o motor do brinquedo e se "estudou" seus componentes e os detalhes geométricos do mesmo. O objetivo foi a operacionalização dos conceitos de campo magnético, força magnética e corrente elétrica e a relação vetorial entre estas grandezas físicas.

---

## 2.5 - 2a UNIDADE: TEMA DE ESTUDO - "PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

### 2.5.1 - TEXTO 08 E "ATIVIDADE TEÓRICO-EXPERIMENTAL 06": GERADORES ELTROMAGNÉTICOS

O texto 08 inicia a segunda unidade do programa educacional desenvolvido. O "estudo do tema em questão, não precede a atividade com os "equipamentos geradores", isto é, com os dinamos utilizados em bicicletas.

A dificuldade de obter os dinamos provém do fato que estes não são mais utilizados nas bicicletas, devido ao custo do equipamento e a existência de iluminação pública em quase toda a extensão da cidade. Além do mais Florianópolis não é uma cidade, onde a população utilize bicicletas para o transporte, sendo estas destinadas majoritariamente para o lazer das crianças.

Contudo, os alunos-trabalhadores trouxeram os dinamos que eram necessários para o trabalho em sala de aula. O fato de terem se tornado "equipamentos geradores" para o "grupo de trabalho" está associado ao fato destes acreditarem que dinamos são obsoletos e conseqüentemente não mais utilizados na sociedade moderna.

Na sala de aula, antes mesmo de terem em mãos o texto 08, os dinamos já circulavam entre os alunos-trabalhadores. Com o material didático, iniciou-se o processo educacional propriamente dito. Abriu-se alguns deles, identificando-se seus componentes, comparou-se com os motores elétricos, montou-se de novo, etc.

Levou-se também um velocímetro de veículo automotor para que fosse "estudado", segundo a temática em questão. Foi aberto e "estudado" com afinco por todos os envolvidos.

O que parecia que não estava claro é a necessidade do movimento relativo entre a espira e os ímãs. Discutiu-se então a indução eletromagnética a partir das linhas de indução, que não são perceptíveis. Isto só foi possível através do manuseio com os dinamos desmontados.

Com o intuito de estender o máximo possível o nível de discussão em torno destes "equipamentos geradores", organizou-se a "atividade teórico-experimental 06". Utilizou-se nesta oportunidade uma montagem didática do laboratório, onde os componentes do gerador eletromagnético estavam bem compartimentados. Abriu-se também a tampa protetora lateral de uma motocicleta cento e vinte e cinco cilindradas para identificar o dínamo. Acionou-se o farol da mesma com o motor ora desligado e ora ligado, variando a aceleração e conseqüentemente o giro do motor, que ocasionava a variação na intensidade do brilho emitido pela respectiva lâmpada. O mesmo foi feito com um fusca, inclusive interpretando o acendimento de uma luz vermelha no painel do mesmo quando esta em "marcha lenta".

---

## TEXTO 08 - GERADORES DE ENERGIA ELÉTRICA

Até aqui estudamos os efeitos magnéticos provocados por correntes elétricas. Este fenômeno é de vital importância para a construção de motores, instrumentos analógicos de medição, eletroímãs (que são componentes fundamentais de sistemas sonoros, como por exemplo campainhas).

1 - Quais as grandezas físicas envolvidas no fenômeno magnético provocado pela corrente elétrica? Qual a relação entre elas?



O que pretendemos estudar é a "produção" de energia elétrica. Sabemos que este fato requer o "consumo" de uma forma qualquer de energia. No caso da energia elétrica gerada por uma bateria (pilha seca, por exemplo), somente a energia química é transformada em energia elétrica.

2 - Quando um corpo cai de uma determinada altura, ocorre transformação de energia ? Quais os tipos de energias envolvidos neste processo ?

Sabemos que este processo não é adequado para "produzir" grandes quantidades de energia elétrica, para iluminar as cidades, ou suprir as necessidades energéticas das indústrias, por exemplo.

3 - Por que baterias não são suficientes para suprir de energia elétrica, uma residência ?

Com o desenvolvimento científico e tecnológico do final do século passado, são construídos dinamos, aparelhos cujo funcionamento se baseiam no fenômeno da indução eletromagnética e que transformam energia mecânica (de uma queda de água, por exemplo) em energia elétrica. O princípio de funcionamento destes "geradores" de energia elétrica, será discutido detalhadamente neste texto, e nas aulas relacionadas com este tema de estudo.

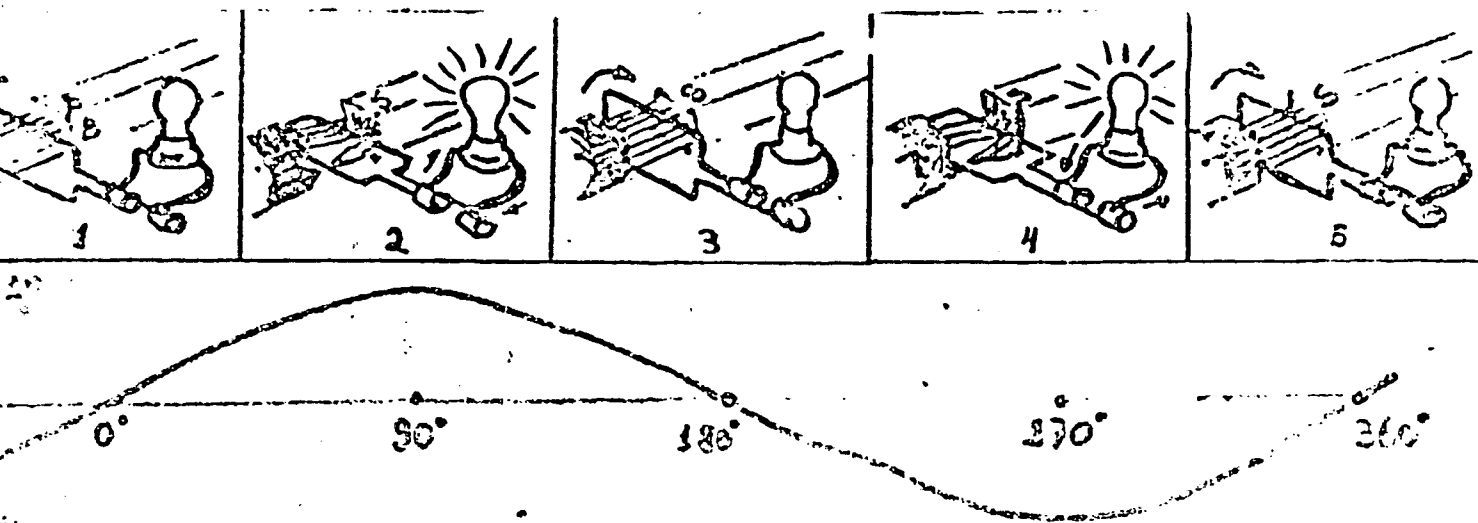
4 - Você conhece algum equipamento (eletrodoméstico, veículo, sistema elétrico, etc ...) que utilize dinamo ? De maneira geral, como funciona ?

5 - Qual o motivo do fio condutor, num dinamo ou num motor, ser disposto na forma de espira ?

6 - O que faz um motor girar ? Explique a existência do binário de forças nos enrolamentos deste .

Um dinamo, que é também conhecido como um gerador de corrente alternada, é constituído basicamente por várias voltas de fio condutor (os chamados enrolamentos, ou seja, um conjunto de espiras superpostas) e de eletroímãs (ou imãs). O enrolamento pode girar em torno do eletroímã, ou vice-versa.

Para facilitar a compreensão, simplificar-se-á um dinamo, representando-o por uma espira (ao invés de várias espiras superpostas), que pode girar num campo magnético constante criado por dois imãs permanentes superpostos (ao invés do eletroímã).



A figura acima mostra uma espira condutora, girando em torno de um eixo fixo, entre os pólos magnéticos de ímãs. A espira é ligada a um circuito elétrico externo, neste caso um amperímetro, usado para indicar a presença de corrente elétrica.

7 - No dínamo mostrado na figura acima, a espira gira sozinha, ou isto ocorre devido a um processo externo ? Por que ?

Enquanto a espira gira, haverá uma variação do fluxo magnético (número de linhas de campo) através da área que ela encerra. Isto porque a inclinação da espira em relação ao vetor  $B$ , está variando devido ao seu movimento de rotação. Surge na espira, nesta situação, uma corrente elétrica que será indicada pelo amperímetro. Este fenômeno (que denominamos de indução eletromagnética), ocorre porque uma força-eletromotriz (f.e.m.) é induzida nos diferentes pontos do enrolamento do dínamo.

8 - Podemos dizer que uma variação do vetor  $B$  faz surgir uma corrente elétrica, neste caso ? Por que ?

9 - É a f.e.m. induzida na espira que a faz girar ? O que a rotaciona então ?

10 - No caso do motor, ou do galvanômetro, o que ocasiona o movimento ? Apenas as causas magnéticas são suficientes ? Explique !

11 - Qual a maneira de visualizar as linhas de indução de um campo magnético ? Faça na figura acima um desenho ilustrando as linhas de indução do campo magnético constante.

O movimento da espira do dínamo, gera um tipo de corrente elétrica especial, que é a corrente alternada. Durante uma meia-

volta da espira (noventa graus) o fluxo magnético através dela aumenta e ao efetuar a meia-volta seguinte (cento e oitenta graus), o fluxo diminui. Por este motivo, a corrente elétrica induzida, que surge na espira e é indicada pelo amperímetro, ora está num sentido, ora no sentido contrário. Em outras palavras, a espira girando dentro de um campo magnético, gera uma corrente elétrica alternada.

12 - Qual a posição da espira, que o fluxo magnético através dela é nulo ? (faça desenhos mostrando) O que isto ocasiona a nível de corrente elétrica ?

O período de oscilação da corrente elétrica é de  $1/60$  de segundos, isto é, sua frequência (inverso do período), é então de 60 Hz. Isto significa que nas nossas residências a corrente elétrica muda de sentido 120 vezes por segundo. Quando uma espira dá uma volta num segundo, a corrente muda de sentido duas vezes neste intervalo de tempo, isto é, possui um período de 1 segundo (frequência de 1 Hz).

13 - O que seria necessário fazer para aumentar a frequência da corrente elétrica de um dínamo ?

A corrente elétrica gerada pela usina de Itaipú tem frequência de 60 Hz. A velocidade de rotação da turbina é da ordem de 90 rotações por minuto (1,5 Hz) e são utilizados 40 pares de pólos magnéticos no eletroímã para gerar corrente elétrica com esta frequência.

14 - O valor da tensão fornecida pela usina de Itaipú está na faixa de 110 V a 220 V ? Explique-se !

A intensidade da corrente elétrica induzida depende da variação do campo magnético. Então quanto mais intenso for o campo magnético produzido pelo eletroímã (no caso de um gerador de usina), maior será a variação, e conseqüentemente maior será a intensidade da tensão fornecida.

15 - Como você acha que são obtidos grandes campos magnéticos ?

16 - Será que se um gerador de corrente elétrica alternada possuir um grande campo magnético, mas se mantiver parado, energia elétrica será "produzida" ? Por que ?

A potência de um gerador de energia elétrica depende da intensidade do campo magnético e da tensão fornecida. A tensão

por sua vez será tanto maior, quanto maior for o tamanho do fio condutor usado nas espiras. Esta ai o motivo de usar-se um número elevado de espiras nos enrolamentos dos geradores. Nas grandes usinas, são utilizados geradores de grande porte, que possuem enormes eletroímãs e enrolamentos com muitas espiras.

17 - O tamanho da barragem de uma hidroelétrica tem alguma relação com o fato de serem utilizados grandes geradores ? Por que ?

18 - Afinal, um gerador de corrente elétrica alternada "produz" energia elétrica, no sentido denotativo da palavra ? Por que?

19 - Será que todo tipo de usina de energia elétrica utiliza geradores ? Explique!

---

### ATIVIDADE TEORICO-EXPERIMENTAL 06

NOME(S):.....

TITULO: Geradores de Energia Elétrica

REVISÃO CONCEITUAL: Descreva em poucas palavras o princípio de funcionamento dos geradores de energia elétrica simples.

MATERIAL: Liste o material utilizado nesta atividade.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL: Descreva as etapas realizadas nesta atividade.

ANALISE:

- 1 - Qual a diferença básica entre um gerador e um motor ?
- 2 - O que ocasiona a variação da corrente elétrica num gerador de energia elétrica ?
- 3 - Por que é necessário que os geradores de energia elétrica movimentem a bobina para o funcionamento ?
- 4 - O que acontece quando aumentamos a velocidade de rotação da bobina de um gerador ? Por que isto ocorre ?

5 - Por que não é correto afirmar que um gerador produz energia elétrica ?

CONCLUSÃO: Escreva sobre a importância (ou não) dos geradores de energia elétrica na sociedade moderna.

---

\* Utilizou-se dinamos de bicicleta, microamperímetro e uma lâmpada incandescente de 6 V. Desmontou-se o mesmo, para operacionalizar os conceitos de variação de fluxo magnético e voltagem induzida.

---

## 2.5.2 - TEXTO 09: DAS USINAS ATÉ AS NOSSAS CASAS E TEXTO DE LEITURA 02: A IMPORTANCIA DE "ESTUDAR" UM TEXTO

Nesta ocasião estava-se novamente retornando de um período de greve do magistério público do Estado de Santa Catarina. Este fato se prolongou por duas semanas, e quando se retornou às atividades, o ano letivo estava encerrado, de acordo com o calendário escolar.

Mencionar este episódio é importante, porque a "experiência educacional dialógica" que foi desenvolvida e que no momento é relatada, ocorreu no cotidiano de uma sala de aula, na disciplina de Física, de uma escola pública estadual, no período noturno, sem nenhuma especificidade. Tudo ocorreu no espaço escolar formal, com todas as suas limitações ! Logo, se houve greve, as aulas foram interrompidas, e os alunos-trabalhadores do "grupo de trabalho" passaram pelas mesmas condições que os outros alunos matriculados nesta unidade escolar.

Reiniciou-se as atividades escolares negociando com os educandos a continuidade do calendário escolar. O que mais se discutiu naquela ocasião na escola, de uma maneira geral, foi a avaliação discente, o que não resta dúvida para a nossa perspectiva, é lastimável. Depois desta etapa sucedeu-se um período em que os educandos realizavam até quatro provas escritas por noite.

Com o "grupo de trabalho" tudo ocorreu num assembleísmo,

isto é, decidiu-se pela continuidade dos trabalhos e o processo de avaliação através de encaminhamento e votação de propostas provenientes dos próprios componentes. Teve-se ainda mais duas semanas de aula, sendo a última noite utilizada para a realização de uma avaliação. Não foi possível trabalhar, da forma como foi planejada a parte relativa à distribuição de energia elétrica, que envolve o "estudo" dos transformadores (a partir do último parágrafo da terceira página do texto 09)

A parte relativa às usinas geradoras foi mais priorizada, tendo em vista os resultados das avaliações anteriores, onde os alunos-trabalhadores, segundo parâmetros estabelecidos, mostraram não ter uma visão técnica e científica razoável a respeito da "produção" de energia elétrica, através de geradores eletromagnéticos.

Organizou-se inclusive uma viagem de estudo à usina termoelétrica em funcionamento no Estado de Santa Catarina. O "grupo de trabalho" participou do evento acompanhado por colegas e professores, que efetivaram o accessoramento necessário.

Na última aula da "experiência educacional dialógica" leu-se o "texto de leitura 02" com o "grupo de trabalho". Discutiu-se depois sobre o processo educacional vivido, apesar de ter ocupado apenas um quinto de todas as atividades em sala de aula da turma, pois assistiam vinte e cinco horas-aula semanais.

Nesta ocasião um dos alunos-trabalhadores, que atua na construção civil, sugeriu que fosse lido o poema "operário em construção" de autoria de Vinicius de Moraes. O poema foi lido e pela discussão que se sucedeu, acredita-se que o "grupo de trabalho" compreendeu que o processo educacional tenha contribuído significativamente para a conscientização dos mesmos, face ao estado de imersão em que se encontravam (este poema é apresentado no início deste trabalho).

---

#### Texto 09 - Da Produção à Distribuição de Energia Elétrica !

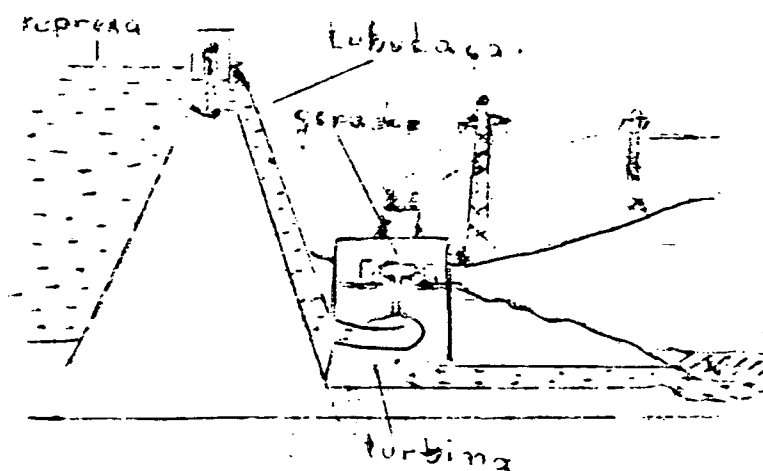
A energia elétrica utilizada em nossas casas, nas indústrias, etc, chega até nós por meio de corrente elétrica

alternada. Esta corrente veicula e energia elétrica "produzida" nas centrais elétricas, por grandes geradores.

1 - Qual a diferença entre corrente elétrica alternada e contínua?

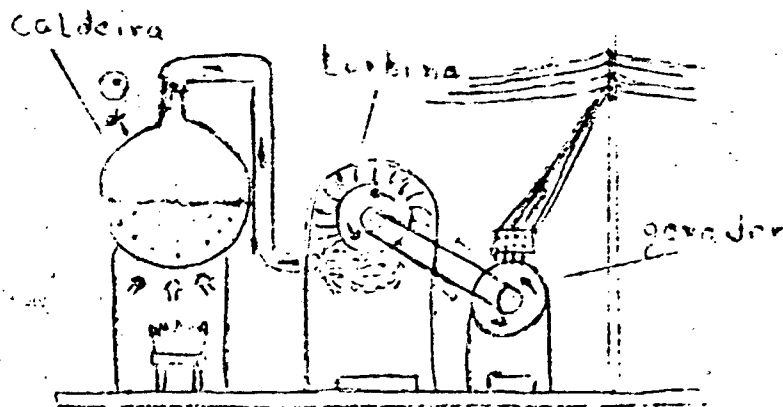
2 - Como funcionam os geradores que produzem corrente elétrica alternada ?

Estes geradores são dispositivos que transformam uma outra forma de energia em energia elétrica. Numa usina hidroelétrica, por exemplo, a energia mecânica da queda de água é usada para colocar o gerador em rotação ocorrendo transformação de energia mecânica (potencial - represa; energia cinética - água no final do duto) em energia elétrica.



3 - Quais as formas de energia envolvidos na transformação energética, numa hidroelétrica ?

Nas usinas termoelétricas, o gerador é acionado pelo vapor de água que sai de uma caldeira aquecida. Para aquecer esta caldeira, utiliza-se o calor liberado na combustão de óleo ou carvão, ocorrendo assim nestas usinas a transformação de energia térmica em energia elétrica.



Nas usinas nucleares, o princípio de funcionamento é praticamente o mesmo de uma termoelétrica. A única diferença é que o calor utilizado para produzir o vapor que aciona o gerador, é obtido por meio de reações nucleares que desenvolvem num reator atômico (fissão do urânio). Temos neste caso a transformação de energia nuclear em energia elétrica.

Resumindo, numa hidroelétrica temos a barragem, turbina(s) e gerador(es); enquanto numa nuclear temos ao invés da barragem o(s) vaso(s) de contenção (ões), onde está o reator.

4 - Quais as partes fundamentais de uma termoelétrica ?

Quase toda energia elétrica que "consumimos" provém de usinas geradoras, situadas geralmente a centenas de quilômetros de distância. O transporte desta energia elétrica até os centros consumidores ocorre através de fios, denominados de linhas de transmissão, que ligam as instalações elétricas à usina geradora de eletricidade, formando um enorme circuito elétrico.

5 - O que você entende por linha de transmissão ?

6 - O que você entende por circuito elétrico ? Dê exemplos !

Qualquer que seja o tipo de usina geradora escolhida para a "produção" de energia elétrica, ela "produzirá" corrente alternada.

A passagem de corrente elétrica pelos fios provoca "perdas" de energia elétrica, por efeito joule, quando esta é transportada por longas distâncias. Para que durante a transmissão, esta perda não seja muito grande, a corrente elétrica é diminuída antes desta ser transportada, e conseqüentemente a tensão é elevada, mantendo-se desta forma a potência do gerador constante. Ao chegar próximo aos centros consumidores, a tensão elétrica é rebaixada e a corrente elétrica é aumentada.

7 - O que é o efeito Joule ? Qual a relação entre o efeito Joule e o valor da corrente elétrica ? Dê exemplos que ilustrem a ocorrência do efeito Joule.

8 - Por que não diminuir o valor da resistência dos fios que transmitem a energia elétrica (linhas de transmissão) seja aumentando a área (espessura) destes, seja reduzindo muito sua temperatura ?



9 - Analise a afirmação: Para reduzir as "perdas" por aquecimento nas linhas de transmissão, a energia elétrica deve ser transmitida com baixa corrente e alta tensão.

10 - Por que se usa corrente alternada para transportar energia elétrica ?

Na usina geradora a tensão é da ordem de 1000 V. O transformador eleva a tensão gerada até aproximadamente 700000 V, para ser transportada a grandes distâncias pelas linhas de transmissão. Ao chegar na subestação um transformador abaixa a tensão para 13800 V, que é o valor utilizado pelo consumidor industrial. A distribuição pelas ruas (linha horizontal no alto dos postes) é feita com 13800 V. Na posteação de ruas, existem transformadores que abaixam a tensão de 13800 V para 220 V e 110 V, para o consumidor residencial (linha horizontal no meio dos postes).

11 - Faça um diagrama em bloco do sistema de distribuição de energia elétrica, desde a usina até nossas residências.

12 - Por que as vezes falta luz em algumas partes da cidade e em outras não ?

13 - Qual a função dos transformadores na rede de distribuição de energia elétrica ?

A voltagem que recebemos em nossas residências, proveniente do transformador de rua, é uma voltagem alternada, isto é, o seu sentido é invertido periodicamente. Estas inversões de sentido são muito rápidas, pois sua frequência é de 60 Hz, isto é, a voltagem muda de sentido 120 vezes por segundo.

14 - Por que não conseguimos observar a variação da corrente elétrica no filamento de uma lâmpada incandescente, por exemplo ?

Alguns transformadores estão localizados nos postes da rede elétrica. São caixas de ferro que contém bobinas que diminuem a voltagem da rede elétrica de abastecimento de corrente alternada. Neste caso, é um transformador de diminuição de voltagem (denominado de abaixador de tensão). Transformadores de elevação de voltagem (denominados de elevadores de tensão) são usados nas estações geradoras para elevar a voltagem ao enviar a corrente através das linhas de transmissão.

Basicamente, um transformador é constituído de fios

enrolados (bobinas) num núcleo fechado de ferro. Possuem duas bobinas independentes, isto é, sem nenhum contato elétrico. A primeira bobina (enrolamento primário) é por onde entra a energia elétrica e a segunda bobina (enrolamento secundário) é onde esta sai. As duas bobinas podem estar uma sobre a outra, porém isoladas eletricamente, com núcleo de ferro comum a ambos.

15 - Qual a diferença entre transformadores elevadores e abaixadores ?

16 - Quais os componentes básicos de um transformador ?

O transformador é um aparelho consumidor de energia elétrica quando considerado o lado do enrolamento primário e também, fonte ou gerador de energia elétrica o lado do enrolamento secundário.

O princípio de funcionamento dos transformadores está baseado no fenômeno da indução eletromagnética. O enrolamento primário é ligado ao circuito onde já existe corrente elétrica, que deve ser alternada. Esta corrente cria um campo magnético variável com o tempo, proporcional ao número de voltas do enrolamento e conseqüentemente o fluxo magnético deste campo através do enrolamento secundário, é também variável. Este fluxo magnético variável induz no enrolamento secundário uma corrente elétrica.

17 - Se as duas bobinas (primário e secundário) não estão ligadas entre si, como pode "fluir" corrente elétrica através dos transformadores ?

18 - Por que não é conveniente "produzir" energia elétrica com corrente contínua ?

19 - Um transformador elevador produz energia elétrica ? Por que?

A potência elétrica é o produto da tensão pela corrente, conseqüentemente uma elevação de tensão provoca uma diminuição de corrente e vice-versa. Tais alterações são obtidas variando-se o número de voltas do enrolamento secundário em relação ao enrolamento ao do enrolamento primário.

Quando a tensão é elevada a corrente elétrica diminui, de modo que o enrolamento secundário pode ser feito com fio mais fino, sem produzir aumento da energia dissipada por aquecimento. No transformador abaixador de tensão ocorre o processo inverso, ou seja, com a diminuição da tensão, a corrente elétrica aumenta

e para que não haja aumento da energia dissipada, o enrolamento secundário é feito de fio mais grosso.

A relação entre as tensões de entrada (no primário) e de saída (no secundário) é estabelecida admitindo-se que o transformador mantém as potências no primário e no secundário constante.

$$\text{POTENCIA primário} = \text{POTENCIA secundário}$$

$$(\text{tensão} * \text{corrente}) \text{ primário} = (\text{tensão} * \text{corrente}) \text{ secundário}$$

20 - Se a tensão de entrada num transformador de alta tensão, que observamos na rua é de aproximadamente 13800 V e a tensão de saída é 220 V, qual a relação entre as correntes de entrada e saída ? A corrente sofreu um acréscimo ou uma diminuição?

A relação entre as tensões de entrada e de saída do transformador é igual a relação entre o número de voltas de fio dos enrolamentos, primário e secundário.

$$\text{tensão entrada/tensão saída} = \text{No de voltas do primário/No de voltas do secundário}$$

$$V_{\text{entrada}}/V_{\text{saída}} = N_{\text{primário}}/N_{\text{secundário}}$$

21 - O primário de um transformador tem 4000 espiras e o secundário tem 400 espiras. Se a tensão de entrada é 220 V, qual é a tensão de saída ?

Nos transformadores elevadores de tensão (subestações, por exemplo), a bobina do primário tem menor número de voltas de fio que a bobina do secundário. Os transformadores abaixadores de tensão tem maior número de voltas de fio na bobina do primário que no secundário.

Os transformadores dos postes nas ruas da nossa cidade, são abaixadores de tensão. Suas bobinas são protegidas por uma caixa de ferro, com óleo para isolamento e resfriamento. Um transformador não tem partes móveis como é o caso do gerador, funcionando devido a este fato por durante muitos anos sem necessidade de reparo.

22 - Se um transformador elevador de tensão, diminui a corrente no secundário, podemos usar fios mais finos ? E no transformador abaixador de tensão ?

---

## O ATO DE ESTUDAR

Esta atitude séria e curiosa na procura de compreender as coisas e os fatos caracteriza o ato de estudar. Não importa que o estudo seja feito no momento e no lugar do nosso trabalho, como no caso de Pedro e Antônio, que acabamos de ver. Não importa que o estudo seja feito noutra local e noutra momento, como o estudo que fazemos no Círculo de Cultura. Em qualquer caso, o estudo exige sempre esta atitude séria e curiosa na procura de compreender as coisas e os fatos que observamos.

Um texto para ser lido é um texto para ser estudado. Um texto para ser estudado é um texto para ser interpretado. Não podemos interpretar um texto se o lemos sem atenção, sem curiosidade; se desistimos da leitura quando encontramos a primeira dificuldade. Que seria da produção de cacau naquela roça se Pedro e Antônio tivessem desistido de prosseguir o trabalho por causa do lamaçal ?

Se um texto às vezes é difícil, insiste em compreendê-lo. Trabalha sobre ele como Antônio e Pedro trabalharam em relação ao problema do lamaçal.

Estudar exige disciplina. Estudar não é fácil porque estudar é criar e recriar e não repetir o que os outros dizem.

Estudar é um dever revolucionário !

FREIRE, PAULO. *A Importância do Ato de Ler*. São Paulo, Cortez, 1983.

### 3 - ANALISANDO A EXPERIENCIA EDUCACIONAL DIALOGICA VIVIDA

#### 3.1 - CONSIDERAÇÕES SOBRE OS PRIMEIROS MOMENTOS VIVIDOS

##### 3.1.1 - CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROCESSO DE "INVESTIGAÇÃO PARTICIPATIVA" VIVIDO COM O "GRUPO DE TRABALHO"

A proposta de mudar o rumo e a forma das atividades educacionais foi encaminhada ao "grupo de trabalho" de forma participativa, com direito a voz e voto a todos os componentes do mesmo. Discutiu-se com os alunos-trabalhadores alguns aspectos, que julgou-se fundamentais, para efeito de esclarecimento da proposta, para o encaminhamento do processo de tomada de decisão.

Isto exigiu que os interessados expusessem seus posicionamentos frente a situação que viviam. Desta forma, alguns alunos-trabalhadores começaram a colocar sua visão de mundo e conseqüentemente a defendê-la perante a plenária que se formou.

Apesar da limitação temporal para a realização desta etapa, pois foi utilizada apenas uma hora-aula por semana, na sexta-feira, a interação entre os elementos do "grupo de trabalho", proporcionou que o processo dialógico fosse inaugurado. Além disto, o processo participativo, no espaço escolar, que foi novidade para a maioria dos alunos-trabalhadores, estava instaurado desde o início das atividades, com a pretensão de ser coerente com a concepção educacional adotada.

##### 3.1.2 - A DISCUSSÃO EM TORNO DO "TEXTO INTRODUTORIO"

O processo de "investigação participativa" foi incrementado pelo "estudo" do "texto introdutório". A intenção majoritária ao utilizar este material didático nesta etapa, foi estabelecer um referencial teórico para a discussão que se procurou alimentar, em torno de assuntos relacionados com a eletricidade.

O objetivo era identificar divergências e convergências, entre a "leitura" dos alunos-trabalhadores e a da Física, sobre o assunto em questão, para problematizar a realidade vivida.

A maior dificuldade encontrada na operacionalização desta etapa, esteve centrada na falta de adaptação dos alunos-trabalhadores com a atividade de leitura, isto é, a dinâmica educacional que exige a compreensão crítica dos textos que são "estudados". Conseqüentemente, a direção do processo de discussão, em torno da temática da eletricidade, necessitou ser "irrigada" de diversas formas, como por exemplo, através de elaborações de questões sobre o assunto tratado no "texto introdutório" pelos alunos-trabalhadores, para que fossem discutidas por todos conjuntamente.

A preocupação maior dos alunos-trabalhadores, estava em saber como seriam avaliados pela realização das tarefas que desenvolviam na ocasião. Após discutir o assunto em plenária, resolveu-se que de todas as questões levantadas e discutidas, o professor elegeria quatro, segundo critérios pré-estabelecidos, para que os alunos-trabalhadores, agrupados de quatro em quatro, formulassem as respostas que julgassem apropriadas.

Esta dinâmica permitiu que fossem identificadas questões fundamentais, que propiciaram o desenvolvimento da experiência dialógica. O caminho utilizado foi conversar com os alunos-trabalhadores, partindo de suas "leituras" sobre questões específicas, que haviam elaborado por escrito, no sentido de compreendê-las.

Este procedimento utilizado durante esta etapa foi muito importante, pois os professores ao realizarem as leituras dos trabalhos executados pelos alunos, apenas identificam os pontos de convergências (acertos) e de divergências (erros), segundo o modelo adotado. Não se preocupam se os alunos passam do conhecimento "mágico", fragmentado, "intuitivo", para o científico. Conversando com os alunos-trabalhadores, isto é, participando da sua "realidade concreta", pôde-se identificar diversos aspectos, os quais utilizou-se para iniciar o processo educacional.

Quando lhes foi solicitado, por exemplo, para descrever os processos de transformação energéticos, envolvidos numa usina hidroelétrica (questão 01) as respostas foram elaboradas na mesma direção que a dos modelos físicos. Contudo, o mesmo não aconteceu quando se abordou a questão do calor (questão 02), sendo esta

fundamental para o "estudo" das termoelétricas, que suprem energeticamente algumas regiões do país, inclusive a vivida pelo "grupo de trabalho". Este fato, após ser constatado, foi discutido com os alunos-trabalhadores, no sentido de inferir-se sobre suas "visadas" sobre o assunto.

O ponto fundamental da "investigação participativa" foi dar início ao processo dialógico, para que os interesses dos elementos do "grupo de trabalho" viessem à tona. Em outras palavras, a investigação que se realizou, dentro da temática da eletricidade (limitação pedagógica), tendo em vista a experiência educacional ter sido desenvolvida no espaço escolar formal, conseguiu reforçar a necessidade de alguns "temas de estudo" para os alunos-trabalhadores, isto é, o "universo temático" que foi "estudado".

### 3.1.3 - OS CAMINHOS UTILIZADOS NA BUSCA DOS "EQUIPAMENTOS GERADORES"

Após a discussão do "texto introdutório" não se tinha claro o direcionamento a ser tomado nas atividades educacionais. O que marcou foi o "estudo" desenvolvido em torno da "conta de luz" que identifica quantitativamente o "consumo" de energia elétrica mensal.

Trabalhou-se com a unidade de energia elétrica utilizada pela companhia de distribuição de energia elétrica, assim como com as equações físicas que permitem determinar o "consumo energético". Discutiu-se também sobre a importância do intervalo temporal para o cálculo do "consumo energético", sem contudo, neste primeiro momento associar ao tempo de uso dos equipamentos elétricos.

O que se constatou foi que a discussão em torno de coisas "concretas", como por exemplo, o "consumo" de energia elétrica de determinada lâmpada incandescente e a respectiva conta a ser paga no final de cada mês, abriu caminho para a dialogicidade. Em contrapartida, o "estudo" em torno do "texto introdutório", apesar deste resgatar e fornecer informações específicas da área do conhecimento em que se trabalhou (Física), não surtiu muito re-

sultado naquela ocasião.

A partir da "conta de luz" teve-se uma primeira visão da concepção "mágica" que alguns alunos-trabalhadores tinham, por exemplo, do funcionamento de uma lâmpada incandescente e da forma como esta transformava energia elétrica em luz e calor.

Começaram a surgir questões como: O que determina o "consumo" de energia elétrica? Qual a utilidade da explicitação do valor da potência dos equipamentos elétricos? Desta forma, foi-se tendo idéia dos "equipamentos geradores" que nortearam a experiência educacional dialógica.

Porém não bastou falar dos "equipamentos geradores". Foi preciso estabelecer atividades educacionais que permitiram a operacionalização dos conceitos físicos envolvidos, para mudar a concepção que tinham sobre alguns assuntos. Isto exigiu a presença destes equipamentos, para que os alunos-trabalhadores pudessem, através do manuseio, "estudá-los", com o intuito de compreendê-los.

### 3.2 - CONSIDERAÇÕES SOBRE O "ESTUDO" DESENVOLVIDO COM OS "EQUIPAMENTOS GERADORES", DURANTE A EXPERIÊNCIA EDUCACIONAL DIALÓGICA

#### 3.2.1 - O LEVANTAMENTO DOS APARELHOS ELÉTRICOS (ELETRODOMÉSTICOS): ELEGE-SE OS PRIMEIROS "EQUIPAMENTOS GERADORES"

O "texto de estudo 01" sugeriu a realização de um levantamento dos aparelhos elétricos, isto é, eletrodomésticos na sua grande maioria, que o "grupo de trabalho" dispõe/utiliza cotidianamente. Depois de listados, notou-se que curiosamente alguns aparelhos elétricos não constavam na relação. Por exemplo: lâmpadas incandescentes e chuveiros elétricos não haviam sido "contabilizados" !

Através de conversas com os alunos-trabalhadores, constatou-se que possuíam e utilizavam estes aparelhos elétricos. Contudo, acreditavam que, por exemplo, lâmpada incandescente não era considerada aparelho elétrico, e que não havia nada de "especial"



nelas que merecia ser "estudado" ! Conheciam-na da sua "realidade concreta" e acreditavam que isto era suficiente para eles.

Inicialmente pensou-se em estabelecer os critérios necessários, para que determinado sistema físico fosse classificado como aparelho elétrico. Porém o grupo de especialistas que acessorou a experiência educacional, que ora se analisa, acreditou que isto era um dos aspectos da "realidade concreta" dos alunos-trabalhadores e que precisava ser problematizada, para que pudessem "estudá-la".

Portanto, lâmpadas incandescentes com bulbos transparentes (que permitiam visualizar o filamento da mesma) e o chuveiro elétrico idêntico ao dos alunos-trabalhadores, foram eleitos os primeiros "equipamento geradores" da experiência educacional. Isto exigiu que fossem desenvolvidos, dialogicamente com o "grupo de trabalho", atividades educacionais, que permitissem "estudá-los".

O que muito se discutiu no "grupo de trabalho", principalmente no início das atividades educacionais, foi a maneira de "estudar" os "equipamentos geradores". Os alunos-trabalhadores na ocasião questionavam se as lâmpadas incandescentes tinham relação com os conteúdos de ensino de Física.

Esta foi uma tarefa que acredita-se ter cumprido, por que através do "estudo" dos "equipamentos geradores", que foi suportado pelos "textos de estudo" e das "atividades teórico-experimentais", estabeleceu-se o vínculo entre as "coisas do cotidiano" e as "coisas da escola", que nos meios acadêmicos estão tão distantes.

### 3.2.2 - OS "EQUIPAMENTOS GERADORES" ESCOLHIDOS DURANTE A "INVESTIGAÇÃO PARTICIPATIVA"

A etapa da "investigação participativa" não aconteceu apenas numa etapa da experiência educacional dialógica que foi vivida com o "grupo de trabalho". Durante todo aquele período vivido, cotidianamente na sala de aula, não se dicotomizou ensino e pesquisa. Desta forma, os "equipamentos geradores" foram sendo escolhidos concomitantemente com o desenvolvimento das atividades

educacionais, vividas durante o ano letivo.

A seguir, serão tecidas algumas considerações sobre cada um dos "equipamentos geradores" utilizados pelo "grupo de trabalho" durante esta experiência educacional dialógica.

#### LAMPADAS INCANDESCENTES E CHUVEIRO ELÉTRICO

O aspecto fundamental que influenciou no processo de escolha destes "equipamentos geradores", já foi descrito na seção anterior. Porém, o fato do texto sobre eletricidade do GREF ser conhecido dos professores que desenvolveram a experiência educacional dialógica, foi marcante, visto que se estava iniciando a produção de material didático teórico e experimental.

Durante as atividades educacionais, envolvendo estes "equipamentos geradores" em particular, principalmente as de cunho experimental, notou-se que os alunos-trabalhadores não estavam preocupados ou interessados em "estudá-los", propriamente dito. Acreditou-se que isto ocorreu naquele momento, devido ao fato de se estar iniciando o processo educacional.

As lâmpadas incandescentes foram "estudadas" durante toda a primeira unidade do "programa de estudos". Isto levou alguns alunos-trabalhadores a questionarem por que "estudar" apenas este tipo de lâmpadas e não outros, por exemplo, as fluorescentes, que estavam presentes na sala de aula.

Discutiu-se com eles a limitação do tempo, em primeiro lugar, e em seguida o fato de que existia uma grande variedade de lâmpadas, porém possuíam/utilizavam majoritariamente as incandescentes. Falou-se ainda da questão de estarmos "estudando", num primeiro momento, os aparelhos resistivos, e as lâmpadas incandescentes se encaixavam nesta classificação.

Quando se fala em politizar os conteúdos de ensino, parece que basta uma "pitada" de cada um para resolver os problemas desta natureza. Acredita-se que seja impossível tornar determinado tópico "crítico-social", por exemplo, associação de resistores ôhmicos, agindo da forma como é "receitada" nos livros-textos, com os alunos na sala de aula, cotidianamente, se atendo apenas na resolução de problemas acadêmicos, após a "explicação monoló-

gica" proferida pelo professor.

Pensando nisto, ao se trabalhar com estes "equipamentos geradores", procurou-se discutir, por exemplo, onde estava a limitação tecnológica que impedia a produção, ou reparação local destes. No caso específico das lâmpadas incandescentes, utilizou-se a equação física que relaciona a resistência específica do material (que é confeccionado o filamento) com a variação de temperatura que se expõe, quando há passagem de corrente elétrica, para mostrar a importância da determinação precisa da espessura e do comprimento deste, para o bom funcionamento ou o controle da "vida útil" do sistema.

É importante este tipo de análise, pelo fato de não ter-se planejado, anteriormente, exatamente esta atividade educacional, da forma como se descreveu no parágrafo anterior. Isto ocorreu em virtude da discussão, na qual os alunos-trabalhadores estavam inseridos, e que direcionou de forma problematizadora a aula. Foi através do manuseio, por exemplo, dos filamentos de tungstênio das lâmpadas incandescentes e das resistências dos chuveiros elétricos, que puderam perceber a importância do detalhe técnico da espessura e do comprimento do resistor, que a Física equacionou !

Seguindo este caminho, acredita-se que seja possível resgatar as equações físicas e realizar um exame minucioso a nível metrológico das grandezas envolvidas, para discutir, por exemplo, o vínculo da Física com os meios-de-produção.

## CIRCUITO ELÉTRICO RESIDENCIAL

O "estudo" dos aparelhos resistivos implicou no manuseio de lâmpadas incandescentes, chuveiro elétrico, ferro de passar roupas, secador de cabelos, ferro de soldar, vaporizador inseticida, etc, mas não abordou a questão dos circuitos elétricos que permitem suas instalações. Este conteúdo de ensino mostrou-se indispensável quando se "estudou" os circuitos elétricos dos resistores que compõem os chuveiros elétricos, chave de teste, secador de cabelos, ferro de passar roupas, etc...

No período que se projetou o protótipo do circuito elétrico

residencial, que representou concretamente a realidade dos alunos-trabalhadores, observou-se que os mesmos já se encontravam envolvidos no processo educacional. Discutiu-se desde o custo do experimento até a viabilidade técnica para sua realização !

O medidor de energia elétrica instalado no circuito elétrico, permitiu ao "grupo de trabalho" realizar, por exemplo, medições da potência dos equipamentos elétricos, associando esta grandeza com o "consumo". Muito se questionou sobre a expressão "viabilidade econômica", que admite implicitamente aspectos tecnocientíficos. Foi importantíssima, por exemplo, a discussão vivida com o "grupo de trabalho", sobre o dimensionamento da fiação elétrica residencial e a potência dissipada na mesma, que representa "consumo" não aproveitado.

Por isto é questionável o fato de trabalhar com a parte experimental, apenas depois dos estudantes terem assistido as aulas teóricas. Se o objetivo for a compreensão dos modelos teóricos, ainda pode-se admitir que a atividade prática seja utilizada para "confirmar" a previsão teórica. Contudo, não foi nesta linha que se trabalhou ! é como afirmar que um eletricitista necessita cursar teoria eletromagnética a nível universitário, para compreender e construir um circuito elétrico residencial !

Naquela ocasião, lembrou-se de toda a limitação conceitual a nível de segundo grau, da parte de eletricidade. Daí o fato de serem desenvolvidos, nos cursos de Física de nível secundário, majoritariamente a parte de corrente contínua, em detrimento dos conteúdos de ensino que tratam de corrente alternada, utilizada nos circuitos elétricos da rede de distribuição de energia elétrica das cidades. Porém, acreditou-se que mesmo com todas as limitações, conceituais e matemáticas, o "estudo" da eletricidade seria mais significativo se fossem abordados temas relacionados com a "realidade concreta", isto é, circuitos elétricos de corrente alternada, iguais aos que existem nas residências.

#### **MOTOR ELÉTRICO DE CORRENTE CONTÍNUA E MEDIDORES ANALÓGICOS DE TENSÃO, CORRENTE E NÍVEL DE COMBUSTÍVEL**

O motor elétrico de corrente contínua e os medidores analó-

gicos, tornaram-se "equipamentos geradores", quando na ocasião do levantamento dos aparelhos elétricos, questionou-se sobre que era responsável pelo movimento produzido. O motor elétrico utilizado, foi retirado de um brinquedo movido a pilha. O que mais se comentou foi a facilidade com que conseguiam compreender, montar, desmontar, descrevê-lo, etc, enfim dominá-lo. Depois da atividade prática, que não abriu mão do manuseio com estes "equipamentos geradores", trabalhou-se com as grandezas físicas (força magnética, campo magnético e corrente elétrica) no plano cartesiano, ilustrando graficamente o produto vetorial.

Quando estiveram em posse deste "equipamento gerador" inicialmente, não tinham se dado conta do perpendicularismo dos seus componentes. Mas constatou-se, que durante a explanação sobre a elaboração teórica, que permitiu a construção deste sistema físico, os alunos-trabalhadores estavam atentos para estes detalhes. Afinal, de acordo com esta concepção educacional, parecia ter sentido questionar até por que os fios dos motores elétricos são dispostos em forma de espira !

Já com os medidores analógicos utilizados, o que mais se observou foi que os alunos-trabalhadores confiavam demasiadamente nos resultados de medição apresentados. Efetuando os cálculos para a determinação da resistência elétrica que é associada à bobina, foi que puderam compreender criticamente, por exemplo, por que não convém expressar o resultado de medição com um número muito grande de algarismos significativos.

Outro fato que merece ser abordado, é terem percebido a utilidade de um instrumento eletromagnético para determinar o nível de combustível no reservatório dos veículos automotores. Afinal, quando o veículo estiver estacionado, o sistema de medição fica desligado, não indicando nenhum valor, o que dificulta o furto, segundo o critério do "tanque cheio".

Porém não tinham conseguido compreender o que fazia o indicador defletir, de acordo com o nível do combustível. Ao abrirem o sistema na sala de aula, pôde-se constatar que haviam apreendido o que significava dizer que a resistência elétrica varia com o comprimento do material !

## DINAMOS DE BICLETA

Porque "estudar" este "equipamento gerador", numa cidade acidentada geograficamente (o que não permite que se trafegue com facilidade de bicicleta) e com boa iluminação pública ( não necessitando de iluminação no veículo) como Florianópolis ? Por que constatou-se que os alunos-trabalhadores acreditavam que o princípio de funcionamento dos dinamos estivesse ultrapassado, obsoleto. Afinal, isto era admissível, já que o gerador responsável pela energia elétrica, que chega até as residências, não estar localizado na mesma cidade, na maioria das vezes, como é o presente caso.

Curioso foi o fato dos alunos-trabalhadores terem trazido diversos dinamos de bicicletas para a sala de aula, antes mesmo do período previsto, e começaram a mexer, sem que fossem incentivados para tal, com o intuito de compreendê-los. Alguns assim agiram, por que acreditavam que, devido ao fato dos dinamos terem sido "aposentados", já estavam estragados.

Ao instalar uma lâmpada de baixa potência nos dinamos, e constatarem que estas acendiam, enquanto giravam a parte móvel dos geradores, verificaram que não estavam estragados, como pensavam anteriormente. Como forma de saber o que eles pensavam sobre isto, iniciou-se uma discussão sobre o fato dos dinamos não serem mais utilizados nas bicicletas.

Ao trabalhar com os dinamos de automóveis e motocicletas, acredita-se que os alunos-trabalhadores tenham percebido a importância da transformação de energia elétrica, via indução eletromagnética.

O que se tornou difícil, e não se sabe até que ponto se alcançou a compreensão, foi a operacionalização do conceito de variação do fluxo magnético, através da variação da área que encerra o mesmo, que é responsável pelo aparecimento da corrente induzida na fiação da bobina do dinamo. Reforçou-se o processo educacional com uma ilustração no "texto de estudo 08", mas mesmo assim percebeu-se que a maioria dos alunos-trabalhadores não compreenderam suficientemente bem o fenômeno físico responsável

pelo funcionamento do dínamo.

## USINA GERADORA E REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A termoelétrica foi escolhida como "equipamento gerador", visto que os alunos-trabalhadores desconhecem o fato de que este tipo de usina é a responsável majoritária pela geração de energia elétrica da cidade onde vivem. Além disto, interessante foi o fato de não associarem a rede de distribuição de energia elétrica com circuito elétrico das residências. Apesar disto, devido a limitação temporal do calendário escolar, tem-se consciência de não se ter trabalhado com esta última questão, de maneira satisfatória.

No período que se estava no espaço escolar, isto na última semana do ano letivo, impressionou-nos bastante o interesse e a participação do "grupo de trabalho", para com as atividades educacionais. Através de ilustrações apresentou-se esquemas das usinas hidroelétricas, termoelétricas e nucleares.

O que mais se discutiu, na ocasião foi a campanha de racionamento de energia elétrica do governo, realizada a cada final de ano, por causa da estiagem. Se é termoelétrica, se usa carvão mineral, o que as chuvas tem a ver com isso, perguntavam os alunos-trabalhadores? Falou-se da interligação dos circuitos de distribuição de energia elétrica de todo o sul do país.

Na questão nuclear procurou-se direcionar a discussão em torno da dependência tecnológica, especificamente na parte da construção e manutenção do prédio do gerador. Os alunos-trabalhadores, naquela ocasião, questionavam o fato do país exportar urânio e ser dependente na área de tecnologia de enriquecimento deste mesmo material, o que o leva conseqüentemente a importação.

Como última atividade educacional do ano letivo, programou-se uma viagem de "estudo" a Usina Termoelétrica Jorge Lacerda, no município de Tubarão, em nosso Estado. Facultou-se a participação, em virtude de entender-se que a data não era do consenso de todos. Participaram doze alunos-trabalhadores dos dezoito que faziam parte do "grupo de trabalho", naquela ocasião.

O questionamento dos alunos-trabalhadores, em torno da temática que se propuseram a discutir, surpreendeu os técnicos

da usina, que proferiram uma palestra, na oportunidade da visita. A insistência com que trataram algumas questões, de ordem técnica e científica, levou o engenheiro responsável a questionar, sobre o objetivo da visita à usina, para o professor de Física do "grupo de trabalho".

Uma análise mais apurada sobre esta atividade educacional, é feita no relato de uma companheira do curso de mestrado em educação, que acompanhou/acessorou o "grupo de trabalho", que transcreveu-se na íntegra na seção 3.6.3.

### 3.2.3 - OS "EQUIPAMENTOS GERADORES" E O DESENVOLVIMENTO DA EXPERIENCIA EDUCACIONAL DIALOGICA

Apesar de toda a delimitação prévia dos conteúdos de ensino, que deviam ser desenvolvidos em sala de aula, mapeados pelo programa oficial, procurou-se fazer com que os "equipamentos geradores" norteassem as atividades educacionais.

Através do "estudo" dos "equipamentos geradores", que não dispensava em hipótese nenhuma o seu manuseio pretendeu-se que, os conteúdos de ensino correlatos com estes, se tornassem significativos para os alunos-trabalhadores.

Desta forma, nenhum conteúdo de ensino "estudado" esteve desatrelado dos "equipamentos geradores", que representavam um recorte da realidade dos alunos-trabalhadores, segundo a limitação da temática da eletricidade.

O que se está afirmando, é que todos os materiais didáticos produzidos, tanto os "textos de estudos", de cunho mais teórico, como os "guias teórico-experimentais", que orientaram e avaliaram as atividades práticas, tiveram como objetivo o "estudo" dos "equipamentos geradores" eleitos.

Conseqüentemente, de acordo com esta concepção de ensino de ciências naturais, não se poderia desenvolver as atividades educacionais em sala de aula, tendo como objetivo a operacionalização de conceitos que estivessem desarticulados de um sistema físico qualquer. É claro que isto é muito difícil de ocorrer na Física. Por exemplo, quando se fala de corrente elétrica, é por que já se definiu um sistema, ou um circuito elétrico.



Contudo, o que nos parece "inútil" é trabalhar com sistemas não desenvolvidos para a realidade que se vive, e muito mais difícil se torna a operacionalização dos conceitos físicos que o suportam teoricamente. Neste sentido, mesmo trabalhando a nível microscópico, utilizando modelos físicos mais "sofistica-dos", o objetivo foi interpretar as grandezas físicas operacionalizadas nos "equipamentos geradores", como por exemplo, potência, tensão, corrente elétrica, variação de temperatura, etc...

No caminho oposto das correntes educacionais que trabalham com o ensino de Física voltado para a compreensão dos modelos físicos, desenvolvendo experimentos para fins exclusivamente didáticos, inúteis, do ponto de vista da compreensão e intervenção da realidade, o que se viveu durante a experiência educacional dialógica, foi a operacionalização dos conceitos físicos envolvidos nos princípios de funcionamento dos "equipamentos geradores".

Não foi preciso desenvolver experimentos didáticos para compreensão dos modelos da Física, por que são utilizados cotidianamente sistemas físicos construídos (que se denominou de "equipamentos geradores", visto não serem "dominados", pelo fato de estarem sendo utilizados princípios científicos na sua construção e funcionamento), que são mistificados. O que se fez foi "estudá-los" para desvelá-los, com o intuito de compreendê-los.

Em última análise, não se elegeu "temas de estudos", apesar de toda a limitação do planejamento educacional oficial, mas sistemas físicos construídos que se denominou de "equipamentos geradores", desenvolvendo os conteúdos de ensino que vão de encontro com as teorias físicas que permitiram sua construção e funcionamento. Em outras palavras, partiu-se da "realidade concreta" do "grupo de trabalho", operacionalizando-a concretamente com os princípios científicos que a transformaram, e conseqüentemente a mistificaram.

#### 3.2.4 - OS "EQUIPAMENTOS DOBRADIÇAS" DA EXPERIÊNCIA EDUCACIONAL DIALÓGICA

Além dos "equipamentos geradores", que foram eleitos e que

delinearam o "programa de estudos" desenvolvido com o "grupo de trabalho", outros sistemas físicos (aparelhos elétricos) fizeram parte do acervo dos materiais didáticos da experiência educacional dialógica.

Tiveram a função de operacionalizar determinados conceitos, permitindo que a "realidade concreta" fosse "iluminada". Serviram de "ponte" entre dois assuntos, que um determinado "equipamento gerador" aparentemente não dava conta de operacionalizar.

Como exemplo, podemos analisar a atividade educacional relacionada com o "tema de estudo" que versou sobre a resistência elétrica dos materiais. Mostrou-se que para a razão entre a tensão aplicada e a corrente elétrica utilizada ser constante, isto é, a resistência elétrica não variar ou ser considerada ôhmica (fato conhecido como Lei de Ohm), não deve haver variação de temperatura do sistema.

Contudo o vaporizador elétrico utilizado para repelir mosquitos e pernilongos, é composto por um resistor ôhmico com valor de oito quiloohms, que opera numa faixa de tensão (220 V), para a qual não foi projetado. Consequentemente varia sua temperatura, isto é, emite calor e vaporiza o material químico usado como inseticida.

Naquela ocasião não se pretendia utilizar este "equipamento dobradiça", pois se estava medindo a resistência elétrica, dos filamentos de lâmpadas incandescentes e do chuveiro elétrico, com diversos valores de tensão, mostrando a utilidade deste conceito nas duas situações: com variação ou não de temperatura. Falava-se da importância do fator ôhmico dos resistores para a construção dos equipamentos de áudio de vídeo, e os problemas técnicos ocasionados devido ao aquecimento. Em contrapartida trabalhava-se com lâmpadas incandescentes e chuveiros elétricos.

Foi aí que se utilizou o vaporizador elétrico que denominou-se de "equipamento dobradiça", devido ao fato deste ter sido incluído pelo professor de Física, que participou da experiência educacional dialógica, visando "facilitar a compreensão entre dois temas no conjunto da unidade programática, preenchendo um possível vazio entre ambos, que ora contém, em si, as relações a serem percebidas entre o conteúdo geral da programação e a visão

de mundo que esteja tendo o povo" (Freire, 1981: 136)

Outro "equipamento dobradiça" "estudado" foi a chave de teste. Inicialmente utilizou-se este sistema para identificar pontos expostos à passagem de corrente elétrica. Porém como a maioria dos alunos-trabalhadores acreditava que as associações de resistores elétricos em série não tinha utilidade, "estudou-se" seu princípio de funcionamento.

Inédita foi a discussão que este "equipamento dobradiça" gerou, durante o período que se "estudou" este sistema em particular, na experiência educacional dialógica. Discutindo com diversos profissionais ligados à área de eletricidade, os alunos-trabalhadores constataram que estes não dominavam o princípio de funcionamento de tal instrumento.

Nesta ocasião os alunos-trabalhadores perceberam que um caminho a ser trilhado para "estudar" a realidade que vivenciam cotidianamente é mexer, desmontar, montar, penetrar, nos aparatos tecnológicos, discutindo-os, para poder compreendê-los. Houve até quem perguntasse se a chave de teste estava incluída no programa oficial da disciplina de Física. Respondeu-se que corrente elétrica, tensão, resistência elétrica, associação de resistores elétricos em série e tantos outros conceitos e tópicos da Física estavam incluídos !

### 3.3 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A ELABORAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO "PROGRAMA DE ESTUDO" ELABORADO COM O "GRUPO DE TRABALHO"

#### 3.3.1 - AS LIMITAÇÕES DEVIDO A EXISTÊNCIA DO PROGRAMA OFICIAL

Não leva a lugar nenhum a discussão dos problemas enfrentados pelas escolas públicas brasileiras, especificamente no período noturno, se quando se está lá, nada se faz no sentido de buscar soluções alternativas. É comum a identificação dos erros, a análise dos problemas, mas raríssimas são as propostas e experiências educacionais desenvolvidas, visando a solução dos mesmos.

Por isto não se admitiu, em momento nenhum, que seria impossível viver uma experiência educacional dialógica no espaço esco-

lar formal, da forma como está organizado, durante o ano letivo, apesar de todas as suas sequelas autoritárias, consequentes do sistema social, que aí está instaurado. O importante é caminhar, mesmo que seja devagar, na direção que se almeja.

Mesmo sabendo da existência do programa oficial da escola para a disciplina de Física, trabalhou-se num primeiro momento com os alunos-trabalhadores do "grupo de trabalho" que viveram a experiência educacional dialógica, mapeando as primeiras unidades dos "temas de estudos". Falou-se inclusive da atitude "subversiva" que se estava cometendo, ao planejar atividades educacionais alternativas, diferentes das oficiais, que haviam sido pré-estabelecidas.

A discussão girou em torno dos conteúdos de ensino: seriam os mesmos, do programa oficial, ou elegeríamos outros? Depois da escolha dos primeiros "equipamentos geradores", mostrou-se ao "grupo de trabalho", que os conteúdos de ensino que necessitavam ser "estudados" seriam outros, mas o conhecimento científico envolvido era o mesmo. O que mudaria seria a concepção de se "estudar" e a finalidade de se realizar este "estudo".

Quando se mapeou no quadro-negro as atividades educacionais relacionadas com o primeiro "tema de estudo", iniciou-se um processo de discussão em torno da utilidade dos conteúdos de ensino. Perguntou-se, na ocasião aos alunos-trabalhadores onde tinham utilizado os conteúdos de ensino ou as informações aprendidas, por exemplo, na disciplina de Física, até aquele momento e se haviam participado do processo de seleção do que havia sido estudado até então.

Falou-se muito da finalidade de se estudar uma disciplina como a Física, que a maioria manifestava aversão. Era clara a "visão cientificista" que tinham da disciplina de Física, tendo em vista as experiências anteriores, no primeiro e segundo anos do segundo grau.

Contudo, devido ao fato das outras turmas no mesmo nível de escolaridade estarem realizando as atividades educacionais previstas no programa oficial, sempre se discutiu a compatibilidade ou não dos conteúdos de ensino "estudados". Além disto, por ser uma turma terminal da unidade escolar, a expectativa do concurso

vestibular também gerou discussões em torno dos conteúdos de ensino a serem "estudados"

Vale a pena mencionar o fato de que a direção da unidade escolar onde se desenvolveu a experiência educacional dialógica, mesmo sem estar a par dos acontecimentos, exigiu que a supervisora escolar frequentasse com assiduidade as aulas. O "grupo de trabalho" resolveu que seria enviado a direção um exemplar de cada material didático utilizado durante o ano letivo.

Curioso foi o fato da supervisora que acompanhou algumas atividades educacionais com o "grupo de trabalho", inicialmente a pedido da direção e depois voluntariamente, ter desenvolvido um estudo a nível de pós-graduação (especialização) sobre os materiais didáticos produzidos e utilizados em sala de aula, pelo "grupo de trabalho". Segundo ela estava-se vivendo uma experiência educacional popular no ensino de Física !

### 3.3.2 - A DISCUSSÃO COM OS ALUNOS-TRABALHADORES

A primeira discussão vivida com o "grupo de trabalho" sobre o "programa de estudos" desenvolvido, foi a partir do momento que se escolheu os primeiros "equipamentos geradores". Entendeu-se que era indispensável discutir com os mais interessados, isto é, com os alunos-trabalhadores, como e o que "estudar", segundo a concepção educacional adotada.

Uma questão que se discutiu durante duas horas-aulas de quarenta e cinco minutos cada, foi o que mudaria no processo de avaliação discente, com o desenvolvimento da experiência educacional dialógica. Julgou-se pertinente a temática, tendo em vista a opressão que os alunos-trabalhadores são submetidos pelo sistema de avaliação da escola formal. Pensemos sobre o que significa a exigência de setenta por cento de aproveitamento das atividades escolares vividas no período noturno, após viver no mínimo oito horas de trabalho de, durante um dia ?

Sobre o sistema de avaliação, ficou resolvido que após "estudar" cada "texto de estudo", seria realizada uma verificação, sendo esta uma componente do processo total, tendo em vista que elaborariam ainda os "guias teórico-experimentais", sendo

avaliados pela realização desta tarefa.

Atacou-se ainda a questão das aulas serem majoritariamente expositivas, priorizando a fala do professor. Discutiu-se as vantagens e as desvantagens deste fato, e o aspecto da participação dos componentes do "grupo de trabalho" no processo educacional. Falou-se da impossibilidade de se trabalhar convencionalmente em sala de aula com os equipamentos experimentais, isto é, o professor manuseia e demonstra para os alunos.

Após ter-se iniciado a experiência educacional dialógica, especificamente no final das atividades letivas do primeiro semestre, abriu-se uma discussão sobre os prós e os contra, da mesma. Para auxiliar a coleta de informações, solicitou-se que os alunos-trabalhadores respondessem algumas questões levantadas durante o período vivido. Para deixá-los mais a vontade, tendo em vista o processo opressivo da escola, sugeriu-se que os questionários não fossem identificados, isto é, não carregassem os nomes dos respondentes. Mesmo assim, a maioria fez questão de se identificar.

Para finalizar o processo de discussão, no final das atividades escolares, abriu-se a discussão com o "grupo de trabalho", no sentido de avaliar a experiência educacional dialógica vivida. Falou-se muito na ocasião dos movimentos grevistas do magistério público estadual, que interromperam o processo educacional por duas vezes, que diagnosticava a situação calamitosa que encontra a escola pública.

Outro assunto muito debatido naquela oportunidade, foi o fato da experiência educacional dialógica ter sido vivida apenas na disciplina de Física, o que representava apenas um quinto das atividades educacionais. Falou-se ainda bastante das limitações do programa oficial, que não deixava claro a possibilidade de desenvolver atividades alternativas.

Observava-se a esta altura, que a maioria significativa dos alunos-trabalhadores participava do processo de discussão, no sentido de colaborar com a avaliação que se pretendia realizar. Alguns perguntavam se experiência ia ser estendida ou simplesmente ser engavetada.

### 3.3.3 - OS "EQUIPAMENTOS GERADORES" NORTEANDO O PROCESSO EDUCACIONAL

Ao se elaborar o "programa de estudos" com os alunos-trabalhadores do "grupo de trabalho", teve-se como princípio básico que os "equipamentos geradores é que balizariam majoritariamente as atividades educacionais.

Observando o "programa de estudos" elaborado durante a experiência educacional dialógica, pode-se notar que os conhecimentos científicos que foram trabalhados sob a forma de conteúdos de ensino na sala de aula, convergiram para o "estudo" dos "equi-pamentos geradores". Não existiu nenhum tópico sequer do "progra-ma de estudos", que não tenha sido direcionado para os "equipa-mentos geradores" eleitos.

Uma vez que o processo educacional vivido, foi balizado pelo "programa de estudos" desenvolvido, o que ocorreu, foi que cotidi-anamente "estudou-se" Física com o intuito de compreender os sistema físicos construídos que são utilizados no trabalho, na escola, nas residências, etc.

Na oportunidade que se trabalhou com os dinamos de bibcicle-tas, por exemplo, embora o objetivo maior fosse a compreensão da expressão "produção" de energia elétrica, os conceitos físicos foram operacionalizados tendo em vista este "equipamento gerador", em particular.

Na ocasião deste "estudo", discutiu-se bastante com o professor co-orientador deste trabalho, que possui formação na área da Física, a respeito do conceito de força-eletromotriz. Basicamente a essência da discussão versava a respeito da própria terminologia deste conceito, o qual não se tinha feito menção anteriormente.

Resolveu-se utilizar a expressão "voltagem induzida", para denominar a força-eletromotriz que surge nos terminais da bobina do dinamo, uma vez ter-se "estudado" anteriormente o conceito de tensão. Contudo, o mais importante não foi a preocupação nominalística que se teve ao tratar com tal conceito físico, mas sim o fato de operacionalizá-lo, face ao "estudo" que se desenvolvia sobre o dínamo.

Além disto, o respectivo "equipamento gerador" foi utilizado em todos os momentos desta etapa da experiência educacional dialógica, desde a abordagem do processo de transformação energética, até quando se resgatou o modelo físico para interpretar a força que surge sobre as cargas elétricas, que geram a voltagem induzida nos elementos condutores da bobina.

Da mesma forma se procedeu quando se avaliou a equação da força-eletromotriz induzida, conhecida como Lei de Faraday. Manuseando o dinamo é que se discutiu a importância do conceito da variação temporal do fluxo magnético. Como construí-lo de maneira ótima, para que a variação temporal desta grandeza física seja máxima ?

Durante o trabalho com os "equipamentos geradores" o suporte operacional dos conceitos físicos, em algumas situações proporcionou uma discussão tão profícua que tinha-se a sensação de se estar vivendo uma situação dialógica na sua plenitude, em torno de assuntos técnicos. Manuseando os dinamos, por exemplo, chegou-se inclusive a discutir sobre variação temporal infinitesimal de fluxo magnético !

### 3.4 - SOBRE O PROCESSO DIALÓGICO QUE SUBSIDIU A PRODUÇÃO DOS MATERIAIS DIDÁTICOS TEÓRICOS E EXPERIMENTAIS

#### 3.4.1 - SISTEMATIZANDO AS DISCUSSÕES PARA "ESTUDA-LAS"

Para que o processo dialógico ocorresse, tornou-se necessário "estudar" as coisas do cotidiano dos alunos-trabalhadores. Assim, por exemplo, durante o "estudo" do chuveiro elétrico e do seu respectivo princípio de funcionamento, a discussão ocorreu de tal forma que a fala do professor não foi majoritária no processo. Contudo, o cotidiano da sala de aula nos mostrou, que nem sempre a forma como ocorreu a discussão foi a desejável, ou a que se planejou. Com o intuito de direcionar o processo educacional, segundo os parâmetros dialógicos, realizou-se anotações das questões mais importantes que eram discutidas na sala de aula. Assim eram rediscutidas, quando as conclusões obtidas divergiam das propostas pelos modelos físicos e



"estudadas" quando as respostas exigiam outros conhecimentos, os quais supunha-se não possuírem.

Na tentativa de sistematizar e alimentar o processo dialógico que ocorria em torno de alguns "temas de estudo", elaborou-se "textos de estudos", que além de retomar as questões levantadas em aulas anteriores pelos alunos-trabalhadores do "grupo de trabalho", subsidiava teóricamente as mesmas, direcionando a discussão para a compreensão dos "equipamentos geradores".

Foi muito importante que os alunos-trabalhadores identificassem nos "textos de estudos" as questões levantadas em sala de aula. Acreditou-se que procedendo desta forma, a curiosidade em torno do "tema de estudo" era revitalizada, devido ao fato de se sentirem atores do processo educacional que viviam. Foram incluídas questões nos "textos de estudo" (a partir do "texto de estudo No 3"), que eram apenas reelaboradas pelo professor da disciplina de Física do "grupo de trabalho", sempre procurando manter os "códigos" linguísticos utilizados pelos alunos-trabalhadores, para evitar problemas de interpretação. Estes materiais didáticos estavam sempre atrelados a algum dos "equipamentos geradores" eleitos. Em outras palavras, o que se está afirmando, face a vivência numa experiência educacional dialógica (especificamente no ensino de Física, o que envolve assuntos técnicos e científicos) é que os "textos de estudos" elaborados e utilizados, permitiram estender a reflexão em torno dos "temas de estudos", que se referiam aos "equipamentos geradores".

### 3.4.2 - OS "TEXTOS DE ESTUDO" E O DESENVOLVIMENTO DAS AULAS

Durante a etapa que elaborou-se teóricamente a experiência educacional dialógica, discutiu-se muito a respeito da metodologia de trabalho em sala de aula. Estava bastante claro, para os envolvidos, que não se tratava de uma aplicação de uma inovação metodológica, mas de uma intervenção curricular, segundo uma concepção educacional alternativa.

Na ocasião, a discussão girava em torno da seguinte questão:

depois de realizada a "investigação participativa" e a "redução temática", como proceder, junto aos educandos sem proferir "aulas" aos mesmos, isto é, sem ministrar-lhes aulas expositivas ? Esta questão, além de ter sido muito discutida, foi "estudada" pelo "grupo de trabalho", que viveu a experiência educacional dialógica, com o intuito de agir diferente, na direção da proposta educacional freireana.

Para quem se propõe a trabalhar com educação de adultos, segundo a concepção pedagógica freireana, é muito importante que se experimente no cotidiano da sala de aula, refletindo sua prática, subsidiando-a com as experiências vividas e relatadas por alguns educadores.

Na sala de aula os "textos de estudo" permitiram que o "grupo de trabalho" interagisse entre si, fortalecendo a afirmação de que ninguém educa ninguém, mas as pessoas se educam juntas. "Estudando" estes materiais didáticos (através de leitura individual e em grupo, resolvendo as questões propostas, etc...) percebeu-se que a dinâmica educacional dialógica podia ser subsidiada, por exemplo, por "textos de estudo", desde que não fossem extraídos de livros-textos e estivessem contextualizados com os envolvidos.

Acredita-se que os "textos de estudo" funcionaram para o processo educacional dialógico, como algodão embebido em combustível para o braseiro recém acesso de uma churrasqueira: alimentado-o quando o fogo (diálogo) enfraquecer. Os "textos de estudo" não foram os responsáveis pela interação dialógica, este papel coube aos "equipamentos geradores", mas serviram para "segurar as pontas" nos momentos em que as diferenças entre professor e aluno aparecem, e são interpretados como sendo consequência do primeiro ser o detentor do saber.

O que se observou durante a experiência educacional dialógica que se viveu, foi que os alunos-trabalhadores não estavam acostumados a "ler", no sentido que Freire coloca. Isto bloqueou bastante o processo educacional que se pretendeu estabelecer ! Foi preciso falar com eles sobre este aspecto para que o "grupo de trabalho" de forma conjunta, encontrasse soluções.

É preciso compreender que tradicionalmente os professores ministram suas aulas, de forma expositiva, prescrevendo os conteúdos de ensino para os alunos no quadro-negro ou oralmente. O livro-texto é utilizado como fonte de consulta e para a localização dos exercícios e problemas acadêmicos, que estão dispostos nos finais de cada capítulo. Diante desta constatação, o que os alunos-trabalhadores esperavam inicialmente é que a "matéria" fosse transmitida pelo professor e transcrita no quadro-negro.

Os "textos de estudo", que foram elaborados após a "investigação participativa" estiveram inseridos numa etapa metodológica que Freire denominou de "redução temática". Na prática sempre se procurou "iluminar" de forma ótima determinado "tema de estudo" que estava em discussão, ou se fazia necessário para melhor compreender determinado "equipamento gerador".

Em última análise os "textos de estudo" foram encarados pelos alunos-trabalhadores como material didático das aulas, o que excluiu as cópias da "matéria" do quadro-negro. Procurou-se fazer com que os "textos de estudo" tivessem o caráter de "tarefas a serem efetuadas", para que a dinâmica educacional se desvinculasse da figura do "professor bancário", que diz o "que fazer" cotidianamente.

### 3.4.3 - OS "GUIAS TEÓRICO-EXPERIMENTAIS", O MANUSEIO COM OS "EQUIPAMENTOS GERADORES" E A AVALIAÇÃO

As atividades práticas, também denominadas de experimentais, são acompanhadas de um manual de procedimentos (elaborado pelo professor do laboratório) e posteriormente a execução do experimento, de um relatório, que é confeccionado ou respondido pelos alunos. O relatório normalmente é composto de questões referentes ao modelo teórico que suporta o experimento e tem caráter avaliativo.

O desenvolvimento experimental, o manuseio, o "fazer na prática" é relegado a um segundo plano, talvez por que seja suposto que é algo simples, já que o equipamento experimental foi testado anteriormente. Basta seguir as instruções e tudo ocorrerá

conforme planejado, cabendo aos alunos "apenas" tratar os dados, analisá-los e concluir algo a respeito, segundo os parâmetros científicos. Numa outra direção, com o intuito de sistematizar o fazer, para poder refletir posteriormente sobre a prática, elaborou-se materiais didáticos, de caráter teórico-experimental. Teórico por que procurou-se amarrar aspectos teóricos, que eram indispensáveis ao manuseio e experimental por que auxiliava a reflexão sobre a prática, no caminho de uma sistematização do que se fazia. Num primeiro momento, notou-se que os alunos-trabalhadores trabalhavam com os "guias teórico-experimentais", como se estivessem respondendo os questionários convencionais, também denominados de "relatórios experimentais". Contudo, com o "andar da carruagem", foram percebendo as diferenças fundamentais: não respondiam as questões que o professor elaborava, mas as suas próprias, surgidas nas discussões em sala de aula; apesar do material experimental estar disponível, planejavam juntos o que faziam; não existiam resultados esperados ou procedimentos experimentais padronizados, podiam ir fazendo e anotando os passos mais importantes; não podiam elaborar o "guia teórico-experimental", se não tivessem vivido aquele momento, o que exigia a presença física, resgatando o fazer e o discutir sobre o que estava sendo feito.

O que ocorria com muita frequência, principalmente no início da experiência educacional dialógica, foi o questionamento dos alunos-trabalhadores sobre como responder corretamente, ou como concluir de tal forma, que o professor concordasse. Resolveu-se discutir, em diversas ocasiões, o que significava responder uma questão ou concluir algo a respeito de alguma coisa.

Fato curioso ocorreu na ocasião que se "estudava" o circuito elétrico residencial, através do protótipo desenvolvido pelo "grupo de trabalho": mesmo medindo as quedas de tensões nas lâmpadas incandescentes associadas em série, insistiam em afirmar que isto não alterava o "consumo" de energia elétrica. O que ocorria é que não haviam compreendido o conceito de potência consumida !

Através do manuseio com os "equipamentos geradores", neste caso com as lâmpadas incandescentes, é que se deram conta que a

potência especificada pelo fabricante, exigia um determinado valor de tensão. Logo, se ocorresse queda de tensão, acarretaria em diminuição de potência e conseqüentemente de "consumo" de energia elétrica.

Este episódio é importante relatar, por que descobriu-se esta ruptura conceitual, devido ao fato dos alunos-trabalhadores estarem manuseando os "equipamentos geradores" e concomitantemente sistematizando suas atividades práticas. O processo educacional foi sendo avaliado dinamicamente, por que o diálogo que existia permitia identificar quem ultrapassava determinados níveis de compreensão. Houve até quem afirmasse na ocasião, que então as quedas de tensão que ocorriam frequentemente nas residências, não eram de todo ruim, pois diminuía o "consumo" de energia elétrica. Discutiu-se esta questão, abordando a otimização do funcionamento dos equipamentos elétricos.

Normalmente os alunos são avaliados num determinado momento, pré-estabelecido pelo professor, isto é, tal dia é aula e no outro é prova. Com a realização das atividades teórico-experimentais, cujo objetivo era sistematizar o manuseio com os "equipamentos geradores" e operacionalizar os conceitos físicos envolvidos nos respectivos princípios de funcionamento, avaliou-se os alunos-trabalhadores quase que dinamicamente. Em algumas situações, por semanas a fio, enquanto trabalhavam com os "equipamentos geradores", teve-se oportunidade de participar de discussões em pequenos grupos, tirando subsídios para o processo de avaliação.

### 3.5 - CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DEPOIMENTOS DOS ALUNOS-TRABALHADORES DO "GRUPO DE TRABALHO"

#### 3.5.1 - SOBRE AS AULAS

Durante o decorrer da experiência educacional dialógica conversou-se com os alunos-trabalhadores do "grupo de trabalho", sobre o andamento das atividades, isto é, das aulas em si. Dentre diversos depoimentos, selecionou-se alguns de acordo com os

aspectos que aborda. Durante as conversas, não se estabeleceu um roteiro de perguntas, com a pretensão de inferir sobre a visão que os alunos-trabalhadores estavam tendo do processo educacional que viviam.

"...as aulas se tornaram mais produtivas. Você se obriga mais a saber o que está acontecendo durante a aula."

É interessante observar como este aluno-trabalhador associou o termo "produtividade" à participação efetiva no processo educacional. Usou a expressão "se obriga", talvez querendo dizer que não havia outro jeito de estar lá, se não fazendo, manuseando, discutindo... enfim participando dos acontecimentos da sala aula. .lh8

"...o aluno está bitolado a só escutar o que o professor diz. Fica sentado quase quatro horas, só escutando alguém falando a sua frente."

Este aluno-trabalhador fez menção a aula segundo a "educação bancária". Infelizmente a maioria dos professores não se dão conta que o aluno do período noturno, normalmente carrega além das quatro horas em sala de aula, mais oito ou nove horas de trabalho. O mais importante é que se sente "bitolado" frente a este processo. Coisa que a maioria dos professores não consegue fazer, isto é, se "ad-mirar" no processo, refletir sobre sua prática.

Isto tudo pode estar em contraste com o que estava vivendo naquela ocasião. Afinal como alcançaria este nível de análise se não estivesse em outro ?

"Há mais liberdade de expressão, já que o assunto é o cotidiano, descobrindo assim todos os porquês dos aparelhos existentes em nossas casas."

"...traz ao aluno mais oportunidade para ele expor suas idéias e opiniões. Também aproxima mais os alunos do professor."

"Esta maneira, ao meu ver é também uma tentativa de aproximar mais o aluno do professor, isto é, tirar da mente do aluno aquela espantadora imagem do "professor de Física", com seus inúmeros cálculos."

Os depoimentos acima retratam um fator em comum: o resgate do saber do aluno. Segundo eles, isto permitiu a aproximação profissional entre aluno e professor.

No primeiro depoimento aparece também a questão dos "equipamentos geradores". Isto apareceu em diversos depoimentos dos alunos-trabalhadores. Fica claro neste depoimento apresentado, que o objetivo de se "estudar" os "equipamentos geradores" foi compreender o cotidiano, isto é, a realidade vivida. Já no terceiro depoimento, surge a questão da desmistificação da figura do professor de Física. Segundo este aluno-trabalhador o professor ao se aproximar do aluno para discutir as questões do cotidiano, transformou sua postura profissional.

"... agora há o diálogo entre professor e aluno, não sendo somente uma relação profissional, mas em certo ponto até amigável. Pois além, de nos explicar, melhor ensinar sua matéria, nos tira outros tipos de dificuldades."

"Desta forma tem-se diálogos, não que antes não tinha, só que agora é diferente...(não tenho palavras para te explicar como)."

Nestes dois depoimentos é abordada a questão do diálogo. Diálogo que transcende a relação profissional entre professor e aluno, através do engajamento, do compromisso, frente ao processo educacional que se vivia.

Por outro lado, não é um simples conversar, ou trocar idéias. É algo diferente que o aluno-trabalhador não soube expressar ! É uma interação entre os sujeitos em torno de algo que lhes interessam.

"...nestas aulas... os alunos debatem mais os assuntos, fazendo com que o professor tenha uma visão mais clara do conhecimento do aluno."

O aluno-trabalhador neste depoimento, acredita que o professor dialogando, vivendo de forma conjunta o processo educacional, tinham mais subsídios para avaliar os conhecimentos adquiridos ou desenvolvidos.

Enfatiza a participação dos alunos-trabalhadores nas aulas,

os debates em torno dos assuntos específicos.

"... sentimos a sensação de estar resolvendo, ou produzindo algo. Além disto, muitas vezes conseguimos resolver questões sem nenhum auxílio do professor o que na minha opinião desenvolve o lado prático do aluno."

"...o professor nos leva a pensar e raciocinar sobre o assunto, muitas vezes, fazendo com que nós mesmos encontremos a resposta."

Aqui é enfatizada a importância da resolução de problema concretos, da sua realidade. Isto talvez se deva ao racionalismo acadêmico que estão expostos durante os anos de escolaridade.

Foi muito importante o fato de terem percebido que eram capazes de resolver os problemas por conta própria. E isto não se refere apenas a repetir os procedimentos didáticos adotados pelo professor, mas desenvolver o "lado prático", conforme abordou.

### 3.5.2 - SOBRE OS MATERIAIS DIDATICOS TEORICOS E EXPERIMENTAIS

Os materiais didáticos que suportam o processo educacional no dia a dia da sala de aula, normalmente são elaborados pelos professores e não são passíveis de avaliação.

No caso da experiência educacional dialógica que se viveu, os materiais didáticos teóricos e experimentais utilizados foram desenvolvidos de forma conjunta com o "grupo de trabalho". A parte de elaboração e sistematização coube ao professor de Física e aos especialistas, mas o processo dialógico que os subsidiava foi participativo !

"não é verdade que a gente, de uma forma ou de outra, é que escreve os textos que estudamos ? Você só arruma e bate a máquina. Não só isso, mas põe Física onde é preciso."

Através deste depoimento pode-se afirmar que os alunos-trabalhadores tinham consciência da importância da sua participação no processo educacional, que foi sistematizado na forma de "textos de estudo".

Quanto ao manuseio deste material alguns depoimentos foram



coletados neste sentido.

...juntos sabemos o que pensar, podemos discutir e conversando é melhor."

"através dos textos, nós alunos temos mais possibilidade de entender a Física e saber como utilizá-la em nossa vida diária."

"o interesse com o texto é maior, pelo modo que discutimos as respostas juntos."

Todos os três depoimentos se referem a forma cooperativa do trabalho escolar, em detrimento do desenvolvimento individual, vivida com os alunos-trabalhadores durante a experiência educacional dialógica.

Percebe-se a importância e a necessidade do fazer e do pensar de forma coletiva. Este fato permitiu em diversas ocasiões fazer a ponte entre as "coisas da Física" e as "coisas da vida" de cada um.

"Além das aulas normais serem mais monótonas, bitolam os alunos ao esquema que o professor escolhe, o que não acontece com o estudo dos textos que liberam mais o aluno a pensar e viver um dado problema no dia a dia."

Este depoimento faz uma comparação entre as aulas tradicionais e as vividas durante a experiência educacional dialógica. O aluno-trabalhador do depoimento identifica o professor como responsável pelo processo de escolha da metodologia da aula tradicional. Certamente desconhece a imposição do programa oficial e outros fatores que o levam a agir desta forma.

"...desta forma, nós mesmos descobrimos como lidar com as coisas, não enchemos a cabeça com decoreba, para conseqüentemente esquecer tudo no próximo bimestre."

Este depoimento está se referindo as "atividades teórico-experimentais", onde se priorizou a sistematização dos princípios de funcionamentos dos "equipamentos geradores".

Ainda abordou a questão da memorização dos conteúdos de ensino, que são "depositados" nos alunos, para serem "debitados" numa data específica.

"...é uma maneira do aluno conseguir digamos, um pouco mais de

**assimilação prática e teórica da disciplina."**

Este mostra que não se dicotomizou teoria e prática na experiência educacional dialógica.

Sempre se procurou fazer as duas atividades concomitantemente, tentando passar a idéia que uma é intrínseca à outra.

Durante o manuseio com os "equipamentos geradores" se insistiu muito para que todos os procedimentos adotados fossem anotados, para depois serem sistematizados e analisados.

"...para resolver as tarefas a gente precisa parar para organizar as idéias e colocar no papel. Colocar no papel, isto que é mais difícil."

Isto mostra que as tarefas desenvolvidas durante a experiência educacional dialógica não foram racionalistas acadêmicas. Os afazeres escolares eram provenientes de questões levantadas da vida dos elementos do "grupo de trabalho", de seus interesses...

**"Acho que aprende-se mais estudando junto com o professor"**

**"...para estudar é preciso analisar as questões."**

Parece-nos que se "estudou", da forma como Freire coloca, os "textos de estudos" e os "equipamentos geradores" através dos "guias teórico-experimentais".

Tinham aprendido, da experiência dos anos anteriores, que se estudava para as provas. Descobriram que se estudava para a vida, para as coisas que fazem no dia a dia.

Estavam acostumados a estudar sósinhos, após assistir a explicação dos professores. Aprenderam a "estudar" juntos, viver as dificuldades de ensinar e aprender determinado assunto.

### **3.5.3 - SOBRE A VIVENCIA NA EXPERIENCIA EDUCACIONAL DIALOGICA**

Procurou-se identificar alguns aspectos que os alunos-trabalhadores levantaram sobre a vivência na experiência educacional dialógica, durante as aulas no espaço escolar formal.

"Eu noto diferença no comportamento da nossa sala, do início do ano para cá. Parece que criamos juízo. Você já reparou isto professor ? Ou será impressão minha ?"

Acredita-se que o referido aluno-trabalhador, que fez menção a mudança de comportamento, estivesse se referindo ao nível de engajamento, participação e dedicação nas atividades educacionais.

Isto pode ser muito vago, além de ser uma opinião em particular, porém foi levantado por diversos alunos-trabalhadores, com expressões tais como: "nos acomodamos", "acho que estamos melhorando", "parece que pegamos gosto pela coisa", "a turma tem frequentado bem"...

"As coisas que conversamos, digo assim por que não parece estudo, tem me feito pensar... mas as vezes me incomodo com isso. Com as coisas que discutimos. Mesmo sendo de Física...que acaba descambando para as coisas da vida..."

Não parece, baseado neste depoimento, que as "coisas da escola" não tem ligação com as "coisas da vida" ? Também não deixa indicativos que a experiência educacional dialógica que se viveu, surtiu algum resultado, apesar de toda a sua limitação ?

"Foi legal essas aulas diferentes que tivemos. Pelo menos descobri que esta matéria não é tão chata e serve para alguma coisa. Lembra do "Te" ligado na geladeira e no "freezer," professor ? Instalei outra tomada, calculei o fio certo e tudo..."

A visão "cientificista" da Física pelo menos não foi passada através da experiência educacional dialógica. O que parecia chato, talvez por que mistificado tornou-se incompreensível, foi suportável durante algum tempo.

Por outro lado, a simples identificação de problemas concretos e a tomada de decisão na sua realidade, transformando as condições existentes, indica que a concepção de ciência que Vieira Pinto defende, perpassou pelo "grupo de trabalho".

"Esse lance de mexer nas coisas para descobrir como é que funciona é legal. Pena que eu tenha medo de eletricidade. Mas, como você afirma é preciso conhecer para saber por que se tem este medo."

Apesar de tudo o que foi vivido na sala de aula, o poder da mistificação existente foi muito forte. Isto ficou muito evidente com algumas alunas-trabalhadoras, que se negaram a manusear alguns "equipamentos geradores".

Contudo, a vivência na experiência educacional dialógica, se de nada adiantou para estes alunos-trabalhadores, em termos de aprendizagem, pelo menos serviu para ensinar a "arregaçar as mangas" e se virarem por si próprios. Em outras palavras, se aprenderam algumas coisas é por que "foram a luta", discutiram, passaram por dificuldades, que é intrínseco ao processo de aprendizagem.

### 3.6 - CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DEPOIMENTOS DOS "AVALIADORES EXTERNOS" A RESPEITO DA EXPERIÊNCIA EDUCACIONAL DIALÓGICA

#### 3.6.1 - ALGUNS DEPOIMENTOS DE PROFESSORES DE FÍSICA DA MESMA UNIDADE ESCOLAR

Entende-se por "avaliadores externos" elementos que não fizeram parte do "grupo de trabalho" ou não estavam acompanhando/acessorando a experiência educacional dialógica, porém tomaram conhecimento da realização da mesma. Acredita-se que depoimentos desta natureza sejam importantes para o trabalho que se desenvolveu, tendo em vista o não envolvimento emocional destes elementos.

Os depoimentos que são apresentados a seguir (na sua grande maioria, pequenos recortes) foram obtidos através de conversas informais, mantidas com o professor da disciplina de Física do "grupo de trabalho" que viveu a experiência educacional dialógica. Resolveu-se não mencionar os autores dos depoimentos, visto que este aspecto não é relevante para o trabalho. Apenas será mencionado a função ou localização dos "avaliadores externos" frente as instituições de ensino.

"...da maneira que você desenvolve os conteúdos, pelo menos eu vejo assim, os alunos não sabem o que vem antes ou depois. Não tem idéia da sequência didática. Talvez sua proposta pudesse ser aproveitada como apêndices dos livros-textos, na parte de aplicações práticas..." (professor de Física da 3ª série do 2º

grau da unidade escolar - atua nos períodos diurno e noturno)

O referido professor parte do pressuposto que os alunos conhecem a ordem com que os conteúdos de ensino são ministrados. Aposta que isto é fundamental e que afeta decisivamente a aprendizagem. Será que a "sequência didática" dos livros-textos é a melhor maneira de ordenar os conteúdos de ensino ?

Comparando a sequência com que os "textos de estudos" e os "guias teórico-experimentais" foram utilizados e a ordenação do programa oficial, basicamente não existem grandes alterações desta natureza. A diferença está nos conteúdos de ensino, embora o conhecimento científico veiculado seja o mesmo.

Interessante é a opinião de que os "temas de estudo" são meras aplicações dos conteúdos de ensino. Isto mostra o vínculo entre a formação do professor e os conteúdos de ensino que ministra nas aulas. Afinal ensinar as coisas concretas é importante, mas só depois de ter desenvolvido os modelos teóricos !

"...as coisas que você está ensinando são muito importantes, mas é mais para alunos de cursos técnicos, até do tipo SENAI, quem sabe... Além do mais não tenho certeza que isto é Física." (professor de Física que atua no laboratório com as las séries do 2o grau no período diurno)

É preciso lembrar que os professores, de uma maneira geral, não diferenciam os alunos dos períodos diurno e noturno. Este fato é importante, por que a experiência educacional dialógica foi elaborada e vivida com alunos-trabalhadores, que frequentam a escola pública no período noturno, após a jornada de trabalho diário.

Diante disto, o referido professor acredita que os cursos técnicos ou de aprendizagem industrial, que são frequentados majoritariamente por outro tipo de aluno, que denominou-se de alunos-trabalhadores, devem ter outros conteúdos de ensino. Contudo, acha que isto que se desenvolveu, não é Física !

Afinal, qual a diferença entre ensinar eletricidade para alunos do curso científico e do técnico ? A técnica não está sendo desta forma desvinculada da base científica que a sustenta? Ou será que devido a "formação acadêmica científicista" que

possui, acredita que esta é superior à formação técnica ?

"As coisas que os teus alunos perguntam aqui no laboratório para nós, apenas o pessoal técnico conhece. Seria bom se dissesstes com antecedência para nós o que estás ensinando, para podermos responder corretamente. A questão da chave de teste, nós procuramos nos livros-textos e não encontramos nada. Nem o laboratório possui uma chave destas. Como é que queres que conheçamos estas coisas..." (professor de Física que atua no laboratório com as 3as séries do 2o grau no período noturno)

É muito comum nesta unidade escolar os alunos procurarem os professores de laboratório, para discutir questões, resolver problemas e exercícios. Contudo, como é adotado um livro-texto, na maioria das vezes estes professores conseguem sanar as dúvidas dos alunos na íntegra.

O depoimento do professor se refere a chave de teste, que na ocasião gerou muita polêmica, por que afirmou-se para os alunos-trabalhadores do "grupo de trabalho" que não sentiamos o efeito fisiológico da corrente elétrica, por que a lâmpada neon o "amortecia".

Na sala de aula, manuseando a chave de teste, os próprios alunos-trabalhadores perceberam a existência de um resistor associado em série à lâmpada neon, que permitia o manuseio sem danos físicos para o organismo humano. Contudo, não se esperava que fossem tornar a discutir a questão com o professor do laboratório.

Foi lastimável a postura profissional dos professores, conseqüente da inculcação sofrida durante o curso universitário, principalmente quanto ao fato de sempre terem respostas corretas e imediatas. É bom lembrar que foram treinados para não terem dúvidas a não as repassarem para os seus alunos.

Afinal o planejamento escolar, evita que aconteçam tais fatos. Para o referido professor, autor do depoimento acima, foi mais cômodo fornecer uma resposta equivocada, do que abrir uma discussão em torno do assunto. Se pelo menos tivesse aberto a chave de teste que os alunos-trabalhadores possuíam...

"Ensinar deste jeito até que vai...mas e o domínio de classe onde fica ? Eu passei no laboratório estes dias à noite lembra ? Achei uma bagunça ! Todo mundo mexia em tudo e tu nem parecia o

professor deles lá no meio. Não vá me dizer que eles não copiam as respostas do relatório, um dos outros...Eu gosto de ti, até sei que tu sabes muita Física, mas é preciso manter as coisas no devido lugar, ordem na casa..."(Chefe do Departamento de Física e professor que atua na 3a série do 2o grau nos períodos diurno e noturno)

Como discutir com os alunos-trabalhadores sobre questões específicas, sem permitir que eles falem? Como podem manusear, isto é, executar os procedimentos experimentais, sem que mexam em tudo? Como trabalhar com quinze alunos-trabalhadores "estudando" os "equipamentos geradores", sem estar com eles, corpo a corpo?

Parece-nos que é difícil trabalhar no laboratório de maneira expositiva, transmitindo do tablado os resultados experimentais. Além do mais neste dia em particular, estava-se "estudando" a fiação elétrica residencial...o que significa fio 10 AWG? Qual a diferença entre fios 10 AWG e 12 AWG? O que isto acarreta para a instalação elétrica? Para a potência dissipada na fiação? Ocasiona mais "consumo" de energia elétrica? Como permitir que "estudem" estas coisas, sem que meçam a espessura dos fios? é medido com ou sem o isolamento? Usa régua ou um pedaço de linha, por exemplo?

Para viver uma aula onde os alunos-trabalhadores descubrem como medir, de forma ótima, o diâmetro da fiação, é preciso deixar claro para eles, que se estava aprendendo junto. Ou será que se pode dar uma aula magistral sobre a importância da quantidade de algarismos significativos nos resultados de medição, sem re-alizar uma ampla discussão sobre resistência elétrica, potência consumida e dissipada e "consumo" de energia elétrica?

Outra questão abordada é a confecção do relatório. Como não confiar nos alunos-trabalhadores, se eles estão escrevendo sobre o que estão fazendo e se está vivendo isto com eles? Não seria difícil identificar, caso acontecesse, dois trabalhos idênticos! Mas isto é assegurado, por que se está discutindo com eles a importância de escrever o que se está fazendo, com o intuito de fazer melhor.

Finalmente, como superior, visto ser o chefe do Departamento de Física, acredita na capacidade profissional do corpo docente,

mas prefere que atuem de forma convencional, isto é, "bancária", mantendo a relação vertical entre aluno e professor. Acredita-se, devido a este depoimento, ter alcançado em alguns momentos, a horizontalidade no processo educacional, onde professor e aluno se confundem, apesar de serem distintos !

### 3.6.2 - CONSIDERAÇÕES SOBRE OS DEPOIMENTOS DOS ALUNOS-TRABALHADORES TRANSFERIDOS PARA O "GRUPO DE TRABALHO" NO DECORRER DA EXPERIENCIA EDUCACIONAL DIALOGICA

Foram transferidos três alunos ( sendo que dois eram alunos-trabalhadores) para o "grupo de trabalho", após o período de férias escolares que divide o ano letivo. Dois deles eram provenientes da mesma unidade escolar, só que do período diurno e o outro de outra cidade do mesmo Estado.

"No começo professor, eu achei um pouco chato e difícil essa coisa de tu não dar aula. Pensei até em reclamar na direção de turno...mas acho que entendi o espírito da coisa. Só não entendi até agora muito bem como é que tu tiveste esta idéia de fazer as aulas desta maneira. Mas mesmo assim acho estranho, às vezes a aula começar sem tu pedir silêncio ou dizer o que tem que fazer." (aluna-trabalhadora transferida para o "grupo de trabalho", proveniente do período diurno da mesma unidade escolar)

Teve-se muita satisfação em saber que a experiência educacional dialógica que se estava vivendo naquela ocasião, pelo menos metodologicamente, era diferente. Não se deve esquecer que a passividade imposta ao aluno na "educação bancária", lhe é cômoda. Apenas se rebela contra o sistema escolar no dia da avaliação e quando sabe o resultado desta.

Quanto ao fato de achar que a idéia de se viver a experiência educacional dialógica era algo que "caiu do céu", é consequência de não ter acompanhado o processo desde o seu início, quando se tratou destas questões com o "grupo de trabalho". Em outras palavras, teve esta visão por que "pegou o bonde andando".

Ressalta o nível de engajamento do "grupo de trabalho" na experiência educacional dialógica, visto não ser preciso solicitar que realizem as tarefas que estão por fazer.

Esta aluna-trabalhadora inicialmente teve muitos problemas



de adaptações com o "grupo de trabalho", que possuía uma forma própria de se comunicar e estudar. Na formação dos pequenos grupos, preferia ficar sempre sózinha. Contudo, se incorporou aos trabalhos de tal maneira, que ao final das atividades foi a organizadora da viagem de estudo à usina termoelétrica.

"Eu nunca me preocupei pra que que servia estas coisas que a gente aprende em Física. Mas agora, assim que cheguei aqui achei que estas coisas todas eu já sabia. E o pior é que são coisas simples, que eu devia saber, por que sou homem acima de tudo. Tem horas na sala de aula que me irrita por que não consigo compreender certas coisas e tu não respondes o que a gente quer saber. Acho que entendo qual é a tua agora, mas no início fiquei meio "p" da cara contigo. Mas já passou. Queria ter chego aqui antes, no início do ano. Já tinham me falado que tu gostas de falar e conversar sobre estes troços todos. E o pior é que a gente trabalha à bessa. Não consigo entender por que me entusiasmo, mesmo sabendo que é aula de Física."(aluno-trabalhador transferido para o "grupo de trabalho", proveniente do período diurno da mesma unidade escolar)

O mais importante é o questionamento que começou a fazer sobre sua vida na escola e os seus interesses. Julgava saber alguns tópicos abordados, e inicialmente mostrava até certo desprezo pelas atividades educacionais, principalmente aquelas que exigiam manuseio dos "equipamentos geradores".

Numa ocasião que se discutia a importância da posição do terminal da fiação (que tem forma de gancho, e que precisa estar no mesmo sentido do aperto do parafuso de uma tomada elétrica) para manter o bom contato, este aluno-trabalhador achou desprezível o assunto. Contudo, não sabia a razão de se dispor o fio naquela posição.

Durante os trabalhos em sala de aula, requisitava a presença do professor, com o único objetivo de obter a resposta correta, para queimar etapas, sem discutí-las e conseqüentemente obtê-las.

A adaptação foi lenta e gradual, mas acredita-se que a experiência lhe foi válida. Isto em virtude de ter-se engajado nas atividades educacionais juntamente com os outros elementos do "grupo de trabalho". Ele próprio não entendia como tinha conseguido mudar de opinião a respeito de conteúdos de ensino, que julgava dispensáveis.

O processo dialógico que começou a tomar parte, exigiu que

discutisse certos tópicos, o que acarretava em "estudos" sobre temas da Física. A aula de Física para ele tinha mudado de concepção, apesar de acreditar que essas coisas já conhecia (é o que Paulo Freire chama de "realidade concreta").

"Eu não gosto muito de falar com o gravador ligado, mas como ele sempre está ligado em cima da mesa na aula e se vai te servir para teus estudos, eu falo. Achei diferente essas aulas, mas tu sabes que sou bom aluno e me adapto a qualquer coisa, por isso não teve galho. Mas é melhor assistir uma aula no quadro do que ficar discutindo certas coisas, a gente decora e pronto. E tem mais, o professor fazendo o primeiro exercício os outros saem, mas quando é com estas coisas, acho que nem tu sabias algumas coisas tão bem para ensinar. Achei legal, mas é mais sofrido..." (aluno proveniente de escola particular, período diurno, do interior do Estado)

Este aluno não estava inserido na parcela ativa da população, não era aluno-trabalhador. Veio para Florianópolis para cursar a 3a série do 2o grau e simultaneamente, durante o período diurno, frequentar o curso pré-vestibular, para prestar o exame vestibular no término do ano letivo.

É notório a adaptabilidade deste aluno ao ensino tradicional. Obviamente que tem ao longo de sua vida acadêmica, obtido bons resultados, tendo em vista a situação sócio-econômica que se encontra, permitir dedicação exclusiva aos estudos. Por isto, opta por uma aula expositiva, onde é priorizada a fala do professor.

Teve percepção para observar que alguns problemas colocados durante as discussões com o "grupo de trabalho", o respectivo professor de Física não dispunha de soluções imediatas. Apesar de estranhar este fato, acredita que aprendeu bastante coisa.

Finalmente acha válida a experiência educacional dialógica, que teve a oportunidade de vivenciar, mas está convencido que o processo de aprendizagem que mantém o aluno como mero espectador, isto é, o aluno como "vasilhame a ser enchido", é mais cômodo. É preciso admitir que o processo dialógico, que exige a participação efetiva dos envolvidos, não pode ser algo estático, mas dinâmico, vivo, etc...

### 3.6.3 - CONSIDERAÇÕES ESCRITAS DOS COMPANHEIROS DO CURSO DE

## MESTRADO EM EDUCAÇÃO, QUE ACESSORARAM/PARTICIPARAM DA EXPERIÊNCIA EDUCACIONAL DIALÓGICA

Considerações escritas pela professora Maria Oly Pey sobre a experiência educacional dialógica, tendo em vista sua participação em duas horas-aulas de Física.

"Estamos estudando como se constrói a educação científica dialógica, Fábio e eu, mas também Giovana, Magda, Roni, Ivone e vários outros alunos-trabalhadores que compõem uma das turmas de Física que ele dirigiu no semestre que findou.

Minha ação participante me leva a considerar que:

1 - Estamos começando a aprender a elaborar e trabalhar com textos "dialógicos". Porquê?

Aprendemos que os textos prendem a atenção e são melhor entendidos quando resgatam falas, entendimentos ou dificuldades expressas anteriormente pelo grupo envolvido.

Também constatamos que, em vista do anteriormente descrito, os textos devem ser elaborados quase que "às vésperas" de sua utilização e tem uma aplicabilidade vinculada ao grupo com quem se está interagindo.

Assim sendo, textos desse tipo servem como modelo de atuação dialógica, mas dificilmente se aplicam em massa. Verificamos que esses são textos que os estudantes gostam de trabalhar coletivamente, em grupos que se organizam livremente na classe. Assim agindo, as discussões pessoa a pessoa nos grupos são muito frequentes e parece disseminar o hábito de se conversar sobre o conhecimento organizado como conteúdo escolar. Raros são os alunos-trabalhadores que em nossa experiência, vimos trabalhando sózinhos com o texto, em classe. E, quando isso aconteceu, foi por razões circunstanciais, como: estou atrasado, preciso terminar antes, etc.

Textos assim elaborados e trabalhados tendem a sofrer manifestações críticas dos alunos-trabalhadores, no sentido da sua adequação e correção. Por diversas vezes alunos-trabalhadores me procuraram ou ao próprio Fábio explicando porque determinada afirmação ou pergunta do texto estava confusa.

Estes textos e a forma de trabalhar com eles não se enquadra em nenhuma organização de texto de estudo didaticamente consagrado. Quero me referir a estudo dirigido, instrução programada ou outro qualquer. Pelas características que o identificam como instrumental de abordagem dialógica do conteúdo de ensino, estou denominando-os por "textos dialógicos", ou seja, aqueles que, como os elaborados e trabalhados por Fábio com uma das suas turmas, caracteriza-se por:

- a) ser elaborado por professor e estudantes;
- b) exigir trabalho coletivo para sua efetivação;
- c) referir-se sempre a conteúdos anteriores, resgatando-os;
- d) muitos conteúdos anteriores referir-se a conhecimentos prévios dos estudantes;
- e) não utilizar discurso hermético, sem deixar de lado terminologia técnica necessária;

f) referir-se sempre a conhecimentos que permitem compreender e/ou ampliar a compreensão da "vida concreta" das pessoas.

2 - Estamos também começando a compreender mais rigorosamente o que significa intervenção curricular dialógica em sala de aula. Porquê?

Porque uma certa revolução na utilização e domínio dos espaços da sala de aula nos indicam a quebra de normas que são pré-estabelecidas à guisa de ordem necessária para o bom andamento dos estudos e vemos que, além de não contribuir em nada para este bom andamento, servem mais para vigiar e punir os alunos-trabalhadores e professores. Senão vejamos:

a) Em sala de aula os alunos-trabalhadores levantavam, caminhavam, iam até o colega com quem desejavam falar, iam até o quadro para explicar ou perguntar coisas ao professor ou ao colega que escolhiam para discutir uma determinada coisa em um determinado momento e, essa desordem da ordem escolar estabelecida em nenhum momento me pareceu prejudicial ao bom andamento dos estudos. Pelo contrário, certa vez perguntei a Giovana o porque dessa movimentação diferente e ela me disse que isso ajudava muito para quem vem estudar a noite depois de um dia inteiro de trabalho, a maior parte das vezes parado num lugar só. Interessante que essa movimentação não se confundia com um tipo de desordem que deixa alguns alunos irritados clamando por silêncio, nas salas de aula tradicionais, onde também existe bastante barulho. Curiosa sobre o porque nunca ter ouvido da turma ou do professor um só reclamação, também perguntei isso a Magda. Ela me disse que ali todos eram adultos e que não se pode trabalhar com os outros sem fazer barulho. Acabei por dar-me conta que o silêncio em sala de aula pode ser mais reflexo do silenciamento do que de real trabalho escolar.

b) Em uma das primeiras vezes que agi participando dos encontros de aula, perguntei à Giovana sobre o professor. Ela acabara de receber uma avaliação com nota bem baixa (3,5). Me devolveu a pergunta imediatamente, perguntando sobre mim. Informei que era professora do Fábio e que tinha vontade de assistir algumas aulas por isso vinha ali todas as quartas-feiras. Insisti e ela me disse: - Fábio é nosso amigo. Percebi também que a relação de cumplicidade entre professor e estudante, cumplicidade na intenção sincera de estudar e aprender e ser sério e rigoroso nisso, mas também alegre e descontraídos na subjetividade das relações, e isto está longe de prejudicar o bom andamento dos estudos.

c) Cada vez mais vou tendo confiança e dando credibilidade a abordagem do conteúdo de ensino dialógica, ou seja, apartada de abstrações vazias de significado para quem está na condição de aprendiz. Conversei longamente com a professora Maria Celina Aydos, que acompanhou Fábio e os alunos-trabalhadores até uma termelétrica, no final do semestre. E ela me dizia da quantidade de perguntas que os alunos-trabalhadores faziam aos engenheiros. Confirmava a atitude em sala de aula dos alunos-trabalhadores entre si e para com o Fábio. Me lembrava Ivone, uma das alunas-trabalhadoras e que faz perguntas que eu não sei fazer. Sem dúvida, perguntar é mais do que estar a vontade, interessado e curioso; o tipo de pergunta nos permite analisar mais o que alguém sabe do que aquilo que ainda não sabe. As perguntas são indicadores de que a abordagem dialógica permite um conhecimento contex-

tualizado e bastante profundo sobre os objetos de conhecimento.

Estas percepções todas, aliadas às de Fábio, alunos dele, Maria Celina Aydos e outros professores e colegas seus, sem contar a consultoria decisiva do Dr. Maurice Bazin, nos permitem iniciar algumas considerações alternativas sobre a arte, a ciência e a técnica de ensinar na escola, no sentido da dialogicidade e da "alfabetização técnica" que os trabalhadores reclamam para o ensino de 2o grau.

Em especial as manifestações dos profissionais de ensino, colegas de Fábio na escola, me tentam a "prescrever" para a continuidade dos seus estudos, na mesma linha, uma especial preocupação com as circunstâncias que viessem a questionar e talvez alterar os preconceitos que grassam entre os profissionais do ensino de Física aliados ao desconhecimento da Física, sem o que é impossível bem ensinar. Aqui lembro uma conclusão anterior quando da pesquisa sobre o discurso pedagógico no cotidiano da escola. Agora a reitero: a melhor ação pedagógica depende da opção política, coerência e consistência quanto ao conhecimento que se tem da área." (Professora Doutora Maria Oly Pey, do Departamento de Metodologia de Ensino e do Mestrado em Educação, da UFSC)

Considerações escritas pela professora Maria Celina Recena Aydos sobre a visita à usina termoelétrica Jorge Lacerda, tendo em vista sua participação na experiência educacional dialógica e inclusive nesta atividade.

"A convite do professor Fábio da Purificação de Bastos, acompanhei no início de dezembro de 1989, a turma do 3o ano do 2o grau, em uma visita à usina termoelétrica Jorge Lacerda, em Tubarão - SC.

Fomos recebidos, na usina, por engenheiros que nos apresentaram, no auditório, uma sequência de slides sobre o funcionamento da mesma. Após a explanação inicial, foi aberto um espaço para perguntas, estabelecendo-se um debate a partir dos questionamentos levantados pelos alunos. Posteriormente a explanação foi finalizada e seguimos, em grupos, para a visita da usina propriamente dita. Diversos acontecimentos, no transcorrer da visita, subsidiaram algumas observações que pude estabelecer sobre o grupo.

\* Havia um comprometimento do professor com os alunos-trabalhadores e vice-versa, que extrapolava os limites das obrigações formais escolares. A visita foi organizada pelo professor, mesmo após o encerramento das aulas, não fazendo mais parte das atividades formais escolares do ano letivo. Um grande número de alunos-trabalhadores compareceu a atividade, embora fosse num sábado pela manhã, dia em que poderiam desenvolver atividades não ligadas à escola e no dia anterior houvessem participado de uma festa de confraternização da turma, o que justificaria um certo cansaço. Além do mais, não haveria retribuição em termos de "nota".

Estas atitudes recíprocas caracterizam o comprometimento dos alunos e do professor enquanto grupo, de forma transcendente as

imposições escolares formais.

\* O relacionamento entre o professor e os alunos-trabalhadores era extremamente "fácil", não havendo constrangimentos por parte destes, em se dirigir ao professor. Entretanto, foi possível perceber que havia uma liderança tacitamente estabelecida do professor em relação a turma, pois embora houvesse no grupo um relacionamento sem hierarquias aparentes, o professor foi sempre solicitado a resolver situações de impasse. Por exemplo, quando alguns alunos-trabalhadores tiveram sua entrada barrada por estarem de chinelos e/ou bermudas, o professor foi naturalmente chamado para solucionar o problema.

\* Os alunos-trabalhadores não se intimidaram frente a uma situação bastante formal: quatro engenheiros mostrando slides num auditório bem decorado e equipado (o que difere bastante do espaço físico das escolas) e fizeram perguntas que tiveram vontade de formular, o que indica uma atitude de autovalorização e busca de conhecimentos por parte dos mesmos.

\* Os alunos-trabalhadores manifestaram forte interesse pelas questões sociais relacionadas com o funcionamento da usina, por exemplo:

- O rio Tubarão não sofre nenhum tipo de prejuízo pela utilização de suas águas pela usina ?

- Os gases (contendo enxofre e nitrogênio) expelidos para a atmosfera não vão formar chuva ácida ?

- Por que não é implantado um sistema de proteção que diminua este tipo de poluição ?

- Por que a usina Jorge Lacerda II está parada ? Quem decide se ela continuará ou não ?

- Quem decide sobre investimentos antipoluentes ?

\* Os alunos-trabalhadores estabeleciam uma relação entre o que era exposto pelos engenheiros e os conteúdos abordados na escola, por exemplo:

- A caldeira precisa de oxigênio para manter o fogo. Por onde ele entra ? (o engenheiro não havia mostrado a entrada de oxigênio na caldeira)

- O Sr. falou que a energia elétrica é produzida pela turbina, mas a energia não é sempre transformada ?

\* O professor deixou os alunos-trabalhadores agirem por "conta própria", não estabelecendo regras, o que demonstra a confiança do mesmo na capacidade de autodeterminação dos alunos. É importante ressaltar que o grupo não havia feito nenhum trabalho prévio relativo a visita à usina, como estudar especificamente o seu funcionamento ou preparar perguntas para serem feitas aos engenheiros. No entanto, durante o ano letivo, haviam estudado na disciplina de Física, "consumo e produção de energia elétrica", o que nos leva a pensar que as atitudes do grupo tenham sido influenciadas pelo trabalho desenvolvido pelo professor Fábio com o "grupo de trabalho" durante o ano letivo." (Professora Maria Celina Recena Aydos do Departamento de Química da UFMS e aluna do curso de Mestrado em Educação da UFSC)

#### 4 - O QUE SE PODE/DEVE CONCLUIR SOBRE A EXPERIÊNCIA EDUCACIONAL DIALÓGICA VIVIDA COM O "GRUPO DE TRABALHO"

##### 4.1 - TEM SIDO POSSÍVEL RESPONDER "O PROBLEMA"

Durante todo o período de elaboração teórica da experiência educacional dialógica, que desembocou na formulação "do problema" e que direcionou as atividades desenvolvidas, sabia-se que não haveria outra forma de respondê-lo, a não ser vivendo-a, de acordo com o balizamento das idéias do professor Maurice Bazin, que a inspirou.

Admitindo ser esta a única maneira de obter-se condições para responder "o problema" de pesquisa formulado, viveu-se a experiência educacional dialógica, por um lado agarrado nas apostas feitas, por outro com a máxima persistência em obter subsídios que permitissem, pelo menos justificar os comentários conclusivos, tecidos neste documento final (dissertação de mestrado).

Após a interação com o próprio professor Maurice Bazin, ficou claro que a "alfabetização técnica" não se tratava de uma proposta para o ensino de Física, mas de uma experiência educacional vivida. O que relatou no livro "Ciência e (in)Dependência" foi uma experiência educacional, inspirada na concepção pedagógica freireana, que ousou viver com os trabalhadores chilenos ! A partir da compreensão de que a "alfabetização técnica" tinha sido uma experiência educacional vivida pelo professor Maurice Bazin, acreditou-se que não haveria outra maneira de operacionalizar algo inspirado por esta, na escola pública, a não ser vivendo-a cotidianamente.

Desta forma, viveu-se uma experiência educacional dialógica na disciplina de Física no 2o grau, com alunos-trabalhadores, no cotidiano da escola pública, no período noturno, parametrizada integralmente pela "alfabetização técnica". Conseqüentemente, mesmo de maneira superficial e momentânea, tem sido possível responder "o problema", no sentido de indicar caminhos, nesta direção, para a viabilização do projeto político educacional delineado.

Tendo em vista, a vivência e os caminhos trilhados, durante a experiência educacional dialógica, pode ser dito o seguinte:

- a - é possível operacionalizar, a concepção educacional freireana, inclusive a parte metodológica, que engloba a dinâmica "codificação-descodificação", no espaço escolar formal, desde que se realize cotidianamente a "investigação participativa";
- b - partindo de assuntos do cotidiano, estabelece-se uma interação dialógica na sala de aula, o que subsidia a elaboração participativa de material didático, teórico e experimental, para suportar dinamicamente as aulas;
- c -durante o processo de "investigação participativa" , elege-se "equipamentos geradores" e elabora-se um "programa de estudos" alternativo, em substituição ao programa oficial ( embora envolva praticamente os mesmos conhecimentos científicos), que delineará as atividades educacionais na sala de aula;
- d - transforma-se a tradicional atividade, de "solução de problemas acadêmicos" em resolução de "problemas a serem decifrados", desde que se investigue participativamente a "realidade concreta" dos educandos, efetuando a "redução temática", "iluminando" os assuntos fundamentais;
- e - utilizando-se os "equipamentos geradores" extraídos da "realidade concreta" dos educandos, elabora-se e desenvolve-se atividades teórico-experimentais, dispensando-se a construção e utilização de materiais didáticos experimentais;
- f - através das atividades teórico-experimentais, suportadas pelos "guias teórico-experimentais", produzidos de forma participativa com os alunos-trabalhadores, o manuseio com os "equipamentos geradores" pode ser sistematizado, utilizando-os como subsídio para o processo de avaliação discente;
- g -"estudando" os princípios de funcionamento dos "equipamentos geradores" eleitos no processo de "investigação participativa" , que envolve modelos físicos e leis gerais, transcende-se a compreensão restrita ao fenômeno, permitindo o estabelecimento de relações, por exemplo, entre a Física e o desenvolvimento tecnológico versus sociedade e produção ;
- h - admitindo-se a escola pública, durante o período noturno, como uma continuidade do setor produtivo da sociedade, a



experiência educacional dialógica vivida com os alunos-trabalhadores, tem muitos aspectos em comum com a "alfabetização técnica", podendo ser viabilizada em maior escala.

#### 4.2 - DA EXPERIENCIA EDUCACIONAL DIALOGICA VIVIDA A EXPERIENCIA DE "ALFABETIZAÇÃO TÉCNICA" VIVIDA POR BAZIN: APROXIMAÇÕES E DISTANCIAMENTOS.

Após a leitura dos relatos das duas experiências educacionais, pode-se notar uma diferença fundamental entre elas: o professor Bazin a viveu nos meios-de-produção, numa fábrica, no local de trabalho dos operários, e esta que ora se documenta, foi vivida numa sala de aula, de uma escola pública, no período noturno, com alunos-trabalhadores. A condição social dos envolvidos em ambas as experiências coincide, isto é, eram trabalhadores, apesar de que no caso dos alunos-trabalhadores, a maioria não tinha consciência deste fato.

Outro aspecto fundamental, que as distancia, é que na ocasião o professor Maurice Bazin atuava no Chile, onde estava instalado um governo popular, que pretendia que os meios-de-produção fossem gestados administrativa e tecnicamente pelos trabalhadores. Atualmente no Brasil, a escola pública que atende majoritariamente aos trabalhadores brasileiros e seus filhos, define-se dia a dia, no sentido mais amplo da palavra, por descaso governamental, conseqüente do descompromisso com a parcela trabalhadora da sociedade. Em outras palavras, a experiência de "alfabetização técnica" estava inserida num projeto político educacional e esta que se viveu e ora se documenta, é uma operacionalização de um projeto político educacional delineado, porém não institucionalizado.

Com o intuito de demonstrar a viabilidade da experiência educacional dialógica na escola pública brasileira, isto é, responder "o problema" formulado, destaca-se os seguintes distanciamentos e aproximações, respectivamente, no sentido de parametrizá-las da melhor forma possível:

## DISTANCIAMENTOS

- a - a escola pública da forma como está organizada, não permite que os alunos-trabalhadores a sintam como parte do setor produtivo da sociedade, isto é, como uma extensão do seu local de trabalho. Este não é o caso das indústrias, onde o professor Bazin viveu a experiência de "alfabetização técnica";
- b - o professor de Física, devido a uma série de fatores ( entre eles podemos citar: organização espacial e administrativa da unidade escolar, existência de programa de ensino, estrutura curricular do cursos de 2o grau, formação acadêmica e atividade profissional, majoritariamente "cientificistas", etc.), não se mostra útil, segundo o aspecto social, para os alunos-trabalhadores, como o professor Bazin se tornou para os trabalhadores chilenos;
- c - a necessidade de aprender na escola torna-se artificial através da "motivação", desenvolvida pelo professor tradicional, o que não ocorre nos meios-de-produção, onde os trabalhadores desejam conhecer, para, mais e melhor produzirem;
- d - a experiência educacional dialógica que se viveu foi sustentada por materiais didáticos, de caráter teórico e experimental, o que não existia na "alfabetização técnica", devido ao seu objetivo ser a otimização de processos produtivos de alguns setores, de maneira emergencial, segundo o controle dos trabalhadores que lá atuavam.

## APROXIMAÇÕES

- a - o manuseio com os "equipamentos geradores" aproxima os alunos-trabalhadores dos seus afazeres de uma maneira geral, aguçando a curiosidade face a realidade vivida, da mesma forma que os trabalhadores chilenos eram curiosos sobre o funcionamento, por exemplo, das máquinas-ferramentas que operavam;
- b - nas duas experiências, a dialogicidade permitiu que, educador e educandos, interagissem, caracterizando este processo como dialógico, inserindo-o na concepção educacional freireana;

c - da mesma forma que Bazin não assumiu o papel de "especialista estrangeiro", não viabilizando assim a "invasão cultural", problematizou-se a "realidade concreta" dos educandos, visando melhor compreendê-la, explicá-la e transformá-la, segundo as necessidades e os interesses, dos envolvidos;

d - mesmo este não sendo institucionalizado, os projetos políticos educacionais são comuns, tendo em vista o objetivo maior ser a libertação cultural dos trabalhadores;

e - a concepção educacional freireana e a visão de ciência que suportou as duas experiências educacionais são coincidentes, o que se constatou, através das interações mantidas com o professor Maurice Bazin.

#### 4.3 - A REEDUCAÇÃO DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS NATURAIS E A "ALFABETIZAÇÃO TÉCNICA"

Durante o corpo deste trabalho, especificamente no capítulo 01, seção 1.1, que denomina-se de "referencial teórico", abordou-se a questão da formação profissional dos professores de ciências naturais, em particular os de Física do 2o grau.

Admitindo, que a formação acadêmica atual está majoritariamente moldada, segundo padrões "cientificistas" e através de constatações cotidianas nas escolas públicas, que a prática docente (atividade profissional) não foge a estes parâmetros, acredita-se que para operacionalizar a experiência de "alfabetização técnica", em maior escala, seja necessário desenvolver um programa de reeducação para os profissionais que atuam com o ensino de ciências naturais, no período noturno, nas escolas públicas.

É preciso que se coloque para estes profissionais questões como: que papel cabe a educação formal, tendo em vista o projeto político educacional, segundo a vertente socialista ? Em que medida é preciso modificar o ensino de ciências naturais, para dar a devida importância à formação política e profissional da parcela trabalhadora assalariada da sociedade ?

A partir das discussões destas questões de fundo, torna-se importante "estudar" com os professores de ciências naturais a necessidade de se desenvolver "novos conteúdos de ensino". É

indispensável atentar para a forma de colocar os problemas, operacionalizar os conceitos que sustentam os princípios de funcionamento dos sistemas físicos, isto é, dos "equipamentos geradores" que balizariam os "programas de estudos" a serem desenvolvidos localmente.

A ação destes profissionais que trabalham com ensino de ciências naturais nas escolas públicas, especificamente no período noturno, estaria assim inserida, metodologicamente falando, na concepção educacional freireana.

Não se está pedindo que joguem seus conhecimentos na "lata do lixo", mas que os utilizem, posteriormente à "investigação participativa", durante a "redução temática", operacionalizando conceitualmente a "realidade concreta" dos envolvidos no processo educacional.

É preciso que se reflita sobre, o que foi feito até agora e o que se deseja fazer, numa direção alternativa. Afinal, a formação acadêmica "cientificista" que a maioria dos professores recebeu na universidade, insiste para que nós:

"Ditamos idéias. Não trocamos idéias. Discursamos aulas. Não debatemos ou discutimos temas. Trabalhamos sobre o educando. Não trabalhamos com ele. Impomos-lhe uma ordem a que ele não adere, mas se acomoda. Não lhe propiciamos meios para o pensar autêntico, porque recebendo fórmulas que lhe damos, simplesmente as guarda. Não as incorpora porque a incorporação é o resultado da busca de algo que exige, de quem o tenta, esforço de recriação e de procura. Exige reinvenção." (Freire, 1987: 96)

"Ditamos idéias. Não trocamos idéias. Discursamos aulas. Não debatemos ou discutimos temas. Trabalhamos sobre o educando. Não trabalhamos com ele. Impomos-lhe uma ordem a que ele não adere, mas se acomoda. Não lhe propiciamos meios para o pensar autêntico, porque recebendo fórmulas que lhe damos, simplesmente as guarda. Não as incorpora porque a incorporação é o resultado da busca de algo que exige, de quem o tenta, esforço de recriação e de procura. Exige reinvenção." (Freire, 1987:96)

#### 4.4 - O PROJETO POLITICO EDUCACIONAL DELINEADO.1h8

"Nós podemos criar uma pedagogia da libertação para a alfabetização científica, porém não com artigos teóricos, na prática." (Bazin, 1986: 108)

Diante de todo o processo colonial que se tem vivido no Brasil, principalmente na última década que pode ser constatado pelos avanços tecnológicos apresentados para a elite que "reside" entre nós, podemos nos perguntar se não existe relação entre este ensino de ciências naturais mistificado, alienado da realidade que se vive e esta política colonizadora, que até hoje é presenciada.

A aposta que o professor Bazin faz, que está fundamentada numa experiência educacional vivida com trabalhadores, é que se pode viver "a educação como um diálogo com os que aprendem e também entre os que aprendem e o mundo físico." (Bazin, 1986: 108) Desta forma, "caminharia com as próprias pernas", na direção contrária à invasão cultural, concretizando um processo de desalienação cultural, como alternativa para a dependência colonial, que não permite que se desenvolva concretamente os interesses nacionais das massas trabalhadoras.

Contudo, se a educação destinada às massas trabalhadoras se superpor às condições de contexto a que se aplica, isto é, a sua realidade vivida, pode-se negar, inclusive sua força instrumental no processo de conscientização. O que se está afirmando, é que necessitamos "de uma educação para a decisão, para a responsabilidade social e política." (Freire, 1987: 88)

Temos que desenvolver uma educação que possibilite ao homem a discussão corajosa de sua problemática, devido ao fato de estar inserido numa civilização tecnológica que massifica-o, não deixando-o assumir posturas conscientemente críticas, diante da sua vida. Em outras palavras, o projeto político delineado ousou viver "uma educação para o desenvolvimento e para a democracia, entre nós, que oferece ao educando instrumentos para resistir aos poderes do "desenraizamento" de que a civilização industrial a que nos filiamos está amplamente armada." (Freire, 1987: 89)

Um trabalho de experiência educacional dialógica nunca é uma atividade isolada, isto é, o caráter de dialogicidade exige a

inserção num projeto coletivo mais que educacional, mas politicamente situado para cobrir os espaços possíveis de um estilo de desenvolvimento científico desalienado.

O dia em que o trabalhador brasileiro souber ciência e tecnologia de "uso", ou seja, dominar a técnica-ciência da construção do desenvolvimento independente, ele será livre e estará trilhando o caminho da libertação preconizada por Freire.

Alfabetização não se limita ao domínio dos códigos linguísticos, mas é leitura do mundo. E leitura do mundo não é só interpretação-ação consciente sobre os códigos linguísticos. Alfabetização é domínio do mundo técnico-científico, conhecimento do que fazer para entender e poder pensar sobre, criar, usar, colocar-se a favor ou contra.

Esse trabalho é o preenchimento de um espaço possível, num espaço delineado para um projeto maior: Trata-se de construir uma proposta com abordagem dialógica dos conteúdos de ciências naturais para o 2o grau e utilizar os resultados do estudo para subsidiar a elaboração de diretrizes e propostas curriculares, visando a alfabetização técnico-científica, que os trabalhadores podem exigir hoje e uma alternativa para a formação de professores para tal.

Está se considerando a teoria-prática de ensino na área científica já de domínio dos professores e alunos do Mestrado em Educação da UFSC, linha de investigação Educação e Ciência. Está se buscando consultoria de profissionais que inovaram na área, com repercussão internacional, em especial na educação científica contextualizada e na alfabetização técnica, tais como Paulo Freire e Maurice Bazin.

Estamos trabalhando basicamente com professores de ciências naturais de escolas públicas de Florianópolis com o objetivo de:

- Analisar e contextualizar histórica e criticamente a produção do conhecimento científico nesta área.
- Eleger conteúdos através do processo de investigação temática da pedagogia dialógica.
- Elaborar, desenvolver e avaliar a consequente proposta curricular a nível das três séries do segundo grau, com produção de material didático.

- Dar origem à dissertações de mestrado, como é o caso explicitado neste relatório.
- Divulgar resultados em encontros e através de publicações.
- Colher subsídios para implantar na UFSC um Núcleo de Investigação do Ensino de Ciências Dialógico na direção da alfabetização técnica, com extensão nacional e para a América Latina.

Portanto é um trabalho que não se esgota aqui, mas abre caminho para os profissionais da área ligados ou não a UFSC, conhecerem o processo de alfabetização técnica na direção da educação dialógica e desafia-os a tornar esse caminho político como alternativa prática para além das discussões filosófico-políticas estéreis, para além das reivindicações e críticas que se sucedem no mesmo círculo vicioso.

Esse trabalho abre caminho para continuarmos nos experimentando em nossas vidas profissionais e participarmos como intérpretes-autores das bases da prática da alfabetização técnica no Brasil.

Concretamente o este projeto no ensino de Ciências Naturais, balizado pela Concepção Dialógica, delinea sua base original num Núcleo de Investigação Dialógica do Ensino de Ciências Naturais no país, com extensão para a América Latina.

## BIBLIOGRAFIA

- ALVARENGA, B. e MAXIMO, A. **Curso de Física**. Harbra, São Paulo, 1980, vol.3.
- ALVES, R. **A Filosofia da Ciência: Introdução ao jogo e suas Regras**. Brasiliense, São Paulo, 1982.
- ANDERSON, S. e BAZIN, M. **Ciência e (in)dependência**. Livros Horizonte, Lisboa, 1977 (2 volumes).
- ANGOTTI, J. A. P. e SIMOES, I. G. **Ciências Naturais - Sexta Classe - Texto do Aluno e Guia do Professor**. MEN-INACEF, Bissau, 1981.
- ANGOTTI, J. A. P. **Solução Alternativa para a Formação de Professores de Ciências Naturais**. Dissertação de mestrado, IFUSP, FEUSP, 1982.
- BAZIN, M. **O que é Iniciação Científica**, in REF, São Paulo, vol.5, n 1, Jun./83.
- BAZIN, M. **Da Teologia da Libertação á Ciência Viva**, in REF, vol.7, n 2, Dez./85.
- BAZIN, M. **The Techological Mystique and Third World Options**, in Monthly Review, New York, vol. 38, No 3, julho/agosto/86.
- BAZIN M. **How Can Materials be Culturaly Apropriate**, paper solicitado para a 12a Conferência Mundial "Learning at a Distance".
- BAZIN, M. **Should Science Teaching be Nationalistic?**, paper No 75 não publicado, mimeo.
- BLACKWOOD, OSWAL H. ET ALLI. **Física na Escola Secundária**. Trad. José Leite Lopes e Jaime Timmo. Rio de Janeiro, Fundo de Cultura, 1963. (2 volumes)
- BERNAL, J. D. **Ciência na História**, Livros Horizonte, Lisboa, 1976. (7 volumes)
- BRANDAO, C. R. **Pesquisa Participante**. Brasiliense, São Paulo, 1981.
- DELIZOICOV, D. **Ensino de Física e a Concepção Freireana da Educação**, in REF, São Paulo, vol.5, n2, Dez./83.
- DELIZOICOV, D. **Concepção Problematizadora para o Ensino de Ciências na Escola Formal: Relato e Análise de uma Prática Educacional na Guiné-Bissau**. Dissertação de Mestrado, IFUSP/FEUSP, 1982.



- DELIZOICOV, D e ANGOTTI, J. A. P. **Subsídios para a Disciplina Física.** MEC/SESG/PUC-SP, São Paulo, 1988.
- FLEURI, R. M. **Educar Para Quê?** EDUFU, Uberlândia, MG, 1987.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1983.
- FREIRE, P. **Educação como Prática da Liberdade.** Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1975.
- FREIRE, P. **Extensão ou Comunicação?** Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1975.
- FREIRE, P. **Ação Cultural para a Liberdade e outros Escritos.** Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1976.
- FREIRE, P. **artas à Guiné-Bissau.** Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1977.
- FREIRE, P. **Conscientização.** Cortez e Moraes, São Paulo, 1979.
- FREIRE, P. **Educação e Mudança.** Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1979.
- FREIRE, P. **A Importância do Ato de Ler (em três artigos que se completam).** Cortez, São Paulo, 1982.
- FREIRE, P e SHOR, I. **Medo e Ousadia: o cotidiano do professor.** Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1987.
- FREIRE, P. et alli. **Vivendo e Aprendendo.** Brasiliense, São Paulo, 1980.
- FREIRE, P. **Andarilho do Obvio,** in REM, São Paulo, ano 2, n 4, mai./89.
- GADOTTI, M. **Educação e Compromisso.** Papyrus, Campinas, SP, 1986.
- GADOTTI, M. **A Educação Contra a Educação.** Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1981.
- GADOTTI, M. **Convite à Leitura de Paulo Freire.** Scipione, São Paulo, 1989.
- LEITE LOPES, J. **Ciência e Libertação.** Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1978.
- LEWIS, J. L. **O Ensino da Física Escolar.** Estampa, Lisboa, 1976.
- LOEDEL E. **Enseñanza de la Física.** Kapelusz, Bueno Aires, 1949.
- MENEZES, L. C. **Novo(?) Método(?) para Ensinar(?) Física(?),** in REF, São Paulo, vol.2, No.1, mai./80.

- MENEZES, L. C. Ciência?, in REF, São Paulo, vol.6, No.1, abr./84.
- MENEZES, L. C. Vale a pena ser físico?. Moderna, São Paulo, 1988.
- MENEZES, L. C. Reelaboração Crítica do Conteúdo do Ensino de Física no Segundo Grau. USP, São Paulo, 1986.
- PEY, M. O. A Escola e o Discurso Pedagógico. Cortez, São Paulo, 1988.
- RAMALHO, I. Os Fundamentos da Física. Moderna, São Paulo, 1983, vol.3.
- SAITO, C. H. Ciência Viva: Para Perder o Medo e Criar. Dissertação de Mestrado. FE/UFF, 1990.
- VARSAVSKY, O. Por uma Política Científica Nacional. Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1975.
- VARSAVSKY, O. Ciência, política y científicismo. CEAL S.A. Bueno Aires, 1971.
- VIEIRA PINTO, A. Ciência e Existência: problemas filosóficos da pesquisa científica. Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1979.

ANEXO 01 - TESTES DE VERIFICAÇÃO

NOME:

TURMA:

TESTE 01

1 - Nós classificamos os aparelhos elétricos de acordo com dois critérios. Quais são? Dê exemplos!

2 - Por que em alguns aparelhos elétricos, o resistor está enrolado em forma de espiral? Dê exemplos!

3 - Nas propriedades rurais, a extensão da fiação da rede até o medidor de energia elétrica (relógio da luz) é muito grande, na maioria das vezes. Isto causa algum problema? Quais? Explique!

4 - Um chuveiro elétrico de 5000 W funcionando no inverno, desarma uma chave protetora (disjuntor) de 20 A. Por que isto acontece? Justifique sua resposta.

TESTE02

1 - Qual a corrente elétrica que atravessa o filamento de uma lâmpada incandescente com as seguintes especificações: 100W e 220V ? Compare com a corrente elétrica que é utilizada num chuveiro elétrico no inverno (5000W e 220V)!

2 - O que podemos fazer de concreto com um chuveiro que não aquece a água suficientemente no inverno? Justifique o procedimento adotado!

TESTE 03

NOME: .....

1 - (a) O que é um eletroímã? Como poderia um eletroímã ser usado para descarregar um caminhão cheio de ferro velho?

(b) Como você faria um eletroímã, para remover pedacinhos de ferros do interior de um aparelho eletrônico?

2 - Explique como converter:

a) um galvanômetro num voltímetro e como funciona este.

b) um galvanômetro num amperímetro e como funciona este.

3 - Por que podemos inverter a rotação de um motor invertendo o sentido da corrente elétrica ?

4 - Descreva o modelo físico que explica o movimento de rotação dos motores elétricos.

3 - Por que podemos inverter a rotação de um motor invertendo o sentido da corrente elétrica ?

4 - Descreva o modelo físico que explica o movimento de rotação dos motores elétricos.



TESTE 04

NOME: .....

1 - Faça um desenho de um gerador de energia elétrica simples, enumere cada parte explicando a utilidade no funcionamento deste.

2 - Utilize um diagrama em bloco para mostrar um sistema de produção e distribuição de energia elétrica que utiliza carvão (termoelétrica).

Uma lâmpada incandescente de 100 W é mais potente que uma de 60 W. Isso significa que a lâmpada de 100 W consome mais energia elétrica por unidade de tempo do que a lâmpada de 60 W.

Quando uma lâmpada incandescente é ligada, a energia elétrica é convertida em luz e calor. A maior parte da energia é convertida em calor, o que é por que as lâmpadas incandescentes são tão quentes quando estão acesas.

Além disso, a eficiência energética das lâmpadas incandescentes é muito baixa. Apenas cerca de 5% da energia elétrica é convertida em luz, enquanto o restante é perdido como calor.

Por isso, as lâmpadas incandescentes são consideradas uma opção menos eficiente e mais cara para iluminação residencial e comercial.

Em conclusão, uma lâmpada incandescente de 100 W é mais potente que uma de 60 W, mas também é menos eficiente e mais cara. É importante considerar esses fatores ao escolher uma lâmpada para sua casa ou empresa.

-----  
TURMA: \_\_\_\_\_

6 - Quais dos objetos abaixo não pode ser usado normalmente como chave elétrica : a) disjuntor b) diafragma c) tomada-plug d) temporizador

7 - Um secador de cabelo de 1000 W, ligado a rede de 220 V durante 1 hora por dia durante 1 mês, "consumiria" quanto kWh : a) 1000 b) 10 c) 500 d) 100

8 - Os circuitos elétricos residenciais são ligados em paralelo para que : a) a corrente elétrica seja constante b) a tensão utilizada seja a mesma c) a resistência total seja maior d) a resistência total seja constante

9 - A bússola comprova a existência ou não de campos magnéticos. Quando deflete numa direção diferente da norte-sul, isto implica que: a) está defeituosa b) existe campo magnético c) existe campo magnético maior que o campo magnético terrestre d) há corrente elétrica nas proximidades

10 - Dos equipamentos abaixo qual deles funciona devido a indução eletromagnética : a) medidor de energia elétrica b) medidor de corrente elétrica c) medidor de tensão d) medidor de temperatura

11 - O que provoca o movimento de rotação nos motores é: a) uma força de contato b) uma força elétrica c) uma força eletromagnética d) um campo magnético constante

12 - O que diferencia um voltímetro de um amperímetro analógico, além do tipo de ligação no circuito elétrico: a) princípio de

- funcionamento a) a grandeza física que move o ponteiro c) o tipo de ligação da resistência que é acoplada à bobina d) a escala utilizada
- 14 - A proteção dos circuitos elétricos pode ser feita com:  
a) fios bem dimensionados b) fios rígidos c) fusíveis e chaves  
d) interruptores automáticos e) isolantes elétricos
- 15 - A energia elétrica 'consumida' é calculada multiplicando-se a potência consumida, normalmente especificada pelo fabricante do equipamento elétrico, pelo intervalo de tempo de funcionamento. Essa afirmação está: a) totalmente errada b) em parte errada c) totalmente correta d) em parte correta
- 16 - Um painel de um veículo automotor possui medidores de velocidade, nível de combustível, temperatura do bloco do motor e giro do eixo do motor. Pode-se afirmar, ao menos, que:  
a) todos necessitam de corrente elétrica para seu funcionamento b) apenas um deles funciona com base no eletromagnetismo  
c) todos eles funcionam eletromagneticamente d) o conta-giros funciona mecanicamente
- 17 - Nas usinas 'geradoras' de energia elétrica: a) ocorre uma transformação energética b) é produzida energia elétrica  
c) não é usado, em nenhum tipo, geradores eletromagnéticos d) podem ser usados geradores eletromagnéticos
- 18 - O "consumo" e a "produção" de energia elétrica, são fatores que: a) independem de princípios científicos b) não necessitam de construção de sistema físicos c) necessitam de construção

de sistemas físicos d)ocorre espontaneamente na natureza

18 - Do ponto de vista, a corrente elétrica nos condutores ocorre: a)devido a um fator intrínseco do material b)devido a um processo que o próprio material pode sofrer c)devido a um fator externo ao material d)devido a uma diferença de temperatura

medidor de energia elétrica (quiliowatt-hora), utilizado pelas distribuidoras, conhecido como relógio de luz é composto basicamente: a)de duas espiras iguais b)de duas espiras diferentes, quanto ao número de voltas de fios das mesmas c)o item 'b' está correto se acrescentarmos o disco metálico, que está disposto perpendicularmente às espiras d)de muitas partes complexas -

20 - A chave de teste é utilizada para identificar fios que possuem potencial elétrico. Na rede de distribuição elétrica residencial, por exemplo, nos permite diferenciar o fio 'fase' do fio 'neutro'. Utilizando-a, não sentimos 'choque elétrico', isto é, o efeito fisiológico da corrente elétrica, por que: a)possui um resistor associado à lâmpada, ligada em série b)possui uma lâmpada especial c)possui um resistor associado à lâmpada, ligado em paralelo d)a tensão da rede nunca chega a 220V

**ANEXO 02 - ROTEIRO DA ATIVIDADE PRÁTICA DA UNIDADE ESCOLAR**

INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO

FLOREANÓPOLIS SC.

LABORATÓRIO DE FÍSICA

PROFESSORES MARLI PORATH , CARLOS QUEIROZ , JOSÉ CUPERTINO

TURNO : \_\_\_\_\_ SÉRIE \_\_\_\_\_ TURMA \_\_\_\_\_

DATA DA EXPERIÊNCIA \_\_\_\_\_ DATA DE ENTREGA DO RELATÓRIO \_\_\_\_\_

NOME DOS ALUNOS \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA : ELETRICIDADE E MAGNETISMO

ETAPA I

1.1 TÍTULO :

1.1 TÍTULO : CARGA E DESCARGA DE CAPACITOR

1.2 OBJETIVO : Verificar a função de um capacitor em um circuito .  
Observar os efeitos da carga e descarga de um capacitor no circuito em questão .

1.3 MATERIAL : Fonte elétrica , quadro de distribuição , resistor , lâmpada de neon , fios e amperímetro .

1.4 QUESTÕES :

a) Esquematize o circuito , identificando cada um dos elementos .

b) Para que serve um capacitor num circuito elétrico ?

o) Qual a necessidade do resistor  $R = \underline{\hspace{2cm}}$  no circuito ?

d) ~~Explique de maneira clara e objetiva~~ <sup>I</sup> ~~objetiva~~, qual o princípio de carga e descarga do capacitor, na experiência apresentada.

## ETAPA II

2.1 TÍTULO : LINHA DE INDUÇÃO DE UM CAMPO MAGNÉTICO

2.2 OBJETIVOS : Verificar a forma das linhas de indução magnética causada por um  $\vec{I}$ , corrente elétrica em um fio, e de uma espira circular.

I

II



Observar a interação entre uma barra imantada e o campo magnético terrestre .

2.3 MATERIAL : Fonte elétrica , fios elétricos , bússola , limanha de ferro , suportes , papel vegetal , espira circular , solenóide , ímãs .

#### 2 . 4 QUESTÕES

1ª) Esquematize as ~~Linhas~~ linhas de indução magnética nos seguintes casos abaixo

a) Uma barra imantada

b) Um ímã em forma de " U "

c) Por uma corrente elétrica passando por um fio condutor

d) Por uma corrente elétrica passando por um se solenóide .

2ª) Argumente a seguinte afirmativa: "A Terra se comporta como um grande ímã"

3ª) O que representam as linhas de indução magnética, numa região do espaço?

4ª) Represente em um desenho os polos magnéticos terrestre. Polo magnético terrestre é sinônimo de polo geográfico terrestre? Explique

5ª) Você dispõe de duas barras metálicas idênticas, sendo uma delas imantada. Utilizando seus conhecimentos, de que maneira, utilizando somente as duas barras, você pode identificar a barra imantada?

6ª) Um pedaço de ferro doce permanece imantado após ser afastado do ímã ? Justifique . Cite materiais que conservam a ordem magnética obtida na presença de um campo magnético .

7ª) Existe uma convenção arbitrária de utilidade na descrição dos fenômenos magnéticos , que diz que as linhas de indução magnética saem do polo \_\_\_\_\_ e entram no polo \_\_\_\_\_ .

III E T A A P A

3.1 TÍTULO

: EXPERIÊNCIA DE OERSTED

3.2 OBJETIVO

: Mostrar que um condutor , quando percorrido por uma corrente elétrica induz um campo magnético ao seu redor.

3.3 MATERIAL

Fonte elétrica , fios de ligação , isoladores e agulha imantada.

3.4 QUESTÕES

1ª) O que você conclui na experiência de Oersted ?

2ª) Qual a orientação da agulha imantada na presença de um fio percorrido por uma corrente elétrica ? Explique e mostre através de um desenho .



V      E T A P A

- 5.1    TÍTULO                    :    PONTE DE CURIE
- 52
- 5.2    OBJETIVO                :    Verificar a relação existente entre temperatura e ordenamento magnético.
- 5.3    MATERIAL                 Triplé , haste metálica    e lanparina
- 5.4    QUESTÕES                 :
- 5.4    QUESTÕES                 :    O que é ponto de Curie ?

VI      E T A P A

- 6.1    TÍTULO                    :    DÍNAMO
- 6.2    OBJETIVO                :    Verificar a conversão de energia mecânica em energia térmica elétrica
- 6.3    MATERIAL                 O Motor elétrico , fios de ligação , lâmpada de 6 volt
- 6.4    QUESTÕES                 :

1º) Em que se baseia o princípio da indução eletromagnética ? Explique.

2ª) Para termos Fem induzida é necessário termos movimento do imã ou das espiras . Explique esta afirmativa .

3ª) Somente com uma queda de água obtem-se energia elétrica ? Explique .

4ª) Explique de forma objetiva o funcionamento do motor elétrico .

V                    E T A P A

- 5.1    TÍTULO                    :    PONTE DE CURIE
- 52
- 5.2    OBJETIVO                :    Verificar a relação existente entre temperatura e ordenamento magnético.
- 5.3    MATERIAL                    :    Triplé , haste metálica e lamparina
- 5.4    QUESTÕES                    :    :
- 5.4    QUESTÕES                    :    O que é ponto de Curie ?

VI                    E T A P A

- 6.1    TÍTULO                    :    DÍNAMO
- 6.2    OBJETIVO                :    Verificar a conversão de energia mecânica em energia térmica elétrica
- 6.3    MATERIAL                    :    O Motor elétrico , fios de ligação , lâmpada de 6 volt
- 6.4    QUESTÕES                    :    :

1º) Em que se baseia o princípio da indução eletromagnética ? Explique.

E T A P A      V I I

7.1 TÍTULO                    : Anéis de Thompson

7.2 OBJETIVO                : Verificar a Lei de Lenz

7.3 MATERIAL                : Bobina , núcleo de ferro , anéis de alumínio , fonte elétrica , fios de ligação .

7.4 QUESTÕES

1ª) Faça um esquema ( desenho ) do experimento .

2ª) Explique , de forma objetiva , o fenômeno observado , utilizando a lei de Lenz .

3ª) Porque os anéis ficaram aquecidos após um certo tempo de funcionamento da fonte ?



## ETAPA VIII

### TÍTULO

8.1 TÍTULO : TRAFO DE ALTA-TENSÃO

BOBINA DE RUHMKORFF

8.2 OBJETIVO : Transformar baixa tensão em alta tensão.

8.3 MATERIAL Bobinas , fonte elétrica , suportes , trafo

CUIDADO - ALTA TENSÃO ( Perigo de vida no secundário ) Não toque no circuito após a chave da fonte estar ligada .

### 8.4 QUESTÕES

1ª) Esquematize os circuitos (a) e (b) identificando seus elementos

2ª) Calcule para o ítem a a tensão no secundário .

3ª) Qual a função do capacitor no ítem b da experiência ?

4º) Explique de forma objetiva os fenômenos observados

I X ETAPA

9.1 TÍTULO : ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

9.2 OBJETIVO : Identificar os tipos de associação no quadro quadro apresentado.  
Determine a resistência equivalente para cada situação em estado

9.3 QUESTÕES :

1º) Esquematize o circuito apresentado , mostrando seus elementos , com as chaves na posição desligada .

2º) Sendo  $U$  a ddp e  $i$  a corrente da associação, determine a resistência equivalente , a ddp , a corrente e a potência elétrica dissipada em cada resistor em função de  $R$  e  $i$  , nos seguintes casos :

a) Chave 1 ligada e 2 , e 3 e 4 desligadas . ( Qual o tipo de associação?)

a) Chave 1, 2 e 3 ligadas e 4 desligada ( Qual o tipo de associação ? )

b) Chave 1, 2 e 4 ligadas e três desligada ( Qual o tipo de associação ? )

Associação de Chaves

c) Chave 1, 2, 3 e 4 ligadas ( Qual o tipo de associação )

d) Chaves 1, 2 e 3 desligadas. (Qual o tipo de associação ?)

e)

e) Chave 1, e 4-ligadas. Qual o tipo de associação? O que ocorrerá no resistor  $R_4$  ? Justifique ..

## ETAPA X

### 10.1 TÍTULO

- a) Bobina como eletroímã
- b) Movimento relativo ímã-bobina

### 10.2 OBJETIVO

- a) Mostrar q<sub>i</sub> que força a força do eletroímã depende da amperagem
- b) Mostrar que o movimento relativo ímã-bobina gera uma corrente elétrica.

### 10.3 MATERIAL

Fonte elétrica , bobina de 300 300 espiras , agulha imantada , ímã em barra , cabos de ligação , amperímetro .

### 10.4 QUESTOES

- a) Porque é necessário termos no experimento um movimento relativo ímã-bobina para existir uma fem induzida ?
- b) Baseados nos seus conhecimentos de eletromagnetismo explique o princípio de funcionamento do eletroímã , bem como sua utilidade .
- c) De que maneiras um eletroímã pode ficar mais " forte " ?

ANEXO 03 - PROGRAMA OFICIAL DA DISCIPLINA DE FÍSICA DA 3ª SÉRIE  
DO 2º GRAU

PLANO DE CURSO

DISCIPLINA: .. Física ~~000~~ ..  
 DEPARTAMENTO DE FÍSICA ..  
 PROFESSOR(A): ..  
 ..  
 .. ANO: 1989  
 CURSO: APROFUNDAMENTOS EM CIÊNCIAS GRAU: 2º SÉRIE: 3ª ..  
 AULAS PREVISÍVEIS: 155 IMPREVISTOS E AVALIAÇÕES: 15 AULAS MINISTRADAS: 140

OBJETIVO(3) DO 1º E 2º GRAUS	OBJETIVO(5) DO CURSO	OBJETIVOS DA DISCIPLINA
"Proporcionar ao educando a formação necessária ao desenvolvimento de suas potencialidades como elemento de auto-realização, preparação para o trabalho e para o exercício consciente da cidadania.	Demonstrar responsabilidade, iniciativa e sociabilidade.  Desenvolver determinada ordem de estudos, para atender sua aptidão específica.	- Desenvolver os raciocínios básicos e a teoria fundamental da física, de acordo com os métodos científicos, solucionando questões e problemas relacionados com a parte da física abrangida no programa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONTEÚDO (UNIDADES E SUB-UNIDADES)	CRONOLOGIA		ESTRATÉGIAS		AVALIAÇÃO
		MÊS	Nº DE AULAS	TÉCNICAS	RECURSOS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar e dar as características das partículas que constituem a matéria.</li> <li>- Caracterizar carga elétrica do ponto de vista da teoria eletromagnética da matéria.</li> <li>- Operacionar carga elétrica.</li> <li>- Especificar qualitativa e quantitativamente a Lei de Coulomb.</li> </ul>	<p><u>UNIDADE I</u></p> <p><u>ELETRICIDADE</u></p> <p>1.1. Estrutura da Matéria</p> <p>1.2. Processos de Eletrização</p> <p>1.3. Lei de Coulomb</p>	<p>FEV.</p> <p>MARÇO</p>	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aula expositiva dialogada.</li> <li>- Discussão</li> <li>- Pesquisa bibliográfica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quadro p/giz</li> <li>- Textos</li> <li>- Livros</li> <li>- Laboratório</li> <li>- Filmes</li> <li>- Exercícios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apreciação de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabalhos individuais e em grupos com registros sobre a participação dos alunos</li> <li>- Relatório sobre a aula realizada no laboratório.</li> <li>- Prova com questões dissertativas.</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar campo elétrico e linhas de força</li> <li>- Definir quantitativamente campo elétrico.</li> <li>- Diferenciar campo elétrico uniforme e não uniforme.</li> <li>- Caracterizar o campo produzido no interior de um condutor.</li> </ul>	<p><u>UNIDADE II</u></p> <p><u>CAMPO ELÉTRICO</u></p> <p>2.1. Linhas de força</p> <p>2.2. Campo elétrico uniforme</p> <p>2.3. Campo no interior de um condutor.</p> <p>2.4. Campo de uma distribuição de cargas em equilíbrio eletrostático.</p>	<p>ABRIL</p>	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aula expositiva dialogada.</li> <li>- Seminários</li> <li>- Pesquisas bibliográficas</li> <li>- Debate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Textos</li> <li>- Livros</li> <li>- Quadro p/giz</li> <li>- Laboratório</li> <li>- Filmes</li> <li>- Exercícios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observação da participação e desempenho do aluno.</li> <li>- Apresentação do trabalho realizado na pesquisa bibliográfica.</li> <li>- Relatório sobre as aulas no laboratório.</li> <li>- Provas com questões dissertativas e objetivas.</li> <li>- Trabalhos individuais e em grupo, com observações sobre o interesse e a participação do aluno.</li> </ul>



OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONTEÚDO (UNIDADES E SUB-UNIDADES)	CRONOLOGIA		ESTRATÉGIAS		AVALIAÇÃO
		MÊS	Nº DE AULAS	TÉCNICAS	RECURSOS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar Pot. Elétrico e Sup. Equipotencial.</li> <li>- Caracterizar variação de energia potencial elétrica de uma carga num campo elétrico.</li> <li>- Comparar potencial elétrico.</li> </ul>	<p><u>UNIDADE III</u> <u>POTENCIAL ELÉTRICO</u></p> <p>3.1. Potencial Elétrico de uma carga. 3.2. Potencial Elétrico de várias cargas.</p>	<p>ABRIL</p> <p>MAIO</p>	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aulas expositivas dialogadas.</li> <li>- Discussão</li> <li>- Pesquisa bibliográfica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Textos</li> <li>- Quadro p/giz</li> <li>- Laboratório</li> <li>- Filmes</li> <li>- Livros</li> <li>- Exercícios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Testes com questões objetivas e dissertativas.</li> <li>- Observação da participação e interesse dos alunos ao realizarem a pesquisa bibliográfica.</li> <li>- Relatórios sobre as aulas de laboratórios.</li> <li>- Provas com questões discursivas e objetivas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caracterizar capacitância elétrica.</li> <li>- Resolver questões que envolvam Associação de capacitores.</li> <li>- Analisar o efeito do uso de dielétricos em capacitores de placas paralelas</li> </ul>	<p><u>UNIDADE IV</u> <u>CAPACITÂNCIA E CAPACITORES</u></p> <p>4.1. Associação de capacitores 4.2. Dielétricos.</p>	<p>MAIO</p>	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aula expositiva dialogada.</li> <li>- Debate</li> <li>- Pesquisa Bibliográfica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Textos</li> <li>- Quadro p/giz</li> <li>- Livros</li> <li>- Filmes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observação de participação e interesse dos alunos durante a pesquisa bibliográfica.</li> <li>- Relatório sobre as aulas de Laboratório.</li> <li>- Provas com questões objetivas e subjetivas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar corrente elétrica.</li> <li>- Verificar intensidade de corrente elétrica.</li> </ul>	<p><u>UNIDADE V</u> <u>CORRENTE ELÉTRICA</u></p> <p>5.1. Intensidade de corrente elétrica.</p>	<p>JUNEO</p>	05	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aula expositiva dialogada.</li> <li>- Discussão</li> <li>- Pesquisa bibliográfica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quadro p/giz</li> <li>- Textos</li> <li>- Livros</li> <li>- Laboratório</li> <li>- Exercícios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observação da participação e interesse dos alunos.</li> <li>- Provas com questões dissertativas e objetivas.</li> <li>- Teste oral e escrito.</li> </ul>

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONTEÚDO (UNIDADES E SUB-UNIDADES)	CRONOLOGIA		ESTRATÉGIAS		AVALIAÇÃO
		MÊS	Nº DE AULAS	TÉCNICAS	RECURSOS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descrever movimento de cargas em condutores sólidos.</li> <li>- Definir resistividade de um material.</li> <li>- Identificar o elemento constituinte da corrente elétrica em condutores sólidos.</li> </ul>	<p><u>UNIDADE VI</u> <u>LEI DE OHM</u></p> <p>6.1. Resistividade 6.2. Condutores e isolantes 6.3. Associação de resistores.</p>	JUNHO	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aula expositiva dialogada.</li> <li>- Discussão</li> <li>- Pesquisa bibliográfica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quadro p/giz</li> <li>- Textos</li> <li>- Livros</li> <li>- Laboratório</li> <li>- Exercícios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observação da participação e interesse dos alunos.</li> <li>- Provas com questões dissertativas e objetivas.</li> <li>- Testes escrito e oral.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descrever efeito Joule em uma resistência elétrica.</li> <li>- Esquematizar um circuito</li> <li>- Distinguir resistência em série e paralelo.</li> <li>- Calcular resistência equivalente.</li> <li>- Identificar e caracterizar um RESISTOR.</li> </ul>	<p><u>UNIDADE VII</u> <u>EFEITO JOULE</u></p> <p>7.1. Efeito Joule em um circuito elétrico</p>	AGOSTO	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aula expositiva dialogada.</li> <li>- Pesquisa Bibliográfica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Giz</li> <li>- Quadro p/giz</li> <li>- Livros</li> <li>- Exercícios</li> <li>- Laboratório</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observação registro do desempenho dos alunos.</li> <li>- Testes com questões objetivas</li> <li>- Relatórios sobre as aulas práticas de laboratório.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar ímãs.</li> <li>- Descrever a estrutura interna de um ímã, bem como a compreensão dos fenômenos que ocorrem.</li> <li>- Identificar campo magnético</li> <li>- Diferenciar campo magnético uniforme.</li> </ul>	<p><u>UNIDADE VIII</u> <u>ELETROMAGNETISMO</u></p> <p>8.1. Fenômenos magnéticos. Ímãs e estrutura dos ímãs. 8.2. Campo magnético. 8.3. Lei de Ampère e Biot-Sevart 8.4. Indução eletromagnética 8.5. Aplicação do eletromagnetismo</p>	AGOSTO SETEMBR	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aulas expositivas dialogadas.</li> <li>- Debates</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quadro p/giz</li> <li>- Laboratório</li> <li>- Livros</li> <li>- Exercícios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Testes com questões dissertativas</li> <li>- Relatórios sobre as aulas realizadas no Laboratório.</li> <li>- Observação do desempenho dos alunos.</li> <li>- Provas com questões objetivas e dissertativas.</li> </ul>

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONTEÚDO (UNIDADES E SUB-UNIDADES)	CRONOLOGIA		ESTRATÉGIAS		AVALIAÇÃO
		MÊS	Nº DE AULAS	TÉCNICAS	RECURSOS	
- Expressar matematicamente a Lei que rege o campo magnético percorrido por uma corrente elétrica.		Setembr	10			- Observação e registro c/ a participação dos alunos - Testes com questões objetivas.
- Identificar: Força Eletromotriz Lei de Faraday e Lenz. - Caracterizar indução eletromagnética. - Identificar dispositivos onde está envolvido o eletromagnetismo. - Descrever o funcionamento destes dispositivos.		Outubr	10			- Relatório das aulas de laboratório. - Provas com questões objetivas e dissertativas.
- Caracterizar e identificar fontes de luz. - Descrever o princípio da reversibilidade dos raios luminosos. - Distinguir espelhos planos e esféricos. - Associar espelhos planos com espelhos planos na obtenção de imagens. - Caracterizar o fenômeno da refração.	<u>UNIDADE IX</u> <u>ÓTICA</u> 9.1. Princípios da ótica geométrica. 9.2. Reflexão e espelhos planos e esféricos 9.3. Refração de luz 9.4. Reflexão total da luz 9.5. Prismas 9.6. Refringência 9.7. Lentes e equações	OUTUBRO	10	- Aulas expositivas dialógicas. - Aulas experimentais. - Pesquisa Bibliográfica - Seminário	- Livros - Exercícios - Quadro p/giz - Giz - Laboratório	- Testes com questões dissertativas. - Relatório de aula prática - Registro da participação dos alunos nos trabalhos em grupo. - Testes orais. - Relatório das aulas práticas. - Provas com questões objetivas e dissertativas. - Observar o desempenho dos alunos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CONTEÚDO (UNIDADES E SUB-UNIDADES)	MÊS	Nº DE AULAS	TÉCNICAS	RECURSOS	AVALIAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentar as leis da refração.</li> <li>- Identificar índios de refração E lâminas de fase paralelas.</li> <li>- Explicar ângulo limite e reflexão total.</li> <li>- Identificar prismas ópticos, e seus elementos</li> <li>- Explicar analiticamente ângulo de referência e desvio angular.</li> <li>- Identificar tipos de lentes</li> <li>- Operar geometricamente com lentes.</li> <li>- Identificar alguns instrumentos ópticos.</li> <li>- Introduzir as teorias corpuscular e ondulatória da luz.</li> <li>- Distinguir os fenômenos de refração e Reflexão da luz.</li> </ul>	<p>9.8. Construção de imagens e instrumentos ópticos.</p> <p>9.9. Princípios da óptica física.</p> <p>9.10. Natureza da luz.</p>	NOVEMB.	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aulas expositivas diárias.</li> <li>- Trabalho em grupo e individual</li> <li>- Aulas experimentais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Giz</li> <li>- Quadro p/giz</li> <li>- Laboratórios</li> <li>- Lentes</li> <li>- Livros</li> <li>- Exercícios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relatório das aulas práticas.</li> <li>- Teste oral e escrito.</li> <li>- Provas com questões objetivas e dissertativas.</li> </ul>

## B I B L I O G R A F I A

- RAMALHO, Francisco e outros, Os Fundamentos da Física, vol. 3, Ed. Moderna
- FERRARO, Nicolau Gilberto e outros, Aulas de Física. Vol. 3, Atual Editora.
- BONJORNIO, José Roberto e outros. Física, vol. 3. Editora FTD S/A
- DOCA, Ricardo Helou e outros, Os Tópicos da Física, Editora Saraiva, Vol. 3
- ROBOPELLA, José L. de Campos e outros, Física, vol. 3, ed. Ática.
- MORETTO, Vasco Pedro, Física em Módulo de Ensino, Editora Ática.
- UENO e YAMAMOTO, Estudos de Física, vol. 3, Editora Moderna,

ANEXO 04 TEXTO INTRODUTÓRIO E QUESTOES FORMULADAS

"Produção, Distribuição e Consumo de Energia Elétrica" (A)

Evento - Ao acionarmos o botão de um interruptor, a luz acende... Da mesma forma, ao acionarmos o botão do liquidificador, rádio, televisão, ..., o aparelho entra em funcionamento.

Esta situação é o ponto culminante de um processo amplo e complexo, que envolve, além do esforço do trabalho de muitas pessoas, o conhecimento de leis gerais sobre o comportamento da natureza, construídas pelo Homem e acumuladas ao longo de sua história, bem como a aplicação tecnológica destas leis.

Enquanto os aparelhos e dispositivos elétricos estão em funcionamento, o "relógio de luz" está também funcionando, para medir o consumo de energia elétrica.

Isto pode ser observado no relógio de luz de cada residência: verifica-se que a velocidade de rotação do disco (do medidor) é maior quando aumenta o número de aparelhos eletrodomésticos funcionando simultaneamente. (B)

Ao passarmos por aquela situação (ponto culminante) de consumo, para a situação inicial de produção de energia elétrica, nos deparamos com as usinas geradoras de eletricidade. No Brasil elas são, hoje, essencialmente de dois tipos: Hidroelétricas e Termoelétricas.

As hidroelétricas são, em geral, de maior porte e responsáveis por maior quantidade de energia gerada do que as termoelétricas, como por exemplo: Itaipu (12600 Mw, sendo metade do Paraguai, em 50 Hz, e metade do Brasil, em 60 Hz), Tucuruí (4000 Mw), Paulo Afonso (2000 Mw), Sobradinho (1000 Mw), Boa Esperança (250 Mw). (C)

Do ponto culminante ao ponto inicial, na produção de energia elétrica na usina, bem como na sua distribuição para o local de consumo, via linhas de alta tensão, subestações, transformadores, fiação das ruas, casas ou prédios (residenciais ou não), ocorrem processos de transformação de energia.

O consumidor ao utilizar esta energia elétrica não significa simplesmente gastá-la mas implica necessariamente em transformá-la em outra forma de energia.

Que processos de transformação são estes?

Por que devemos economizar energia elétrica em épocas de estiagem?

É correto justificar a falta de energia elétrica pela ausência de chuva no leito dos rios?

Os processos de transformação de energia serão tratados a seguir de maneira descritiva e qualitativa, buscando destacar a Física pertinente às questões levantadas. Conceitos, relações e leis gerais serão citados durante a descrição destes processos. Na sequência do curso

\* 1 M.w = 1 Megawatt =  $1 \cdot 10^6$  w

de Física os mesmos serão retomados para um tratamento mais aprofundado, que envolverá definições e o consequente tratamento quantitativo.

Nas usinas hidroelétricas, a água represada em grande quantidade (por exemplo, a maior, Itaipu: 1500 km<sup>2</sup> de área inundada, com volume total de  $2,9 \times 10^{10}$  m<sup>3</sup> e volume útil de  $8,0 \times 10^9$  m<sup>3</sup>) é canalizada e dirigida através de tubulações para a casa das máquinas que sempre está no nível (posição abaixo) do fundo da represa. Devido a este desnível, a água represada que penetra pela tubulação adquire uma velocidade para baixo devido ao seu peso, que aumenta na medida que se aproxima do final do duto e se choca com as turbinas (por exemplo, Itaipu: fluxo máximo de água de 33000 m<sup>3</sup>/s; fluxo de regime de 8300 m<sup>3</sup>/s). (fig. 1)

Dizemos que a água (quantidade material - massa) represada pela barragem, devido a sua posição a um nível (altura) acima da posição das turbinas tem energia acumulada, a qual denominamos Energia Potencial ou de Posição (Itaipu: queda máxima de 130 m). Conforme a água desce pelo tubo (perde altura), a água vai perdendo esta energia, isto é, sua Energia de Posição vai diminuindo, porém simultaneamente aumenta a sua energia devido ao movimento, a qual denominamos Energia Cinética, que é máxima quando a água atinge a turbina.

Do ponto de vista da Física, o processo descrito é definido como um processo de transformação, uma vez que:

A matéria (água, que colide com a turbina) possui:

ANTES

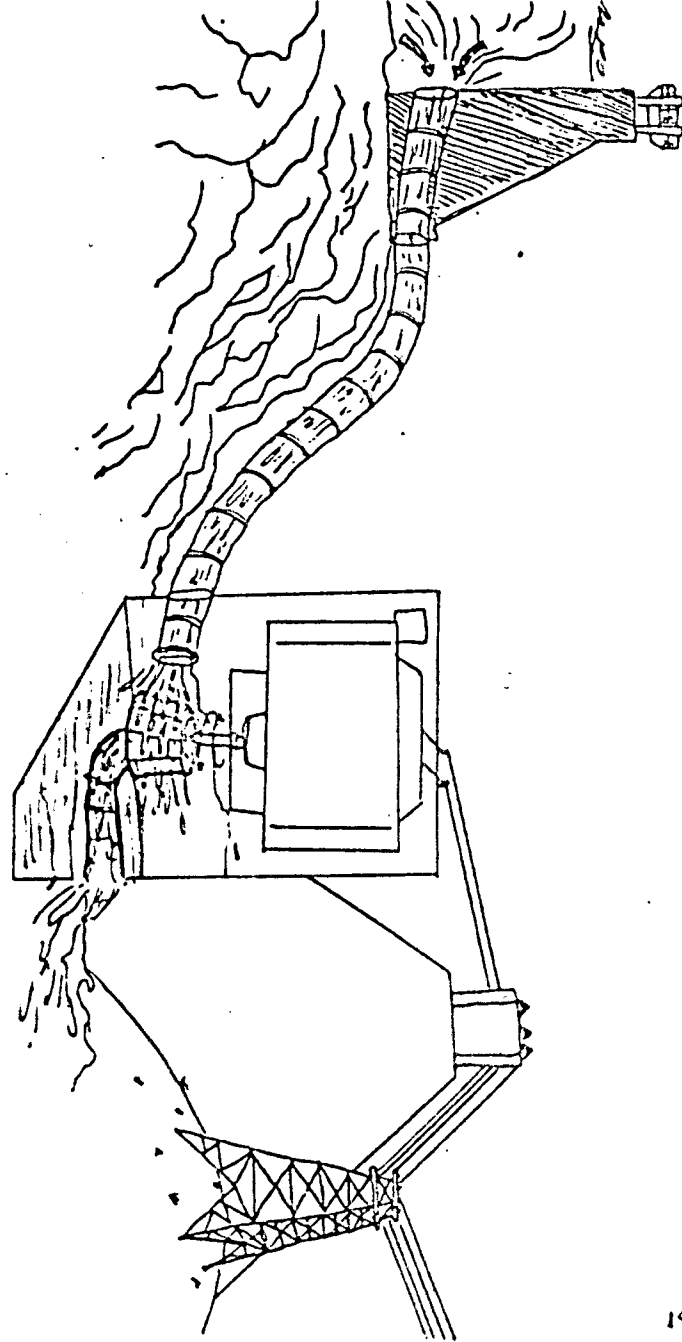
DEPOIS

Processo de Transformação

Energia Potencial  Energia Cinética

Esse processo de transformação tem permitido uma aplicação tecnológica fundamental para a sociedade moderna, mas não era compreendido há pouco mais de 150 anos, uma vez que ele está vinculado a uma conceitualização e abstração sobre o comportamento da natureza que só foram atingidos com trabalhos de alguns pesquisadores que investigaram conversões entre formas diferentes de Energia, porque, dentre outras razões, a revolução industrial já se fazia presente. No entanto, sabemos que desde a antiguidade os homens utilizaram a "Roda d'água" como máquina auxiliar de trabalhos diversos, como a moagem de grãos.

As diferenças entre estas aplicações, para além da escala e do uso, se acentuam sobretudo em dois aspectos: 1º - Científico - a partir de meados do século passado, o conhecimento deste processo de transformação foi atingido e incorporado (em termos de leis gerais, conceitos, relações e princípio de conservação da energia); 2º - Tecnológico - o



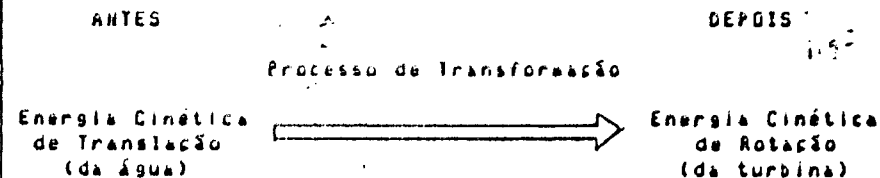
19 A

concretos tecnológicos e a sua utilização para obtenção de energia elétrica pode ser desenvolvido. (D)

A água com energia cinética máxima interage (colide) com as pás da turbina colocando-a em movimento de rotação. Dizemos em Física que a água aplica uma força nas pás da turbina o suficiente para colocá-la em movimento de rotação. Ou seja, a água possui uma Quantidade de Movimento (que será tanto maior quanto maior for a massa de água e sua velocidade), o mesmo ocorrendo com a turbina em movimento.

Se considerarmos apenas o deslocamento da água ao longo do duto, podemos dizer que esta massa de água tem basicamente velocidade linear, o que implica que ela também possui uma quantidade de movimento também linear. Entretanto, ao se chocar com as pás da turbina, estas adquirem um movimento de rotação em torno de um eixo fixo, ou seja, adquirem uma velocidade angular, o que implica elas terem uma quantidade de movimento angular.

Assim, localizamos neste processo de interação um outro processo de transformação de Energia, a saber:



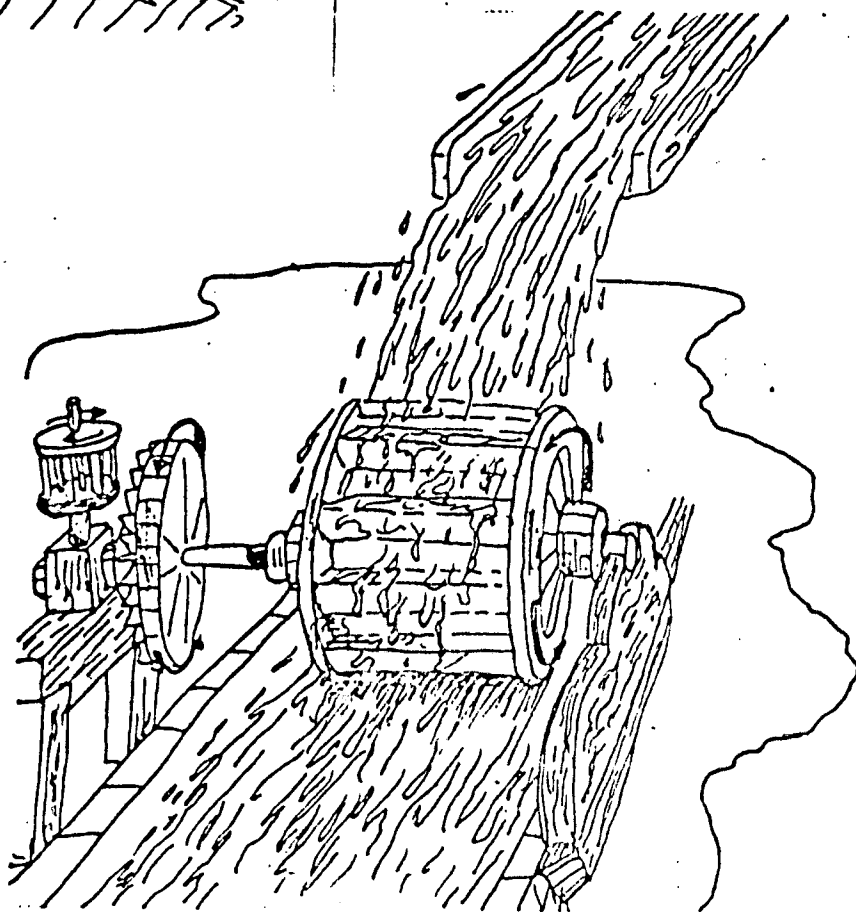
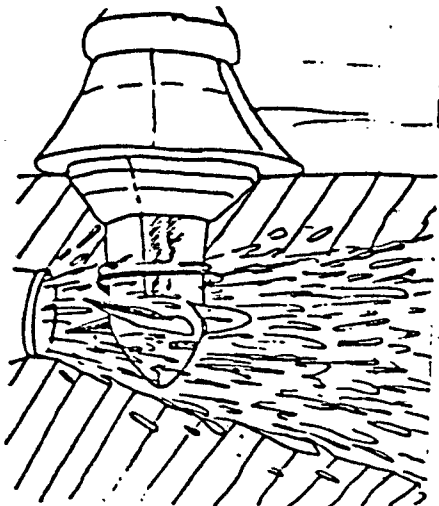
Podemos também analisar esta interação como transferência da quantidade de movimento linear da água para quantidade de movimento angular da turbina.

As leis que regem interações como esta (colisões) também foram construídas e compreendidas há cerca de 300 anos com investigações ligadas a fatores tais como, entre outros: choques entre corpos, movimento da Terra e dos planetas, queda dos corpos, localização de embarcações em alto-mar (até meados do século XVII um problema não totalmente resolvido), mercantilismo e manufaturas. Entretanto, sabemos que sociedades antigas utilizaram por milênios a transformação discutida, como por exemplo os artesãos de cerâmica (roda do oleiro), bem como o uso de roldanas para facilitar o trabalho nas construções, retirada de água de fontes etc.

Igualmente, as diferenças entre estas aplicações, para além da escala e do uso se acentuam sobretudo em dois aspectos: 1º - o conhecimento, enquanto científico deste processo, foi atingido e incorporado (a nível de teoria) a partir do século XVIII; 2º - aplicação e utilização para finalidades outras que as dos povos antigos como, por exemplo, enquanto processo de transformação intermediário para a obtenção da energia elétrica e a fabricação de tornos mecânicos. (E)

Antes de prosseguirmos no estudo da transformação de Energia Mecânica da turbina em rotação em Energia





interagiu com a turbina segue seu curso rio abaixo, desembocando num outro rio, ou no oceano, em nível sempre inferior ao da represa. No entanto, sabemos que com exceção dos períodos de grandes secas, a represa está sempre abastecida com um grande volume de água. Por que isto ocorre? Obviamente porque chove e este fluxo nos leva aos ciclos da água e do ar, fenômenos que em última análise garantem o funcionamento das hidroelétricas.

Para que a água seja deslocada do nível do mar para o nível mais alto das represas dizemos em Física que é necessária a realização de Trabalho. (F)

Este trabalho é necessário porque qualquer corpo, esteja ele no estado sólido, líquido ou gasoso tem peso, devido à sua interação com a Terra.

O peso é uma força com direção radial e sentido voltado para o centro da Terra, com intensidade proporcional à massa do corpo. Esta definição da força peso foi precisamente obtida e compreendida a partir do século XVII, devido a investigações que tinham por objetivo explicar o movimento da Terra e dos planetas, bem como o dos corpos em queda livre. Uma lei geral de gravitação construída em meados daquele século é utilizada para a interpretação daqueles fenômenos. Ela fundamentalmente contém a propriedade universal da atração entre as massas dos corpos.

Dizemos em Física que esta propriedade da matéria (massa) caracteriza a existência de um Campo Gravitacional. Assim, dizemos que os corpos, na presença do campo gravitacional da Terra estão sujeitos a uma força (peso), que em última análise explica a atração; da mesma forma os planetas na presença do campo gravitacional do Sol são por ele atraídos, e por isso executam o seu movimento orbital. (F.4)

A interpretação destes movimentos através do conceito de campos é mais recente do que a interpretação pelo conceito de força-interação, tendo sido inicialmente apresentada em meados do último século. (G)

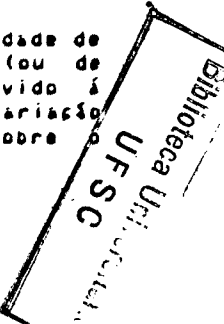
Sendo o peso dirigido para o centro da Terra, a massa de água que atinge a altura da represa precisa estar sujeita a uma força de sentido contrário ao seu peso.

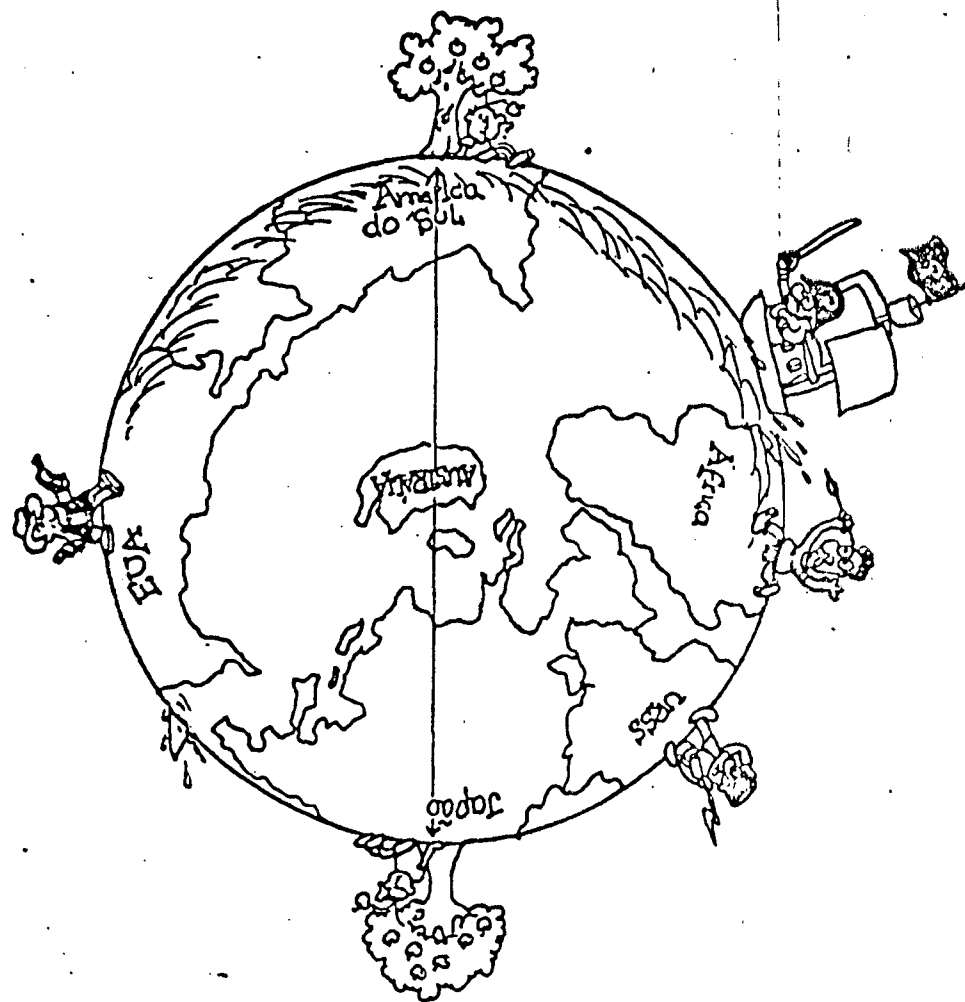
Inicialmente esta força é maior que o peso, para desequilibrar o corpo, podendo ser igual ao peso logo após. Esta análise é possível ao utilizarmos duas leis básicas da natureza (1ª e 2ª leis de Newton), a saber: a inércia e a relação entre força resultante e aceleração.

A força responsável pela elevação do corpo, que atua durante este deslocamento vertical, realiza trabalho. A conceitualização física de trabalho é definida precisamente e não pode ser confundida com a conceitualização de trabalho no senso comum.

Lembramos que este desnível de uma quantidade de água resulta numa variação de energia potencial (ou de posição) que agora sabemos ser gravitacional, devido à interação da massa de água com a Terra. Assim, esta variação de energia é explicada pelo trabalho realizado sobre

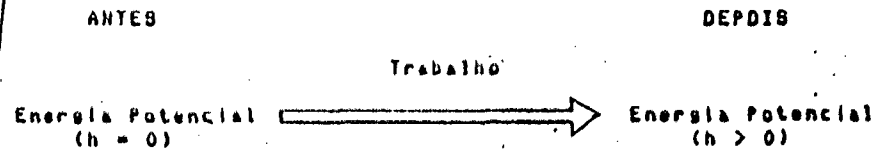
B A





21A

...do século XIX. Assim, ao se realizar um trabalho, ocorre um processo de transformação; (H)

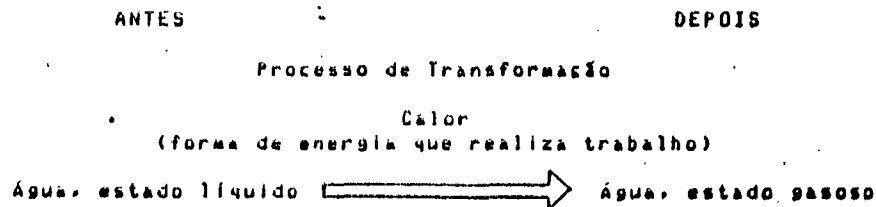


Para entendermos o agente físico responsável pelo trabalho de elevação da água, devemos analisar o Ciclo da Água na Natureza. (I)

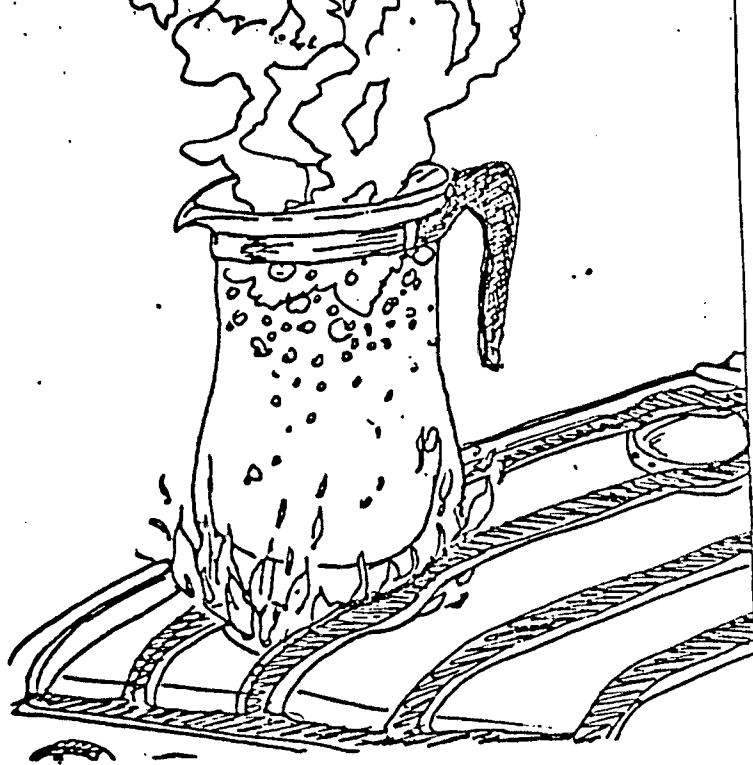
A água das superfícies dos oceanos, lagos e rios é aquecida pelo Sol e parte dela entra em evaporação. Este também é um processo de transformação, a mudança do estado líquido para o estado gasoso (na forma de vapor). Em termos microscópicos, as moléculas de água no estado líquido estão espacialmente distribuídas, assumindo posições que caracterizam uma energia potencial (não gravitacional, mas sim elétrica). A mudança para o estado gasoso requer a realização de um trabalho, uma vez que a posição relativa das moléculas aumenta. O trabalho é realizado pelo calor, resultado da interação da radiação solar ou da atmosfera já aquecida com a superfície da água. (J)

A identificação do calor como uma forma de energia (em trânsito, devido a diferença de temperatura entre dois ou mais corpos) é relativamente recente, quando da descoberta do Princípio da Conservação da Energia há cerca de 150 anos. (J)

Assim, temos o seguinte processo de transformação:



A compreensão deste processo de transformação torna-se mais clara ao analisarmos a interação da matéria com o calor. Por exemplo: certa quantidade de água atinge temperatura menor que a mesma quantidade (mesma massa) de um metal quando absorvem iguais quantidades de calor. Esta propriedade das substâncias de se comportarem diferentemente ao serem aquecidas ou resfriadas (troca de calor) é



22A

caracterizada por uma grandeza denominada Calor Específico. Sabemos que toda substância permanece com a temperatura constante durante as suas mudanças de estado. Neste caso, toda a energia absorvida ou cedida (através da troca de calor) é empregada para a mudança de estado, microscopicamente interpretando, trata-se de variações de energia potencial (de ligação química), uma vez que as posições relativas das moléculas estão variando.

Além de depender da quantidade de matéria (massa), o calor trocado durante a mudança de estado é também função de uma grandeza chamada Calor Específico Latente.

Quando a matéria interage com o calor e não está mudando de estado, a sua temperatura está variando microscopicamente interpretando, o trabalho realizado pelo calor resulta em variação da energia cinética das moléculas. Além da massa, a quantidade de calor trocada durante o aquecimento ou resfriamento é também função de uma grandeza chamada Calor Específico Sensível.

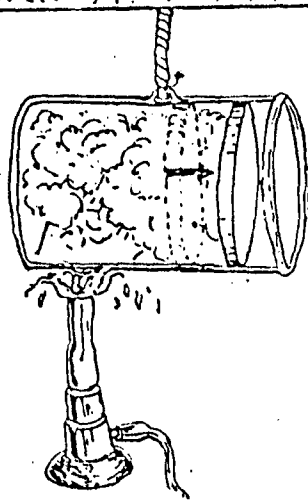
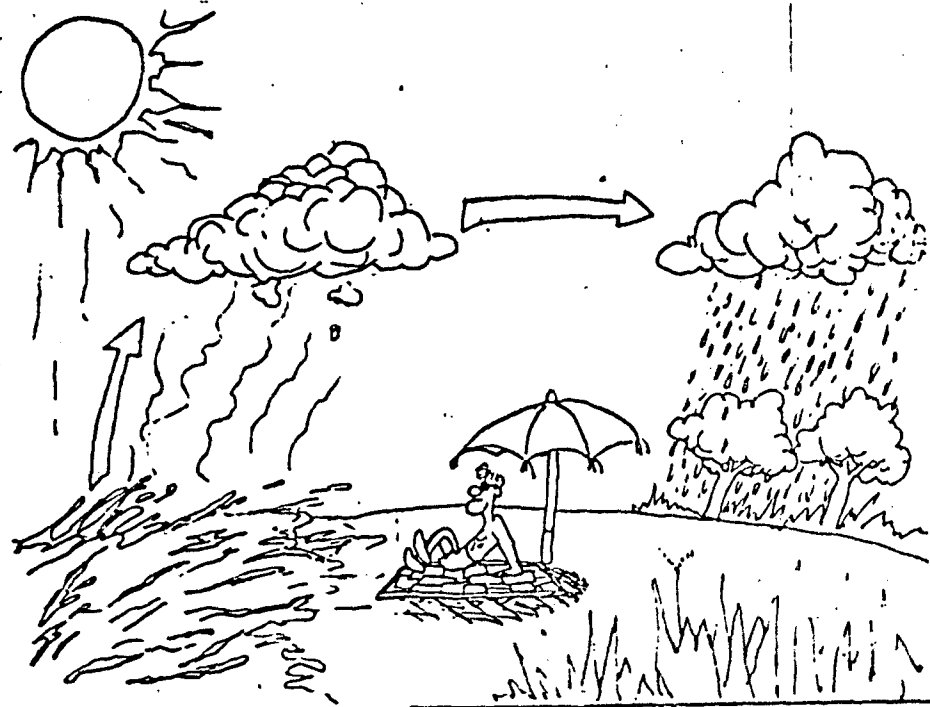
Na Terra, grandes quantidades de água são continuamente evaporadas por energia proveniente do Sol, na forma de radiação. A elevação desta massa evaporada cuja origem se deve à troca de calor e movimento preferencial para cima é devido a diferenças de temperatura e pressão na atmosfera. Como o conceito de pressão é relacionado com o de força, podemos localizar aqui, a realização do trabalho necessário para aquela elevação. Podemos concluir então, que em última análise, a energia potencial da água na represa é uma das formas de armazenamento da energia solar na Terra.

Outras formas de armazenamento de energia solar na Terra são: energia acumulada pelos vegetais através da fotossíntese, carvão e petróleo. Diferentemente da água na represa, a energia armazenada nestes casos é do tipo potencial, porém não gravitacional, mas sim de ligação química.

Uma outra distinção entre estas várias formas de armazenamento de energia que merece ser lembrada é quanto à duração do processo. Enquanto que para o ciclo da água ou para a fotossíntese a duração é relativamente pequena (de alguns dias a um ano), no caso do petróleo e do carvão ela é de milênios e mesmo de eras geológicas.

Deste modo, tanto nas usinas hidroelétricas como nas termoelétricas ocorre, em última análise, a transformação de energia potencial armazenada na Terra proveniente do Sol (fonte básica de energia), em energia elétrica. (L)

O aproveitamento, em larga escala, da energia armazenada no carvão mineral e petróleo (posteriormente) originou-se também em meados do século passado, época em que se pesquisava bastante formas de aproveitamento do calor, através de potentes máquinas térmicas, pois, dentre outros motivos, a crescente manufatura e o início da industrialização de alguns países europeus exigiam maior produtividade. (M)



23A

terísticas levou a conclusões acerca da impossibilidade de transformar totalmente uma quantidade de energia na forma de calor em trabalho mecânico. Essencialmente, esta é uma lei universal, construída e totalmente incorporada no conhecimento científico na segunda metade do século XIX.

Assim, tanto o Princípio da Conservação da Energia (conhecido como o 1º Princípio da Termodinâmica), como o Princípio da Degradação da Energia (conhecido como o 2º Princípio da Termodinâmica) são descobertos quase que simultaneamente, com pequena diferença (cerca de 10 anos) entre as primeiras publicações.

A implantação de indústrias de grande porte e de sistemas de transporte coletivo eficientes (máquinas a vapor - locomotivas) permitiu mudanças radicais na evolução da sociedade moderna a partir desta época, a chamada Revolução Industrial.

No entanto, a energia elétrica ainda não era disponível em ampla escala, sendo a iluminação pública a gás, até início deste século. Queremos dizer que usinas termoeletricas e principalmente hidroelétricas são posteriores à "primeira industrialização". (H)

O Sol, como qualquer estrela, emite energia radiante em todas as direções do espaço. Uma parcela pequena desta energia atinge a Terra. Cabe perguntar:

Quais são as leis físicas que permitem a interpretação desta transmissão de energia?

A radiação se propaga no espaço, no vácuo inclusive, com uma velocidade bem definida na forma de onda. Uma onda se caracteriza pelo transporte de energia sem o transporte de matéria, possui uma determinada frequência e um correspondente comprimento de onda. (H)

Esta interpretação constitui um dos modelos para o comportamento da radiação, cuja origem, localizada nas investigações sobre a natureza da eletricidade e do magnetismo, culminou na formulação de uma teoria do eletromagnetismo e das ondas eletromagnéticas há pouco mais de 100 anos. Esta teoria, além de fornecer um modelo satisfatório para explicar a transmissão de energia radiante pelo espaço, permitiu inúmeras aplicações tecnológicas a partir do início deste século (era da eletricidade) que incluem além da produção e uso da energia elétrica, os sistemas de comunicação. (O)

Segundo este modelo, as ondas eletromagnéticas se distribuem em um amplo espectro de frequências (ou de comprimentos de onda). Assim, do ponto de vista físico, a energia radiante proveniente do Sol contém frequências as mais diversas. Uma parte pequena deste espectro é detectada em cores diferentes pela visão humana, que é a luz. Entretanto, outras partes do espectro não detectadas pela visão são igualmente importantes, como por exemplo: infravermelho, com frequências menores que as da luz visível, responsáveis pelo transporte de calor na transmissão por

irradiação ultra-violeta, com frequências acima das da luz visível raios X e outras. (P) 198

Todos os tipos de ondas, eletromagnéticas ou não, possuem propriedades que são também regidas por leis específicas da Física, tais como: reflexão, refração, interferência, difração, e quando a onda for transversal, polarização.

Vamos retornar agora, o evento da turbina em rotação, que intertemos ao analisar a interação água-turbina. A participação da água nesta interação se justifica porque iniciamos o nosso estudo a partir de uma usina hidroelétrica. No entanto, pelo que foi exposto ao longo do texto podemos perceber que, em síntese, um processo tecnológico adequado pode transformar a energia solar armazenada em suas várias formas, na Terra, em energia de rotação de uma turbina. No caso das termoeletricas, temos o vapor superaquecido pela queima de óleo derivado de petróleo ou carvão, girando a turbina.

A turbina em rotação, acoplada a um conjunto de materiais metálicos montados com tecnologia apropriada produz em terminais de cobre a energia já na forma elétrica que será distribuída. Temos nesta fase o seguinte esquema:

ANTES

DEPOIS

Processo de Transformação

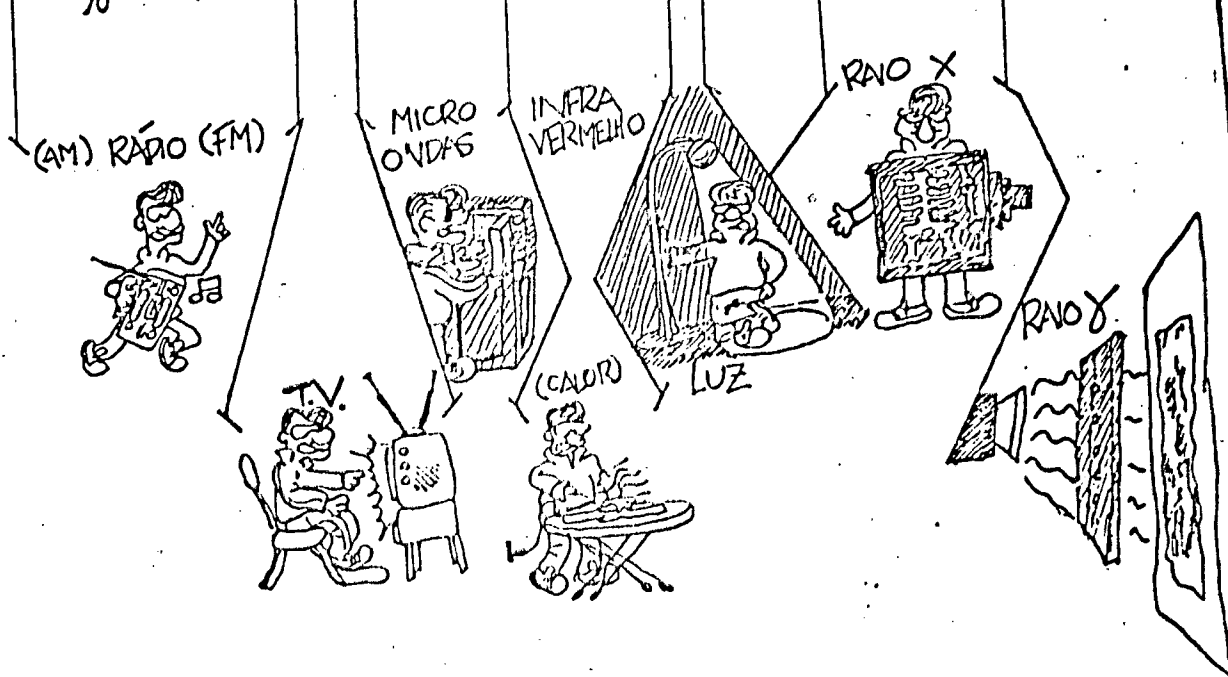
Energia Cinética de Rotação (matéria: metal da turbina) → Energia Elétrica (matéria: metal dos fios)

Este processo de transformação, conforme já afirmamos, é fruto de aplicações tecnológicas de leis construídas sobre o comportamento da Natureza, formuladas principalmente na primeira metade do século passado.

Basicamente, o princípio de obtenção da energia elétrica é explicado pela indução eletromagnética, ou seja, além do movimento de rotação da turbina, é preciso que existam tanto corrente elétrica como campo magnético no local.

O campo magnético pode estar associado, por exemplo, aos ímãs permanentes, como também pode ser gerado por corrente elétrica que percorre um fio. (O)

Até a descoberta da indução eletromagnética, a relação entre eletricidade e o magnetismo não era ainda totalmente compreendida. Já se podia armazenar energia elétrica em pilhas (início do século XIX), e a agulha magnética já era conhecida de muito tempo, usada amplamente nas navegações. O desvio observado da direção de uma agulha magnética quando próxima de um fio percorrido por uma corrente elétrica fornecida por pilhas, suscitou pela primeira vez esta relação. Procurou-se então obter corrente elétrica a partir de campos magnéticos. Isto ocorre, por



25A

exemplo, quando um enrolamento de fio (de qualquer formato, desde que fechado) tem movimento relativo a um ímã permanente. Verifica-se que surge no enrolamento uma corrente elétrica induzida. (R)

Na "casa das máquinas" da usina, é isto que acontece em grande escala, a turbina é conectada a um ímã (na verdade, um eletroímã) que com o seu giro, tem um movimento relativo a um enrolamento de fios, onde é induzida a corrente. Este conjunto recebe o nome de gerador.

Dos terminais deste enrolamento a corrente elétrica será convenientemente distribuída. Aparelhos elétricos, denominados transformadores, tanto no local de geração, como em outros pontos da rede, participam desta distribuição.

Cabe ainda perguntar: o que é e como se estabelece a corrente elétrica?

Sabemos que existem materiais bons condutores de eletricidade e outros que são maus condutores. Normalmente, os fios são confeccionados de cobre ou de alumínio, que são metais bons condutores, isto significa que sua estrutura interna a nível microscópico é tal que permite a movimentação de elétrons (partículas negativamente carregadas), denominados livres. Os elétrons, ao adquirirem movimento preferencial em uma direção, perturbam-se conjuntamente, e o resultado macroscópico é a corrente elétrica, segundo modelo proposto no início deste século. (S)

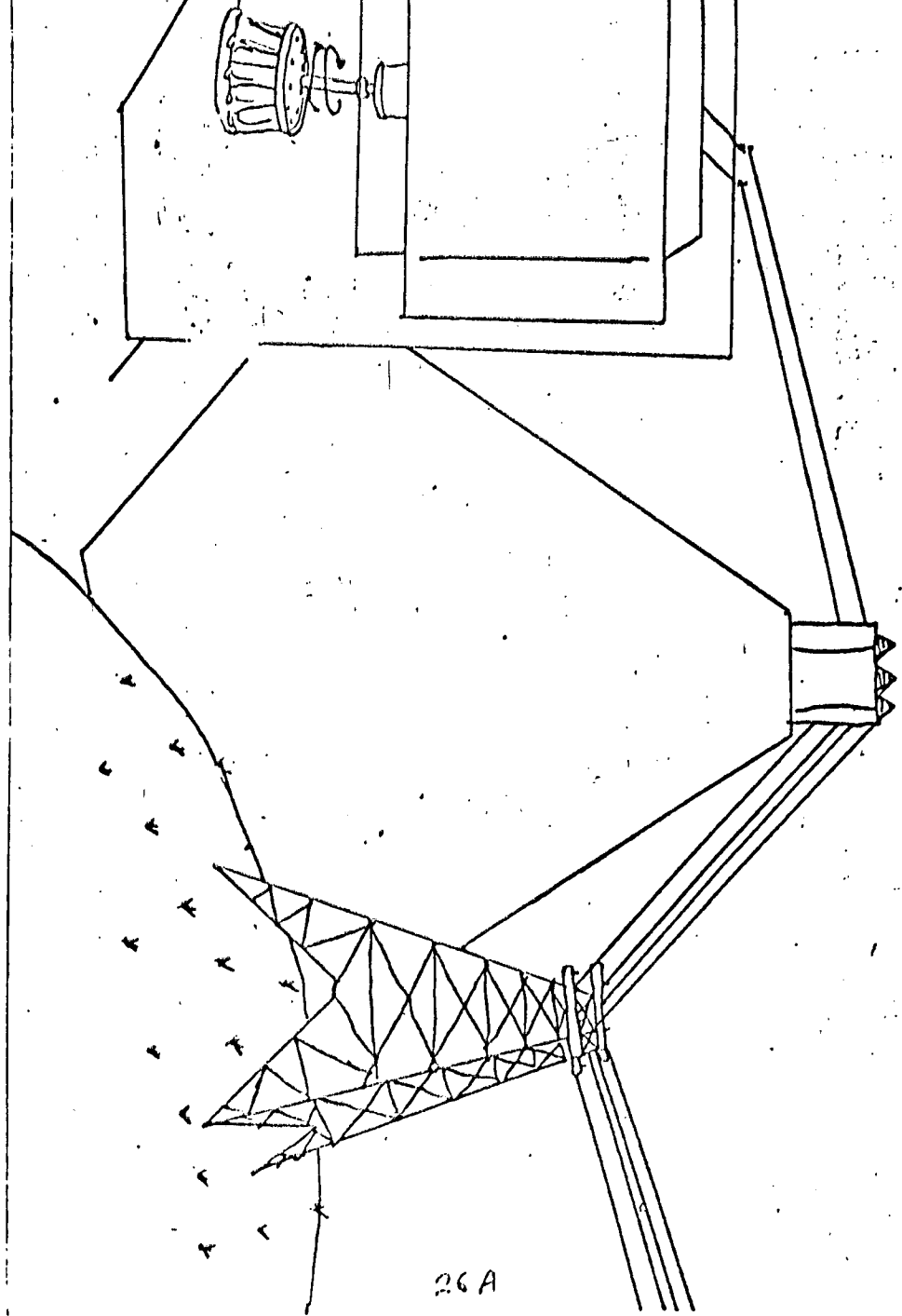
O movimento preferencial dos elétrons livres é determinado por pilhas ou baterias no caso de pequenos circuitos (corrente contínua) ou por geradores no caso de grandes circuitos (corrente alternada).

Percorridas grandes distâncias através de linhas de transmissão (chamadas de alta tensão), a energia elétrica chega às cidades e à sua residência.

Assim esperamos uma melhor compreensão agora, ainda que descritiva, dos fenômenos elétricos das instalações residenciais. Ao acionarmos o botão de um interruptor, estamos fechando um circuito e permitindo a passagem de corrente elétrica pelos fios e pelo filamento da lâmpada. Outros aparelhos transformam energia elétrica em energia mecânica de rotação, como o liquidificador.

A base de exposição para este texto foram as transformações entre várias formas de energia, e sempre esteve implícito o Princípio de Conservação da Energia Total das transformações. A questão em aberto é: como o Sol é abastecido de energia, uma vez que na Terra aproveitamos energia armazenada proveniente desta estrela? (1)

A resposta a esta questão não pode ser fornecida pelo conjunto de leis e teorias até aqui mencionadas. O início do nosso século constitui um marco revolucionário, entre outros ao longo da história da Física e das Ciências, que modificou fundamentalmente a percepção humana sobre o comportamento da natureza.



26A

Inovações qualitativas em relação aos anteriores e ao mesmo tempo restringem a sua aplicação, ou seja, estabelecem domínios de validade para as teorias construídas até o século XIX, essencialmente a Mecânica e o Eletromagnetismo Clássicos.

Neste sentido, a compreensão do que acontece no Sol é possível graças ao conhecimento construído pela Relatividade e pela Mecânica Quântica. (T)

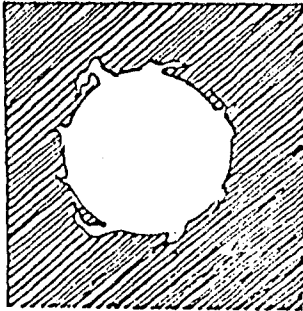
Chegou-se, então, à compreensão do fenômeno de Fusão Nuclear, ou seja: a energia irradiada pelo Sol é resultado de uma transformação nuclear onde átomos de Hidrogênio, pelo processo de fusão, dão origem a átomos de Hélio, liberando grande quantidade de energia que é irradiada. Trata-se de um auto-consumo de matéria e de energia pelo Sol.

Finalmente, cabe lembrar que as atuais teorias em Física forneçam um outro modelo alternativo ao das ondas eletromagnéticas, para a propagação da energia radiante do Sol. O modelo inclui o comportamento corpuscular da luz e das demais faixas do espectro, a saber, concebe-se esta energia como agrupamentos de partículas denominadas "fótons", sendo esta energia uma função direta da frequência da radiação, daí ser chamada quantizada, ou não contínua.

Tecnologicamente, ainda não conseguimos dominar os processos de fusão nuclear para a obtenção segura e "limpa" de grandes quantidades de energia, mas há uma expectativa que isto venha a ocorrer a partir do início do próximo século. A tecnologia nuclear hoje em uso é decorrente de investigações que se iniciaram nos anos 1930-40 e baseia-se num processo de transformação inverso ao da fusão nuclear, que é chamado fissão nuclear. (U) Neste caso, núcleos de átomos pesados são quebrados (fissionados), liberando uma grande quantidade de energia e transformando-se em átomos menos pesados. Esta energia liberada, quando confinada e controlada, é aproveitada, por exemplo, também para geração de energia elétrica, nas chamadas usinas nucleares (que a rigor são termoeletricas).

O não controle desta energia, por acidente ou deliberadamente, provou danos irreversíveis na Natureza e para o Homem, como tem ocorrido, algumas vezes ao longo dos últimos anos, em alguns países. (V)

o Sol.



- 1 - O que você entende por transformação de energia ?
- 2 - Quais os tipos de energia que você já ouviu falar ?
- 3 - O que significa "conservação" de energia ? Isto implica em consumi-la e produzi-la ?
- 4 - Descreva da melhor forma possível, os tipos e os processos de transformação de energia envolvidos numa usina hidroelétrica, desde a armazenagem de água até a utilização da energia elétrica.
- 5 - O calor é uma forma de energia que se conserva, e por isto pode ser "controlada", para melhor usá-lo. Porque esta forma de energia é muito importante para o desenvolvimento de uma nação ?
- 6 - Os conceitos de trabalho, energia e tantos outros marcaram época no desenvolvimento da ciência. Qual a importância para a sociedade do século XX, o desenvolvimento da Física no campo das ondas ?
- 7 - Qual a importância dos modelos teóricos que a ciência desenvolve, para a sociedade que vivemos ? Dê exemplos.

ANEXO 05 - TABELA DE ELETRODOMÉSTICOS CONSTRUIDA PELO GRUPO DE  
TRABALHO



## TABELA DE ELETRODOMÉSTICOS

lavadora de roupa  
aquecedor  
secador de cabelo  
lavadora de louça  
ferro de passar roupa  
fonte de tensão do micro computador  
microcomputador  
impressora  
maquina de escrever  
ventilador  
forno de microonda  
video cassete  
rádio relógio  
freezer  
geladeira  
televisão colorida  
aparelho de som (3 em 1)  
gravador  
liquidificador  
espremedor de frutas  
batedeira de bolo  
filtro de água  
secadora de roupa  
centrifugadora de roupa  
ar condicionado  
video game  
barbeador elétrico  
depilador elétrico

ANEXO 06 - HORÁRIO DE AULA DO GRUPO DE TRABALHO

	2º	3º	4º	5º	6º
1º	Fís.	Biol.	Mat.	<del>Fís.</del>	Biol.
2º	Quím.	Fís.	Fís.	Port.	Quím.
3º	Matem.	Quím.	Fís.	Quím.	Quím.
4º	Biol.	Mat.	Port.	Filos.	Mat.
5º	Biol.	Mat.	D.S.P.B.	D.S.P.B.	<del>Fís.</del>

ANEXO 07 - GLOSSÁRIO DE TERMOS

## GLOSSARIO DE TERMOS

**Alfabetização Técnica** - Programa de estudo (técnico e científico) dos problemas concretos (contatos deficientes, sobrecargas, isolamentos, proteção contra raios, por exemplo) que a realidade levanta... em vez de se aborrecer com as fórmulas de Bio-Savart ou as Leis de Ohm, aprendidas de cor. Contribuir para que o estudante domine alguns aspectos técnicos em vez de passar a respeitar esses princípios no abstracto. Mantê-lo ligado à prática sem sentir-se alienado... mantê-lo ligado à realidade local. Abandonar a teoria abstrata e passar à prática libertadora... visando criar as armas intelectuais necessárias ao exercício prático da hegemonia do proletariado (Sazin, 1977: 34, 35, 36 e 37).

**Aluno-trabalhador** - Indivíduo regularmente matriculado, e que frequenta a escola pública no período noturno, inserido nos meios-de-produção, isto é, compõe a parcela trabalhadora assalariada, regular ou não, durante o período diurno.

**Atividade Experimental Concreta** - Atividades práticas suportadas pelos conteúdos de ensino, desenvolvidas durante as aulas, utilizando aparatos tecnológicos que usamos diariamente, com o objetivo primordial de compreender o funcionamento destes, no sentido de alfabetizarmo-nos, desmistificando-os conseqüentemente.

**Codificação** - Representação de uma situação vivida pelos estudantes em seu trabalho diário e se relaciona com a palavra geradora. Abrange certos aspectos do problema que se quer estudar e permite conhecer alguns momentos do contexto concreto (Freire, 1989: 146).

**Conhecimento Científico** - Conhecimento metódico que dá a possibilidade de dominar a natureza, transformá-la, adapta-la às suas necessidades (do homem). O conhecimento é o reflexo da realidade adquirido pela capacidade perceptiva que o homem está habilitado a fazer dessa realidade (Vieira Pinto, 1985: 32).

**Conteúdos de Ensino** - Temas de estudo, gerados a partir do tema gerador, que deve ser estudado e debatido nas aulas. É um dos instrumentos que tornam possível aos envolvidos no processo educacional, uma compreensão do seu meio natural e social, tornando-os capazes de intervir, propiciando transformações (Angotti, 1982).

**Descodificação** - Um dos momentos mais importantes do processo de alfabetização; trata-se do exame das palavras geradoras (ou código linguístico) para extrair os elementos existenciais nelas contidos (Freire, 1989: 150).

**Diálogo** - Uma relação horizontal de "A" com "B". Nasce de uma matriz crítica e gera criticidade. Quem dialoga, dialoga com alguém sobre alguma coisa. O diálogo não pode existir sem um profundo amor pelo mundo e pelos homens (Freire, 1975: 107).

**Ensino de Física no Segundo Grau Noturno** - Atividade profissional do educador científico, especificamente de ciências físicas, suportada pela concepção educacional do Professor Paulo Freire em direção a proposta de 'alfabetização técnica' do Professor Maurice Bazin. Esta por sua vez, devido ao turno de atuação, atende majoritariamente aos alunos-trabalhadores.

**Ensino Dialógico de Física** - Atividade educacional científica estabelecida entre educador e educandos, na qual se estabelece um intercâmbio crítico, isto é, um diálogo, no desenvolvimento desta. O envolvimento dos sujeitos (educador e educando) ocorre horizontalmente, dinamicamente, tornando-os intérpretes-autores do objeto do conhecimento. Conseqüentemente a interlocução desejada ocorre em função da atividade docente estar inserida na prática social de classe na qual os alunos estão situados, o que acarreta numa cognoscibilidade dos sujeitos envolvidos, frente ao objeto de estudo.

**Equipamento gerador** - sistema físico construído (aparato tecnológico) e utilizado cotidianamente, sendo seu princípio de construção e funcionamento mistificado. Apresenta a característica de poder gerar um programa de estudo, que vai além de simples recurso didático experimental.

**Escola Pública Estadual Noturna Brasileira (na década de 80)** - Instituição de ensino público, mantida pelo governo do Estado, frequentada no período noturno por alunos-trabalhadores, majoritariamente.

**Investigação Temática** - Será a partir da situação presente, existencial concreta, refletindo o conjunto das aspirações do povo, que podemos organizar o conteúdo programático... É na realidade mediatizadora, na consciência que dela tenhamos educadores e povo, que iremos buscar o conteúdo programático da educação. O

momento de buscar é o que inaugura o diálogo da educação como prática da liberdade. É o momento em que se realiza a investigação do que chamamos de universo temático do povo ou o conjunto de seus temas geradores. O que se pretende investigar, realmente, não são os homens, como se fossem peças anatômicas, mas o seu pensamento-linguagem referido à realidade, os níveis de sua percepção desta realidade, a sua visão de mundo, em que se encontram envolvidos seus temas geradores (Freire, 1985: 101, 102 e 103).

**Material Didático Teórico-experimental** - Equipamentos utilizados nas residências, nas escolas, no trabalho, pelos envolvidos no processo educacional. A medição das grandezas físicas envolvidas no funcionamento dos aparelhos é feita com instrumentos de medição existentes no comércio local, quando é indispensável o caráter quantitativo.

**Realidade Concreta** - Algo mais que fatos ou dados tomados mais ou menos em si mesmos. Ela é todos esses fatos e todos esses dados e mais a percepção que deles esteja tendo a população neles envolvida (Freire, 1981: 35).

**Tema Gerador** - Os temas se encontram, em última análise, de um lado, envolvidos, de outro, envolvendo as situações-limites, enquanto as tarefas em que eles implicam, quando cumpridas, constituem os atos-limites aos quais nos referimos. Estes temas se chamam geradores porque, qualquer que seja a natureza de sua compreensão como ação por eles provocada, contém em si a possibilidade de desdobrar-se em outros tantos temas que, por sua vez, provocam novas tarefas que devem ser cumpridas (Freire, 1985: 110).

**Texto Didático** - material didático confeccionado, pelo professor, posteriormente ao levantamento dos prováveis "temas geradores", que sofre constantemente resistemizações em função das discussões mantidas com os educandos, durante as aulas, no decorrer das atividades letivas, para leitura e questionamento, de acordo com a temática reduzida e codificada. Em outras palavras, é um dos muitos canais de comunicação. Apresenta os conteúdos de ensino, na forma de problemas que precisam ser decifrados, jamais como informações a serem memorizadas.

**Transformação:** Processo que inicia com mudança gradual das partes, com a qual se pretende alcançar a mudança da totalidade (Freire, 1983: 53).

ANEXO 08 - FOTOS DA EXPERIENCIA EDUCACIONAL DIALOGICA

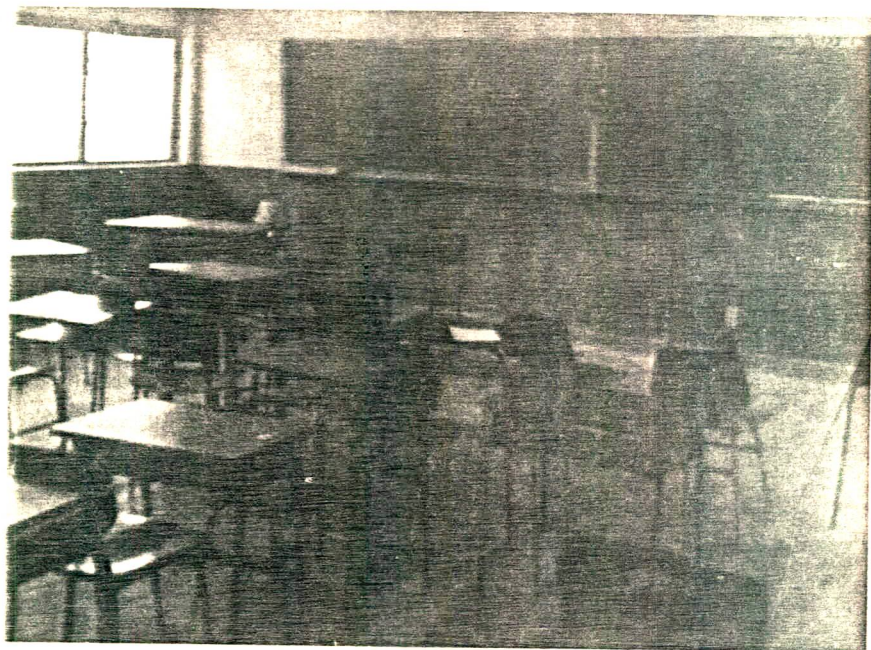


FOTO 01: sala de aula da unidade escolar onde foi desenvolvida a experiência educacional dialógica.

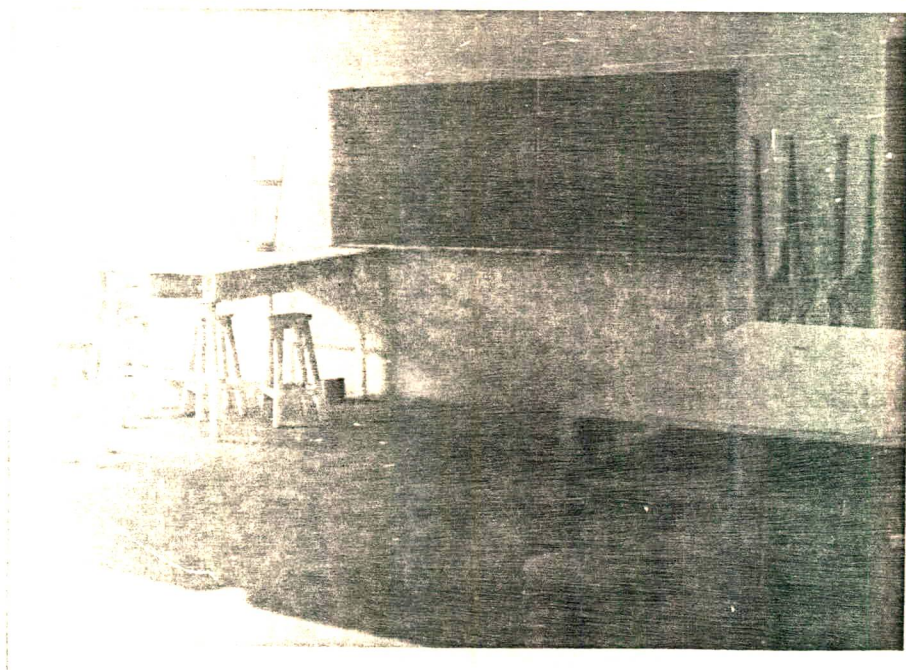


FOTO 02: sala de laboratorio da unidade escolar.



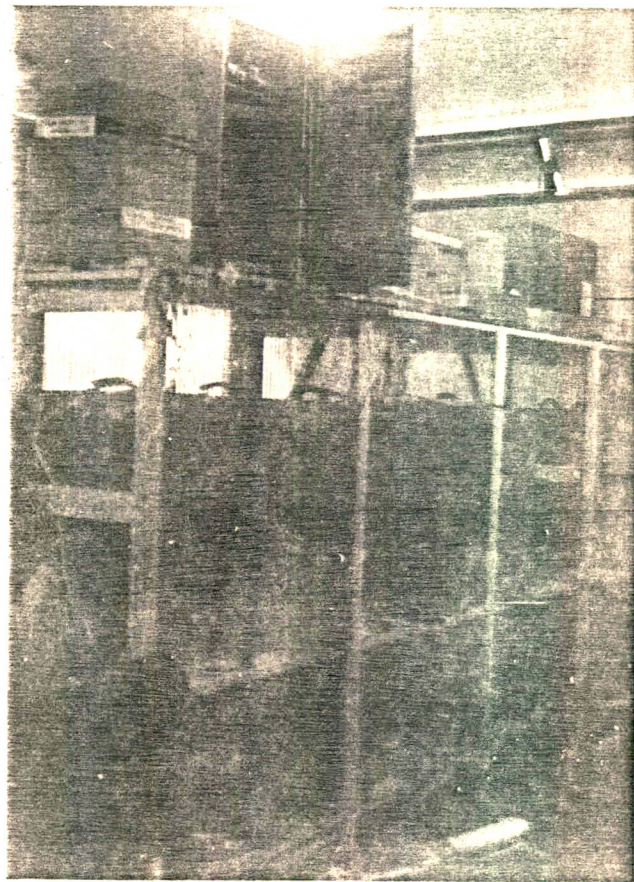
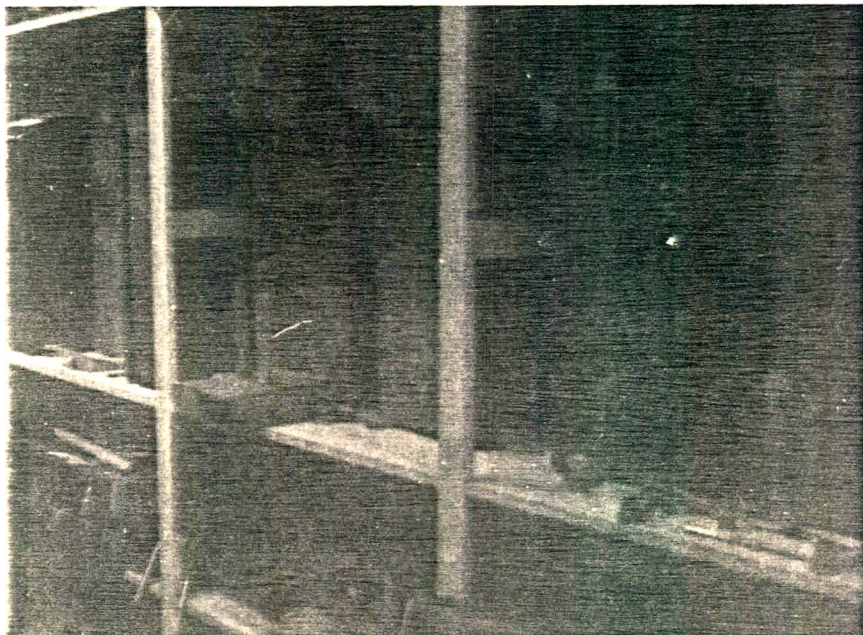


FOTO 03: materiais didáticos experimentais existentes na sala de aula de laboratório da unidade escolar.

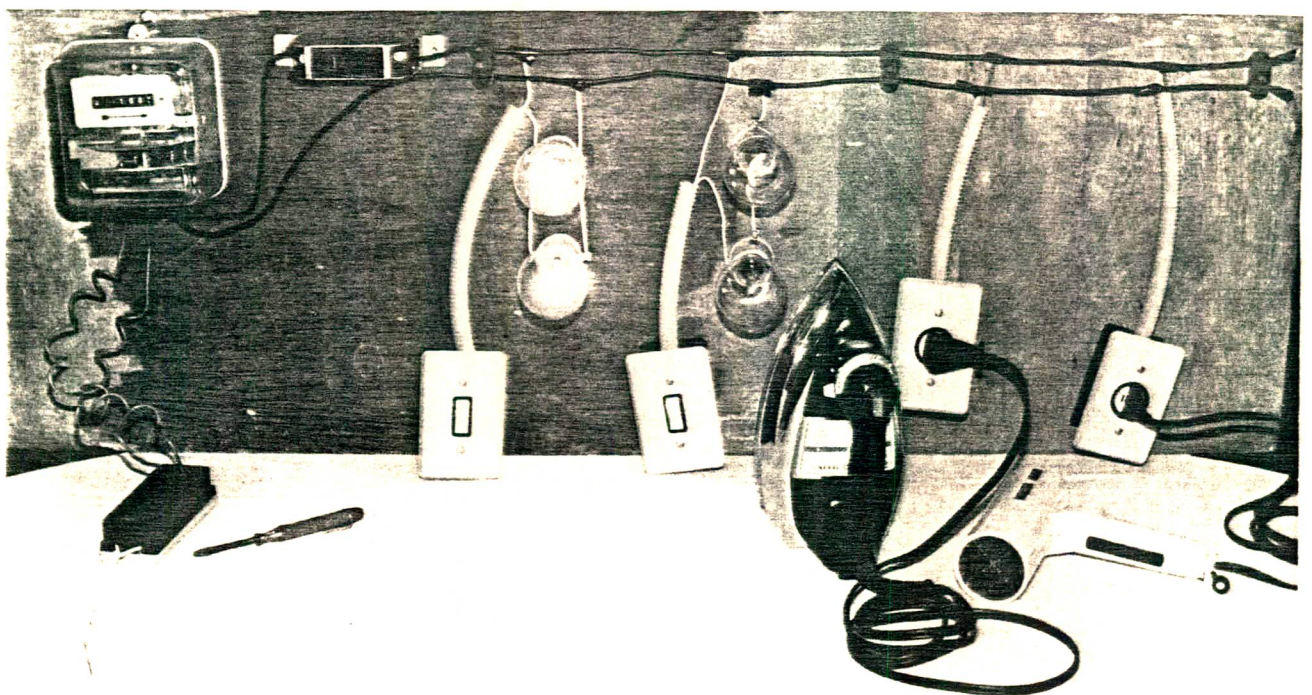


FOTO 04: protótipo do circuito elétrico residencial dos integrantes do grupo de trabalho, utilizado como equipamento gerador na experiência educacional dialogica.

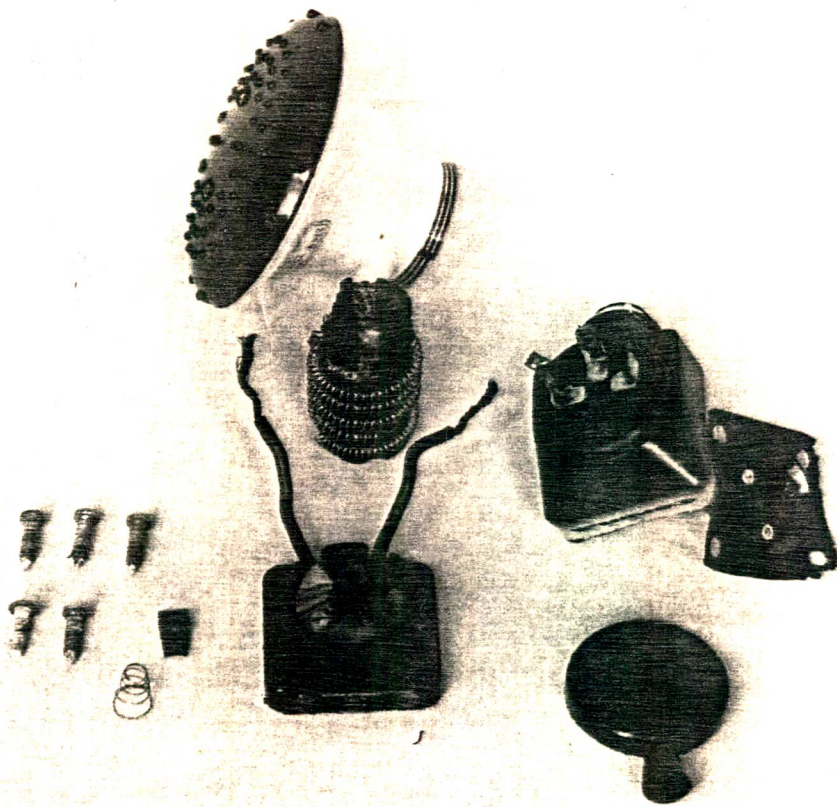
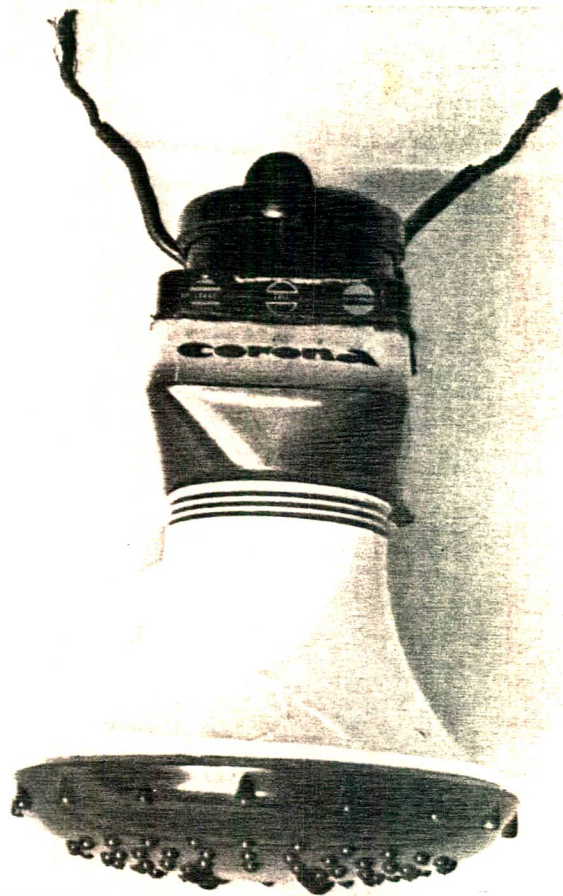


FOTO 05: chuveiro elétrico utilizado como equipamento gerador na experiência educacional dialógica.

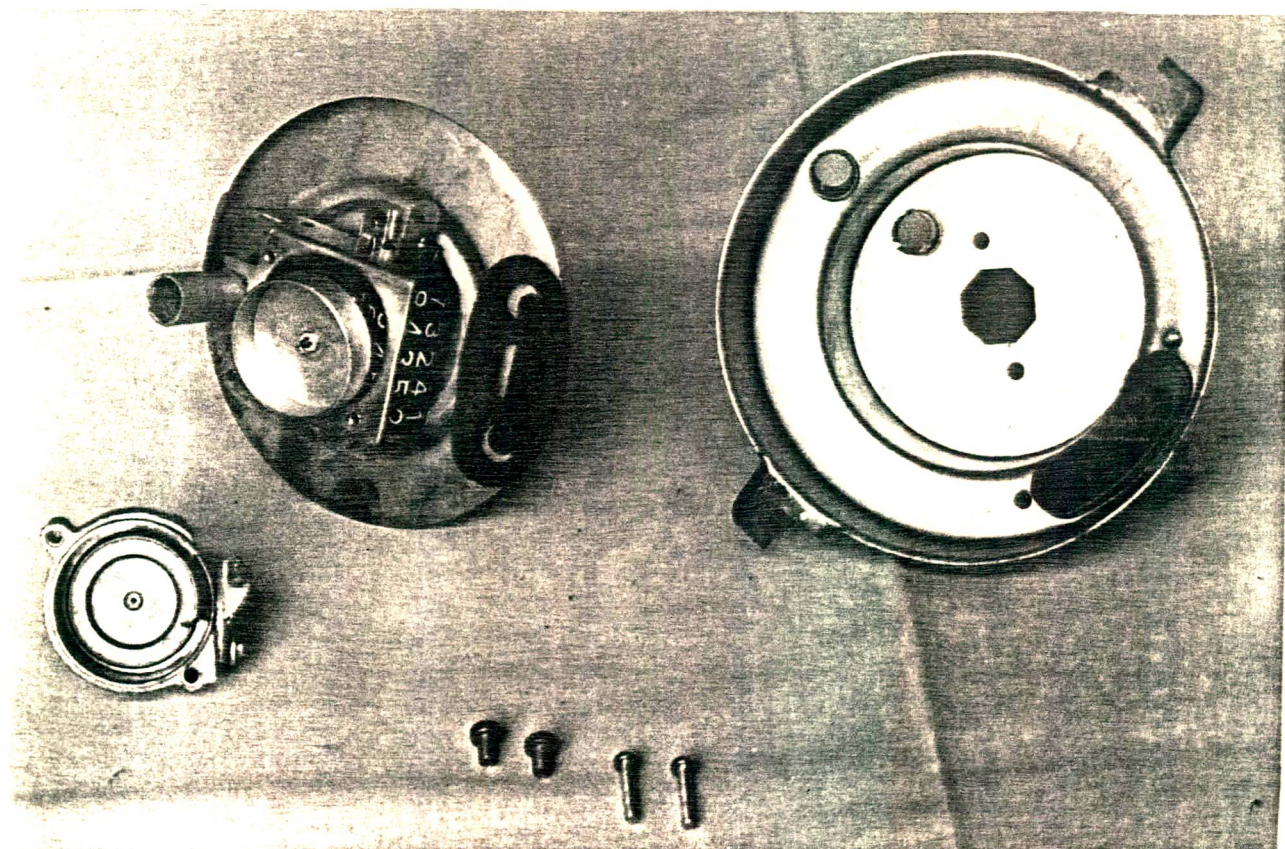
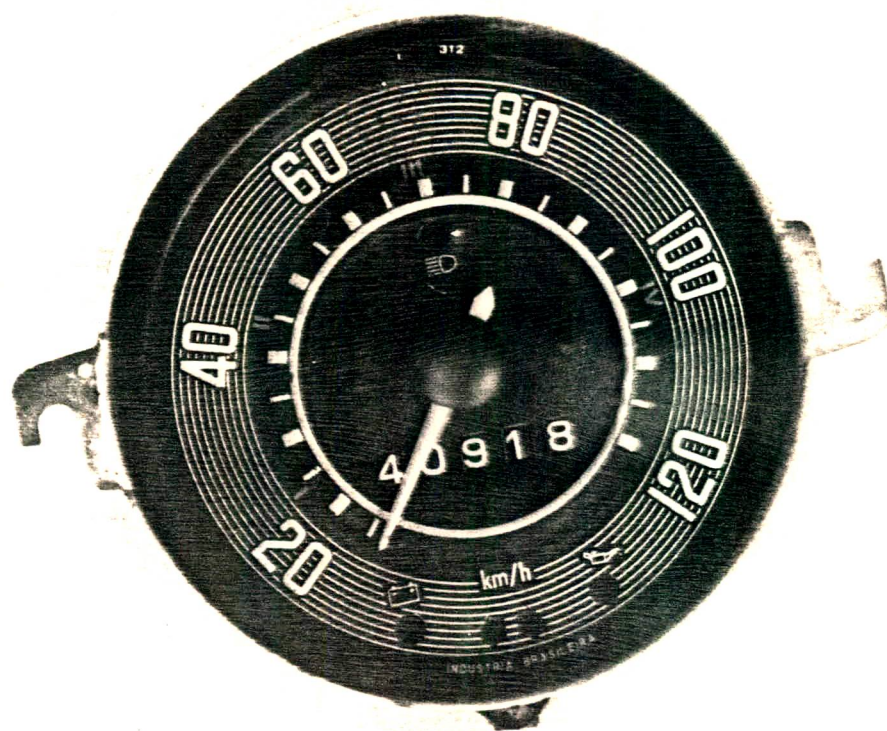


FOTO 06: velocímetro de veículo automotor utilizado como equipamento gerador na experiência educacional dialógica.



FOTO 07: transformador e rede de distribuição de energia elétrica da cidade (equipamento gerador), onde se desenvolveu a experiência educacional dialógica (fotografado da sala de aula).



FOTO 08: chave de teste utilizada como equipamento gerador na experiência educacional dialógica.

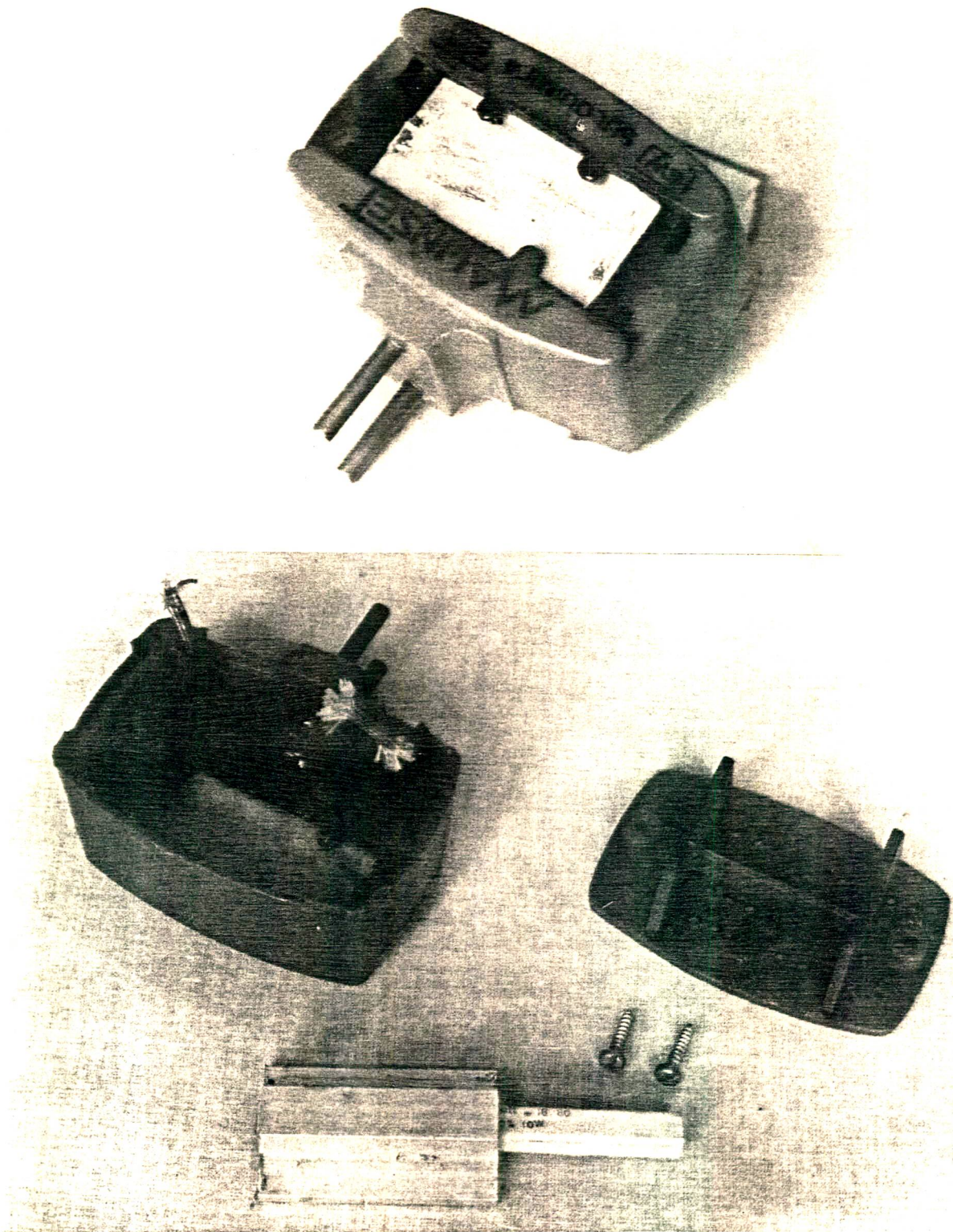


FOTO 09: vaporizador elétrico inseticida utilizado como equipamento dobradiça na experiência educacional dialógica.

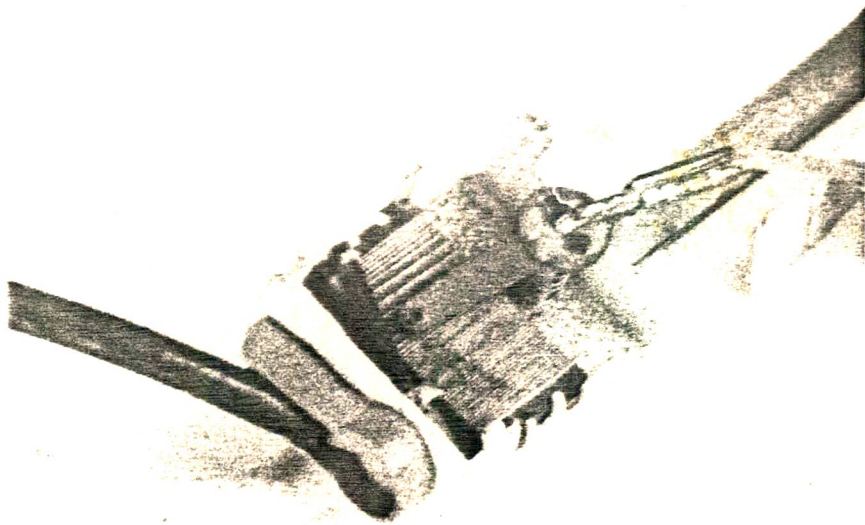
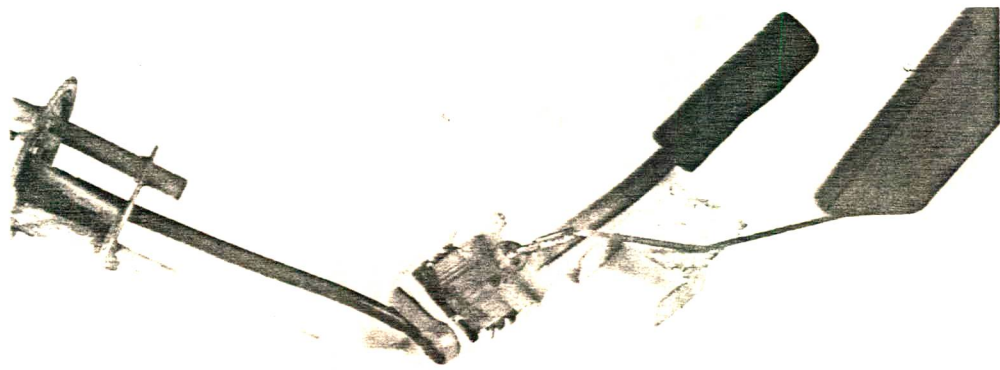


FOTO 10: medidor do nivel de combustivel de veiculo automotor, utilizado como equipamento gerador na experiencia educacional dialógica.



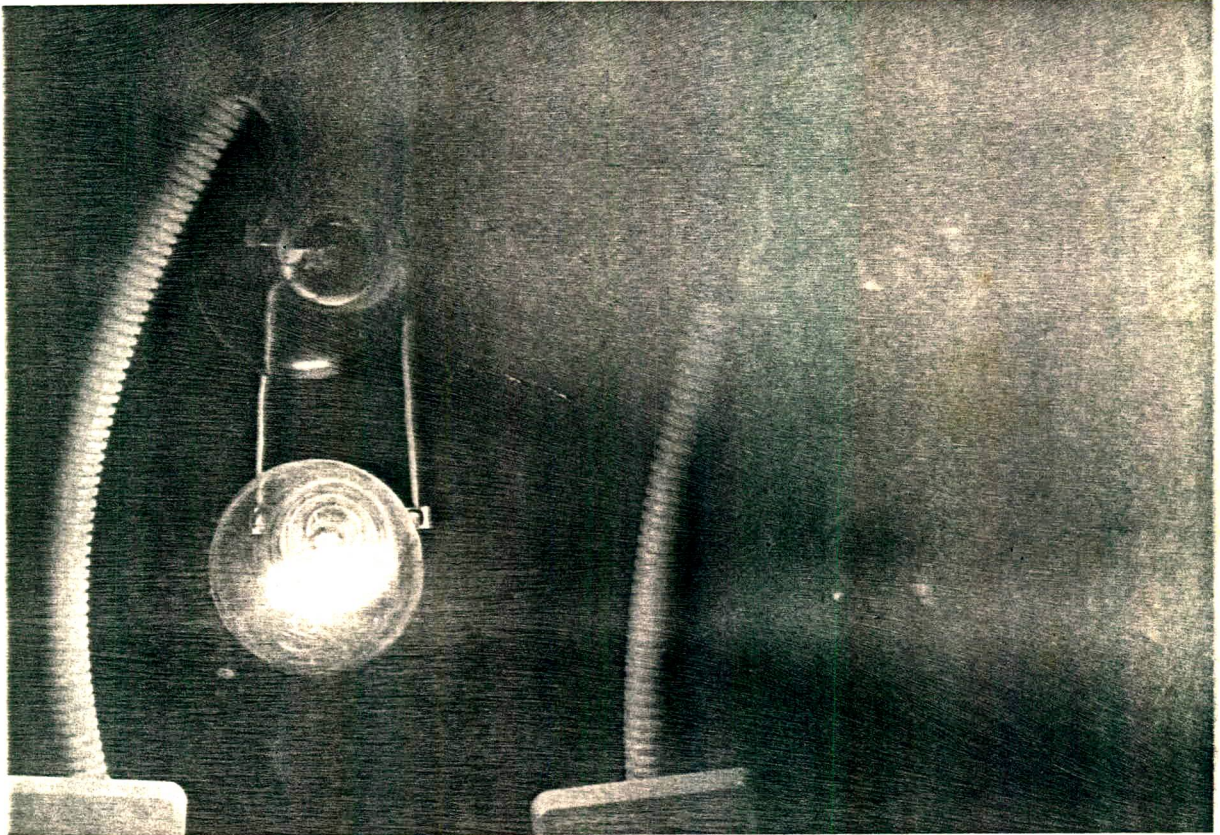


FOTO 11: detalhe das lâmpadas incandescentes (equipamentos geradores) ligadas em série e paralelo no protótipo do circuito elétrico residencial.

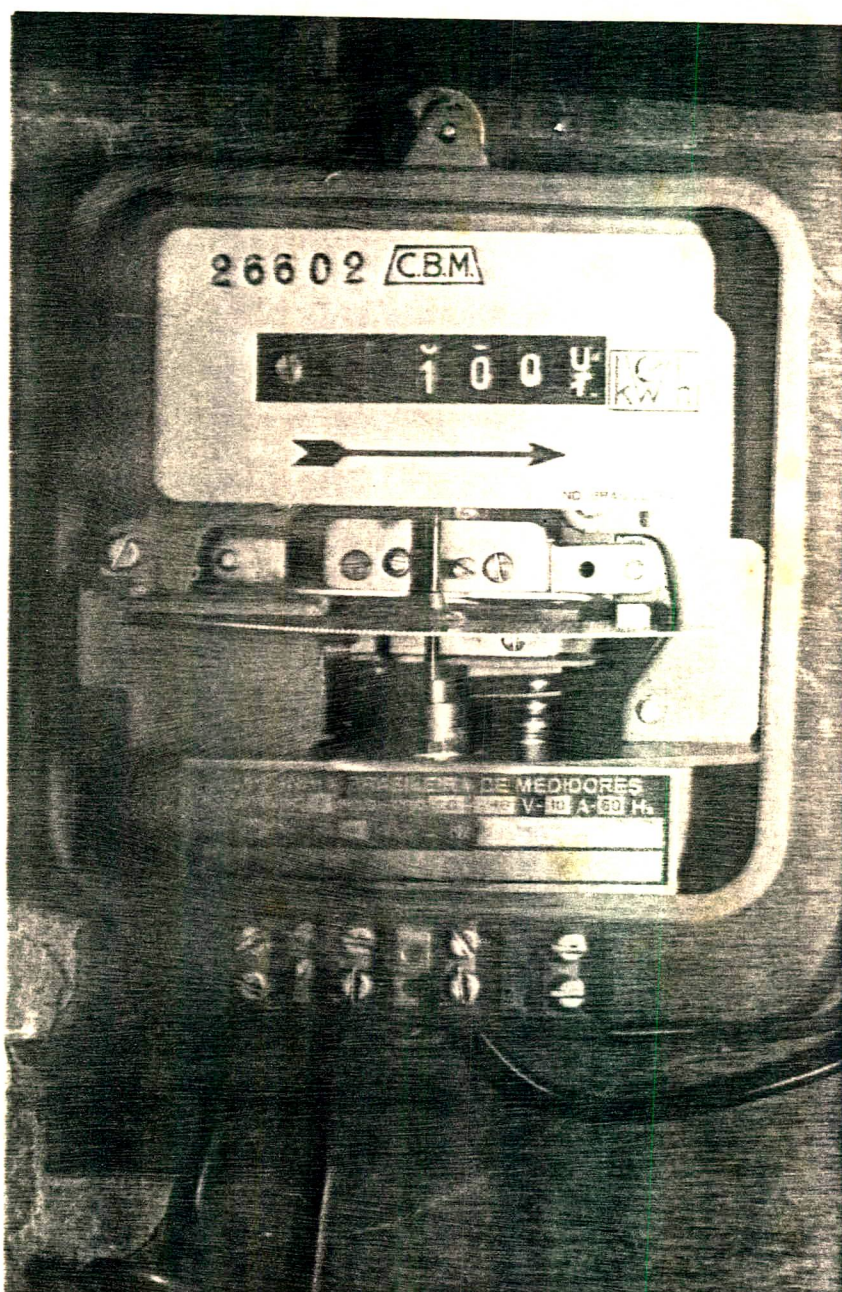


FOTO 12: detalhe do medidor de energia elétrica monofásico (equipamento gerador) instalado no protótipo do circuito elétrico residencial.

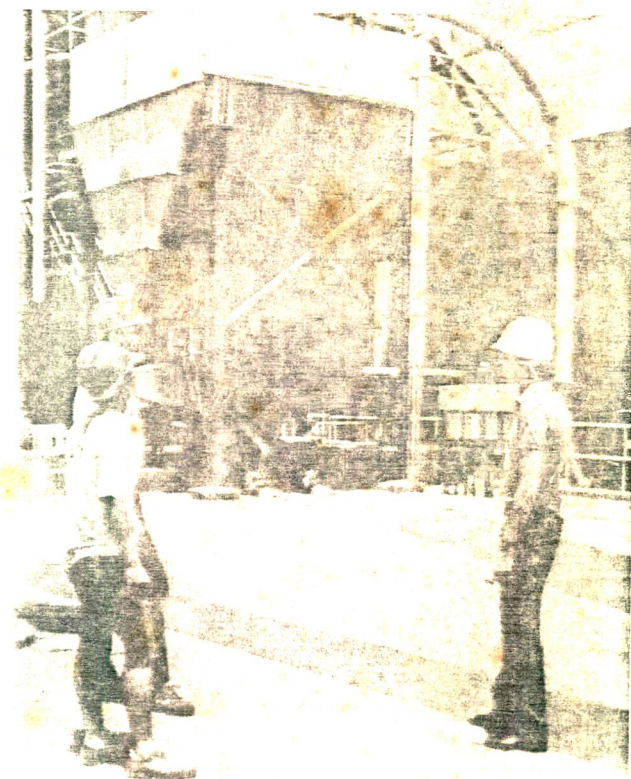
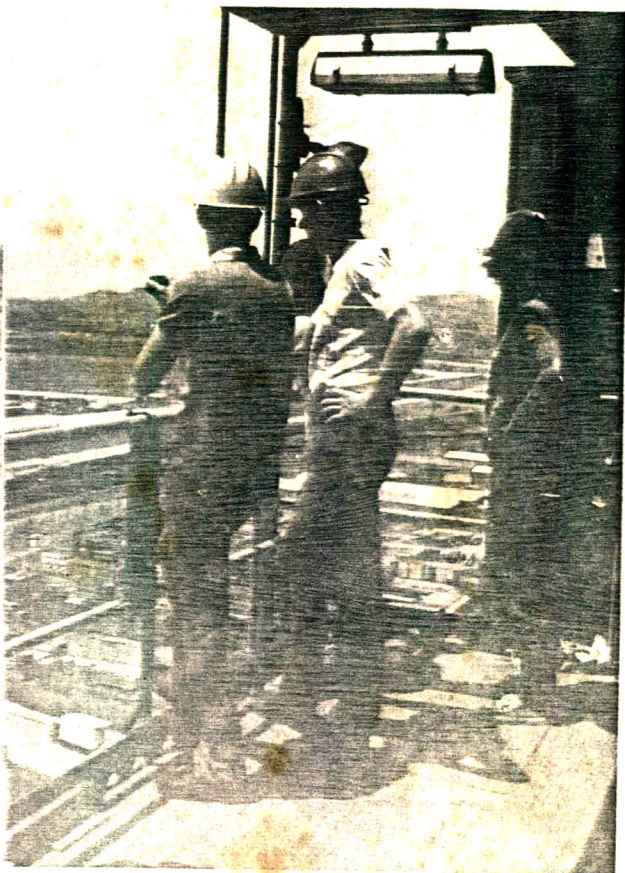
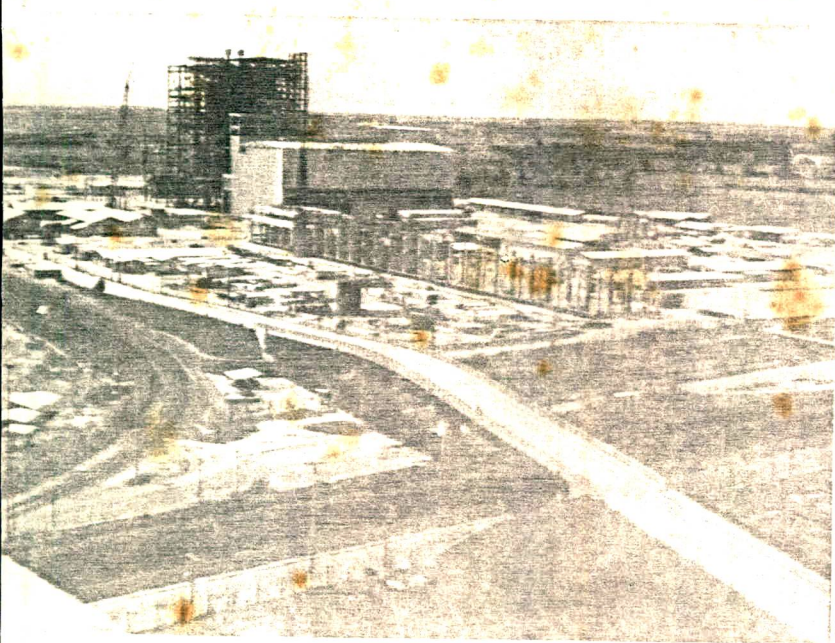


FOTO 13: tomadas da usina termoelétrica Jorge Lacerda (equipamento gerador) e dos integrantes do grupo de trabalho, durante a aula-visita.