

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

FÁBIO LOMBARDO EVANGELISTA

O ENSINO DE CORRENTE ELÉTRICA A ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL.

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – PPGET, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. José de Pinho Alves Filho
Coorientador: Prof. Dr. Nelson Canzian da Silva

FLORIANÓPOLIS
2008



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

“O ENSINO DE CORRENTE ELÉTRICA A ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL”

Dissertação submetida ao Colegiado do Curso de Mestrado em Educação Científica e Tecnológica em cumprimento parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação Científica e Tecnológica

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 17/10/2008

Dr. José de Pinho Alves Filho (Orientador)

Dr. Nelson Canzian da Silva (Co-Orientador)

Dr^a. Geovana Mendonça Lunardi Mendes (Examinadora)

Dr^a. Sônia Maria da Silva Corrêa de Souza Cruz (Examinadora)

Dr^a. Vivian Leyser da Rosa (Suplente)

Dr. José de Pinho Alves Filho
Coordenador do PPGECT

Fábio Lombardo Evangelista

Florianópolis, Santa Catarina, outubro de 2008.

DEDICATÓRIA

À minha mãe, Elizabete, ao meu pai, Luiz e aos meus irmãos Maurício e Cristiano, pelo amor, compreensão e dedicação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir que eu esteja aqui, neste momento, agradecendo por todas as renúncias, sacrifícios, dores, esperas e noites mal dormidas que me oportunizaram novos aprendizados e novos olhares.

Ainda apoiado na fé, agradeço a Nossa Santíssima Virgem Maria, seu castíssimo esposo, São José e a todos anjos e santos, por me ajudarem a estar aqui, rendendo graças e louvores a Deus.

À minha família, pelo amparo, amor e compreensão, amo muito vocês todos.

A professora Teresinha de Fátima Pinheiro (*in memoriam*). Gostaria de expressar minha imensa gratidão, um exemplo de profissional, dedicada e atenciosa. Tratava como filho os seus orientandos.

Ao Prof. Dr. José de Pinho Alves Filho e Prof. Dr. Nelson Canzian da Silva, pela atenção, dedicação, paciência, persistência, orientações, sugestões e amizade.

Aos diretores e alunos da Associação Catarinense de Integração do Cego (ACIC), pela participação voluntária no projeto, carinho e atenção dispensados.

À Prof. Dra. Geovana Mendonça Lunardi Mendes pelas preciosas sugestões.

A amiga Marilei Maria da Silva, pela amizade sincera, generosidade de coração, por tirar tempo de onde não havia mais tempo, para me ajudar no andamento desta pesquisa.

Aos amigos da Comunidade Católica Shalom, pela amizade, sinceridade, auxílio e constante presença nos momentos difíceis e alegres.

Aos professores do PPGECT e aos colegas de mestrado por toda a ajuda e momentos de confraternização.

À todos(as) os amigos(as) que, de alguma forma, ajudaram no desenvolver desta pesquisa.

*Nos gloriamos até nas tribulações.
Pois sabemos que a tribulação
produz a paciência, a paciência
prova a fidelidade e a fidelidade,
comprovada, produz a esperança.
(Rm 5, 3b-4)*

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo a elaboração e análise de uma proposta para discutir o conceito clássico de Corrente Elétrica, junto a estudantes com deficiência visual. Em função da importância para os objetivos da pesquisa, decidiu-se utilizar como metodologia o registro em forma de áudio para posterior análise dos encontros, assim como também a observação. A partir de atividades experimentais, categorizadas na literatura, foram desenvolvidas algumas adequações ao material e ao procedimento metodológico para o ensaio piloto, aplicado junto aos alunos da Associação Catarinense de Integração do Cego, ACIC, de onde retirou-se as categorias de análise da parte material e conceitual. As avaliações da pertinência destes materiais e do procedimento apresentaram-se como essenciais à reestruturação de uma segunda sequência de ensino. Nos encontros, partiu-se das concepções originadas do senso comum dos estudantes, para em seguida, através dos conflitos, questionamentos e compartilhamentos originados e construídos por intermédio do reconhecimento tátil dos equipamentos e realização das atividades, fosse possível construir os conceitos científicos desejados. Foi possível apontar algumas características dos materiais e procedimentos, consideradas como relevantes para o auxílio no processo de ensino e aprendizagem de estudantes com e sem deficiência visual no ensino regular.

Palavras-chave: Atividades Experimentais; Ensino de Física; Física para Alunos com Deficiência Visual; Inclusão.

ABSTRACT

This work aims at the development and analysis of a proposal to discuss the classical concept of electric current, next to students with visual impairments. Depending on the importance for the research objectives, it was decided to use the registry as a methodology in the form of audio for later analysis of the meetings, as well as the observation. From experimental activities, categorized in the literature, were developed some adjustments to the material and methodological procedure for the pilot test, applied with the students of the Associação Catarinense de Integração do Cego, ACIC, which drew up the categories of analysis of the party material and conceptual. The evaluations of the relevance of these materials and the procedure had to be essential for the restructuring of a second sequence of test. In meetings, the starting point was the result of common sense notions of students, then, through the conflict, questions and shares originated and constructed through the recognition of tactile equipment and carrying out the activities, it could construct the desired scientific concepts. It can point to some characteristics of the materials and procedures, deemed relevant to the assistance in the process of teaching and learning of students with and without visual disabilities in regular education.

Keywords: Experimental activities; Physics education; Physics teaching for visually impaired students; Inclusion.

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1: Categorias de análise..... | 56 |
| Tabela 2: Subcategorias referentes à Apreensão do Conteúdo (AC)..... | 62 |
| Tabela 3: Proporção existente entre as subcategorias AC..... | 63 |
| Tabela 4: Materiais Didáticos..... | 65 |
| Tabela 5: Comparação entre as seqüências didáticas desenvolvidas..... | 101 |
| Tabela 6: Comparação entre os materiais e relações do Ensaio Piloto e a Seqüência de Ensino..... | 102 |
| Tabela 7 - Materiais do CExp..... | 117 |
| Tabela 8: Respostas referentes ao primeiro questionário..... | 140 |
| Tabela 9: Primeira questão, objetivo e respostas..... | 141 |
| Tabela 10: Segunda questão, objetivo e respostas..... | 141 |
| Tabela 11: Perguntas 1 e 2, objetivo e respostas..... | 144 |
| Tabela 12: Perguntas, objetivo e respostas das questões referentes ao segundo questionário..... | 146 |
| Tabela 13: Perguntas, objetivos e respostas referentes ao questionário para revisão..... | 151 |
| Tabela 14: Perguntas, objetivos e respostas das questões referentes às questões 1 e 2..... | 153 |
| Tabela 15: Pergunta, objetivo e respostas da questão três..... | 155 |
| Tabela 16: Pergunta, objetivo e resposta da questão quatro..... | 156 |
| Tabela 17: Pergunta, objetivo e resposta da questão cinco. | 158 |
| Tabela 18: Pergunta, objetivo e respostas da questão seis..... | 159 |
| Tabela 19: Pergunta, objetivo e resposta referente a segunda questão..... | 163 |
| Tabela 20: Pergunta, objetivo e resposta referente a quarta questão. | 164 |
| Tabela 21: Pergunta, objetivo e respostas referente a sexta questão. | 164 |
| Tabela 22: Pergunta, objetivo e resposta referente à oitava questão..... | 165 |
| Tabela 23: Pergunta, objetivo e respostas referente a décima questão..... | 166 |
| Tabela 24: Pergunta, objetivo e respostas referente a décima segunda questão..... | 167 |
| Tabela 25: Respostas das questões pares, de múltipla escolha..... | 168 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|-----|
| Figura 1 - Buzzer..... | 66 |
| Figura 2: Base do tabuleiro..... | 76 |
| Figura 3: Resistores..... | 76 |
| Figura 4: Porta pilhas; Desmontado a cima e montado a baixo..... | 77 |
| Figura 5: Fios elétricos com pinos banana nas pontas..... | 78 |
| Figura 6: Grampos de arame para fixar os componentes à base do tabuleiro..... | 78 |
| Figura 7: Tabuleiro para construção de um circuito elétrico, montado a esquerda e desmontado a direita..... | 79 |
| Figura 8: Fio com conectores jacarés percorrendo o circuito no sentido anti-horário..... | 85 |
| Figura 9: Segundo passo..... | 87 |
| Figura 10: Terceiro passo..... | 88 |
| Figura 11: Quarto passo..... | 88 |
| Figura 12: Maquete 1, fio condutor não submetido a diferença de potencial..... | 91 |
| Figura 13: Maquete 2, fio condutor cortado ao meio..... | 91 |
| Figura 14: Pilhas conectadas em série envoltas numa folha de papel..... | 92 |
| Figura 15: Mesa com borracha E.V.A fixada nas bordas..... | 105 |
| Figura 16: Equipamentos do CExp..... | 105 |
| Figura 17: Tomada, alimentada por duas pilhas médias ligadas em série..... | 117 |
| Figura 18: Interruptor (a esquerda) e fio com plug (a direita)..... | 118 |
| Figura 19: Rádio com plug..... | 119 |
| Figura 20: Buzzer..... | 119 |
| Figura 21: Fios com conectores RCA e jacarés..... | 119 |
| Figura 22: Circuito montado com todos os equipamentos Visto de cima (a esquerda) e de perspectiva (a direita)..... | 124 |
| Figura 23: Maquete, desmontada (a cima) e montada (a baixo)..... | 128 |
| Figura 24: Porta-Pilhas..... | 138 |
| Figura 25: Resistores modificados e a comparação com o resistor comum..... | 139 |
| Figura 26: Circuito Simples, com pilhas (à esquerda) sem pilhas (à direita)..... | 142 |
| Figura 27: Circuito com resistores; Aberto (a esquerda), com um resistor (ao centro) e com dois resistores (a direita)..... | 145 |

| | |
|---|-----|
| Figura 28: Maquetes referentes ao fio com baixa resistência (a cima) e com maior resistência (a baixo)..... | 149 |
| Figura 29: Tomadas com fios e conectores RAC fêmeas..... | 149 |
| Figura 30: Grampos ligados à tomada (a esquerda) e fios para ligações em paralelo (a direita).150 | |
| Figura 31: Ligação em serie de tomadas..... | 155 |
| Figura 32: Circuito com tomadas ligas em série com rádios..... | 155 |
| Figura 33: Circuito série, com um rádio e grampo inseridos na tomada..... | 156 |
| Figura 34: Ligação de tomadas em paralelo. | 158 |
| Figura 35: Ligação em paralelo com tomadas e rádios..... | 158 |
| Figura 36: Circuito paralelo, com um rádio e grampo..... | 160 |

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| DEDICATÓRIA | iii |
| AGRADECIMENTOS | iv |
| RESUMO | vi |
| ABSTRACT | vii |
| LISTA DE TABELAS | viii |
| LISTA DE ILUSTRAÇÕES | ix |
| APRESENTAÇÃO | 1 |
| 1 – O AMBIENTE DE PESQUISA | 6 |
| 1.1 – Introdução | 6 |
| 1.2 – O Local da Pesquisa | 7 |
| 1.3 – Os Primeiros Contatos | 8 |
| 1.3.1 – Desvendando uma Nova Realidade | 9 |
| 1.3.2 – Participando da Nova Realidade | 11 |
| 1.4 – A Origem da Pesquisa | 14 |
| 1.5 – A Pessoa com Deficiência Visual | 16 |
| 1.6 – O Que Já Existe no Auxílio ao Sujeito com Deficiência Visual? | 23 |
| 2 – PENSANDO O ENSINO DE FÍSICA PARA O ESTUDANTE COM DEFICIÊNCIA VISUAL | 26 |
| 2.1 – Introdução | 26 |
| 2.2 – Pré – Concepções | 27 |
| 2.3 – A Partir das Atividades Experimentais | 29 |
| 2.3.1 – Adequando as Atividades Experimentais | 35 |
| 3 – O ENSAIO PILOTO | 39 |
| 3.1 – Introdução | 39 |
| 3.2 – Metodologia da Pesquisa | 39 |
| 3.3 – A Seqüência de Ensino | 41 |
| 3.4 – Categorias de Análise | 49 |
| 3.5 – Procedimento e Material Utilizado no Ensaio Piloto | 56 |
| 3.5.1 – Primeiro Encontro: Primeiras Concepções | 57 |
| 3.5.2 – Segundo Encontro: Condutores ou Isolantes? | 64 |
| 3.5.3 – Terceiro Encontro: Circuitos Elétricos | 75 |
| 3.5.4 – Quarto Encontro: Corrente Elétrica e Resistência Elétrica | 85 |
| 3.5.5 – Quinto Encontro: Elétrons, Corrente Elétrica e Diferença de Potencial Elétrico | 90 |

| | |
|---|------------|
| 3.6 – Conclusões e Fatores para Reformulação..... | 97 |
| 4 – CONSTRUÇÃO, APLICAÇÃO E ANÁLISE DA SEQÜÊNCIA DE ENSINO..... | 100 |
| 4.1 – Introdução..... | 100 |
| 4.2 – Readequação da Seqüência Proposta e dos Materiais..... | 101 |
| 4.3 – Seqüência de Ensino Proposta..... | 103 |
| 4.4 – Primeiro Encontro: Primeiras Concepções..... | 104 |
| 4.5 – Segundo Encontro: Condutores ou Isolantes, Circuito Fechado ou Aberto?..... | 116 |
| 4.6 – Terceiro Encontro: A Corrente Elétrica em Nível Atômico..... | 127 |
| 4.7 – Quarto Encontro: Corrente Elétrica, Resistência Elétrica e Diferença de Potencial Elétrica..... | 137 |
| 4.8 – Quinto Encontro: Circuitos Elétricos Residenciais..... | 148 |
| 4.9 – Avaliação..... | 162 |
| 4.10 – Considerações Finais e Perspectivas..... | 170 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 175 |
| ANEXOS..... | 180 |
| ANEXO 1 – Recorte do texto: Onde não está a eletricidade?..... | 181 |
| ANEXO 2 – Texto: Elementos dos circuitos elétricos..... | 183 |
| ANEXO 3 – Texto: Choque elétrico..... | 186 |
| ANEXO 4 – Recorte do texto: A corrente elétrica vista por dentro..... | 188 |
| ANEXO 5 – Primeiro questionário..... | 192 |
| ANEXO 6 – Termo de consentimento livre e esclarecido: Ensaio piloto..... | 195 |
| ANEXO 7 – Termo de consentimento livre e esclarecido: Seqüência reestruturada.... | 197 |

APRESENTAÇÃO

A partir de 1996, ao iniciar o curso técnico de Eletromecânica no Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, passei a me dedicar mais ao estudo da Física, assim como também a realizar, na prática, algumas de suas aplicações teóricas. Pude perceber desde então, que o interesse que tal estudo despertava em mim não era corroborado por grande parte dos colegas de curso. No ano de 2003, já atuando como professor, observei que o sentimento de indiferença e até mesmo repulsa pelos conhecimentos relacionados a disciplina de Física, eram amplamente compartilhados por meus alunos. Tal constatação me intrigava, já que, a Física, após estudada e compreendida, mostrava-se tão fascinante aos meus olhos. A minha escolha pela carreira docente se deu em grande parte pelo desejo de modificar, ainda que modestamente, este quadro de distanciamento entre meus alunos e a disciplina de Física.

Durante a minha graduação sempre me preocupei em como poderia contribuir de alguma forma com o ensino de Física e, sendo assim, procurava estar atento a qualquer novidade que surgisse na área do ensino científico. Entendendo a realidade da maioria das escolas públicas como carentes de novas propostas metodológicas, ao cursar as disciplinas responsáveis pela formação epistemológica, ficava pensando em como poderia aplicar todo aquele arcabouço teórico ao ensino da Física nestes ambientes.

Foi então que me foi oportunizado a participação em um projeto de extensão, que apresentava como objetivo ensinar a Física a estudantes de 5^a a 8^a séries a partir de atividades experimentais de baixo custo. De modo geral, o projeto consistia em visitar as escolas em um horário já marcado com antecedência, assumir a aula no lugar do professor de ciências e realizar as atividades propostas. Durante três anos trabalhei no citado projeto, período em que pude fazer uma série de observações pertinentes, entre elas, a de que no decorrer das aulas, os alunos que mais se destacavam, eram aqueles considerados até então como “alunos problemáticos”. Estes se caracterizavam por apresentarem diferenças comportamentais em relação aos demais, como por exemplo, falarem nas horas impróprias, faltarem com respeito aos professores e saírem da sala de aula sem dar satisfação. Em síntese, para os professores, eram estes alunos os responsáveis pelas dificuldades de mediação no transcorrer das aulas. Todavia, nas aulas ministradas pelo projeto, tais estudantes eram os que, além de se envolverem com maior afinco, normalmente terminavam primeiro as atividades propostas e ainda ajudavam os demais colegas a concluírem as suas. Foi então que pude perceber que classificar tais alunos como desinteressados, era uma atitude de certa forma limitada. O fato é

que, a proposta metodológica tradicionalmente desenvolvida no ambiente escolar, não despertava o interesse destes alunos.

Mesmo já havendo estudado teorias educacionais que tratavam da aplicação de diferentes metodologias no ensino, observar os frutos destas teorias na prática de sala de aula, me proporcionou um novo olhar. Nesta perspectiva, a oportunidade de docência junto a um aluno com necessidades especiais, veio ampliar as questões que, naquele momento, já se constituíam como um possível objeto de pesquisa, contemplado na seguinte pergunta: Como propor o ensino da Física de modo a despertar o interesse e a compreensão, não apenas dos alunos com histórico de indisciplina, mas especificamente nestes alunos com necessidades especiais? Na oportunidade tal aluno apresentava limitações como: não falar claramente, apenas balbuciar com muito esforço algumas palavras, sendo difícil a compreensão do que dizia. Seus gestos apresentavam certa brutalidade, demonstrando não haver desenvolvido a motricidade fina. No entanto, mostrava-se o mais participativo da turma. Tal esforço era traduzido pela forma como ele questionava e interagia durante as explicações do professor e pela responsabilidade e interesse em realizar as tarefas.

Esta nova realidade tornou-se um desafio para mim, pois não tinha a mínima formação para lidar com esta situação. Mesmo diante de tamanho esforço dispensado por parte do estudante, me sentia despreparado para ensiná-lo. Desconfiava, muitas vezes, de que ele não dava conta de acompanhar toda a atividade, o que se confirmava ao final das aulas, visto que não a concluía. Inicialmente eu achava tudo muito normal, afinal ainda compartilhava de um pensamento comum que questionava a presença destes alunos nas salas de ensino regular. A pergunta que não calava era: como alguém que tem deficiência física poderia frequentar o mesmo ambiente educacional de alunos “normais”?

O cotidiano da sala de aula, entretanto, suscitou outras reflexões a respeito da estrutura escolar e da prática docente, deslocando, de certa forma, o foco do problema. Minhas desconfiças se concentraram na possibilidade de que, as atividades propostas não ofereciam o ferramental mínimo necessário que auxiliasse no desenvolvimento das potencialidades destes alunos, mais que isso, estas acabaram se constituindo em barreiras intransponíveis para o aprendizado deste. Isto porque tais atividades haviam sido construídas para alunos “normais”, que pudessem de forma simples e objetiva realizar todos os passos sugeridos sem maiores problemas. No entanto, para o aluno em questão, não havia qualquer especificidade que o auxiliasse a realizar os seus movimentos com naturalidade, sem derrubar ou quebrar alguma coisa.

Tendo a consciência de que, na condição de professor, situações semelhantes a esta poderiam vir a se repetir, já que a Constituição referenda o ensino a todas as pessoas, independente da raça, cor, credo, deficiência ou ausência dela (Brasil, 2004), tornou-se evidente para mim a necessidade de procurar formação na área da educação especial.

Inicialmente cursei a disciplina de Fundamentos da Educação Especial, onde pude observar alguns métodos utilizados para ensinar pessoas com Síndrome de Down, Paralisia Cerebral e Autismo. Em seguida, através dos estudos realizados na disciplina de Língua Brasileira de Sinais, LIBRAS, pude entrar em contato, ainda que minimamente, com algumas possibilidades de mediação na educação para deficientes auditivos. Meu interesse pela área de educação especial aumentou significativamente. Passei então a buscar orientações e informações sobre o ensino destinado à estudantes com deficiência visual. Contudo, as poucas disciplinas que encontrei exigiam um grande número de outras disciplinas como pré-requisito para cursá-las. Frente a esta dificuldade, resolvi procurar a Associação Catarinense de Integração dos Cegos¹, ACIC, instituição descoberta no decorrer das minhas pesquisas anteriores a respeito da deficiência visual. Neste momento, entretanto, cabe ressaltar que se trata de uma instituição sem fins lucrativos, que oferece uma educação informal e de profissionalização, normalmente conduzida por voluntários, sendo responsável também por trabalhar a reabilitação e a reintegração dos indivíduos com deficiência visual na sociedade.

Na ACIC tive a oportunidade de estudar o braille, que é a escrita em alto relevo utilizada pelos deficientes visuais e o sorobã, que é a técnica utilizada para o estudo das quatro operações matemáticas. Neste período, fui convidado a dar aulas de reforço a alunos da citada instituição oriundos das escolas públicas, que apresentavam dificuldades de aprendizado nas aulas de Física e Matemática. Estes cursavam o supletivo oferecido na forma de tele-aula. Trabalhei durante o período de um ano, com um total de quatro alunos, sendo que um deles apresentava deficiência visual congênita, nascido com deficiência visual, dois perderam a visão com o tempo e um estudante apresentava baixa visão.

Estas novas experiências desenvolvidas no universo da educação especial alteraram a minha maneira de perceber e agir. Passei a desconfiar então de que a estrutura escolar que envolvia estes sujeitos, não apresentava o mínimo necessário para viabilizar a aprendizagem dos alunos em questão. O mais preocupante, é que mesmo que alguns professores apresentassem interesse em alguma espécie de formação continuada, teriam sérios problemas em encontrá-las, principalmente na área do ensino da Física para pessoas com deficiência

¹ Maiores detalhes sobre esta instituição serão apresentadas no primeiro capítulo desta dissertação.

visual, visto que a oferta é praticamente nula para esta última. É possível dizer então que este foi o principal motivo pela escolha em trabalhar com os deficientes visuais. A partir desta constatação, a baixa oferta de formação específica ao ensino de Física para os indivíduos com deficiência visual e a sua necessidade crescente, defini meu objeto de estudo para a presente pesquisa.

Ao enveredar por estes caminhos, pude perceber o quão ainda era implícita a idéia de não ser possível oferecer uma efetiva educação escolar para todos, como defende a nossa Constituição. Muitas eram as pessoas que questionavam a participação destes estudantes na escola pública, apresentando, como argumento, o fato das escolas encontrarem-se despreparadas tanto financeiramente quanto intelectualmente para este fim. Encontrei também pessoas que acreditavam nesta proposta de ensino, porém não sabiam como realizá-la e pessoas com objetivo semelhante ao meu, algumas inclusive, mais adiantadas em suas pesquisas, o que me proporcionou maior segurança.

Em meio a este universo de pensamentos distintos, as aspirações iniciais refletiam em trabalhar assuntos de Física junto a **alunos com e sem deficiência visual**, procurando desta forma, ministrar o conteúdo em um mesmo ambiente para ambos os sujeitos. No entanto, a minha prática docente insuficiente referente a estes estudantes, unida a falta de conhecimento de suas relações no processo de ensino e aprendizagem, evidenciaram a necessidade de um trabalho anterior. Fazia-se necessário primeiramente entender como funcionava o pensar, o agir e o sentir discente, para que assim, fosse possível ter uma idéia mais exata de como iniciar e dar prosseguimento aos encontros. Além disto, precisava-se saber como tratá-los e como trabalhar com os conceitos e equipamentos de forma adequada. Cabe salientar que até então, eu não tinha uma noção aprofundada da real capacidade deles. Sendo assim, fiz uma reflexão sobre o que poderia estar ocasionando empecilhos para que o ensino chegasse até estas pessoas. Além disto, aproveitando minha formação em Física Licenciatura, resolvi reunir estes conhecimentos com os adquiridos na área de educação especial, a fim de analisar quais são as variáveis para o desenvolvimento de uma seqüência de ensino de Física para estudantes com deficiência visual, visando sua futura utilização, em uma pesquisa posterior, levando em conta os processos cognitivos diferenciados dos estudantes com e sem esta deficiência.

A seqüência dos capítulos a seguir encontra-se disposta da seguinte forma: no capítulo 1, procuro relatar a experiência vivida dentro da ACIC, onde ocorreram as principais situações responsáveis pelos conflitos e reflexões acerca deste trabalho, situando de maneira mais detalhada como surgiram as questões norteadoras desta pesquisa, evidenciando ainda, o

caso específico do sujeito com deficiência visual. No capítulo 2 apresento o referencial teórico e metodológico adotado na pesquisa e no capítulo 3 analiso a seqüência de ensino, referente ao ensaio piloto, a fim de reestruturá-la. No capítulo 4, a partir das análises feitas no capítulo anterior, desenvolvi uma segunda seqüência, onde realizo descrições e avaliações, assumindo aqui novos olhares frente aos limites e possibilidades apresentados no ensaio piloto. Com base nas reflexões realizadas durante a pesquisa, finalizo o trabalho apresentando as conclusões e perspectivas no sentido de subsidiar políticas de formação continuada.

CAPÍTULO 1

O AMBIENTE DE PESQUISA

1.1 – INTRODUÇÃO

No corpo deste trabalho ao tratar dos sujeitos da pesquisa, utilizarei os seguintes termos: pessoa com deficiência visual, estudantes com deficiência visual, alunos com deficiência visual, indivíduos com deficiência visual. Não farei menção a eles utilizando somente o termo deficiente visual, devido ao valor altamente taxativo que este carrega. Ao defini-lo como pessoa no primeiro plano da expressão, considero antes de sua deficiência o seu pensar, agir e sentir, conferindo a deficiência uma outra tradução, não mais conclusiva da sua condição humana e sim, uma particularidade que lhe infere algumas restrições em meio a uma sociedade de maioria vidente.

Visando entender como funciona o pensar, o agir e o sentir dos alunos com deficiência visual, fiz a opção por realizar uma pesquisa com estas pessoas, propondo trabalhar os conceitos de Física, onde através das relações docentes - discentes, fosse possível elaborar uma seqüência didática que contemplasse as suas necessidades e, ao mesmo tempo, se aproximasse de algo que também pudesse ser utilizado pelos alunos videntes. Para tanto, como palco para ocorrer o processo e o desfecho deste trabalho, escolheu-se a Associação Catarinense de Integração do Cego, ACIC.

Ao descrever os primeiros contatos com esta Associação, procuro retratar quais as barreiras originadas pela sua deficiência e quais aquelas provenientes da falta de informação por parte da sociedade, composta de maioria vidente, acerca deste contexto.

Com o intuito de poder orientá-los educacionalmente, trabalhei durante o período de um ano convivendo em meio a estes estudantes, os quais deixaram evidente a sua necessidade de apoio na área de ensino e aprendizagem da Física. Deste modo, tal constatação possibilitou a realização de uma investigação, com a intenção de saber como o sujeito com deficiência visual interage com as pessoas e utiliza sua percepção para reconhecer seu entorno.

Descrevo inicialmente neste capítulo, quais as características físicas e político-pedagógicas da ACIC. Nesta instituição encontrei o apoio e auxílio, necessários ao andamento da pesquisa. No decorrer deste capítulo, trato ainda das situações que originaram os primeiros questionamentos, tanto de ordem epistemológica quanto ontológica, acerca da realidade

educacional que envolve estas pessoas. Realizo também uma discussão que permite mostrar quais as variáveis norteadoras da escolha do assunto Físico trabalhado, a Corrente Elétrica. A partir desta discussão, procuro estabelecer um novo olhar, que permita compreender melhor as principais dificuldades encontradas pelos deficientes visuais em viver em meio a uma sociedade, até então dominada pela cultura vidente. No final do capítulo, apresento uma pesquisa bibliográfica, a fim de mostrar que estudos e propostas estão sendo realizados, na tentativa de auxiliar estas pessoas a conviverem de forma mais digna na sociedade.

1.2 – O LOCAL DA PESQUISA

A Associação Catarinense de Integração do Cego, ACIC, é uma instituição privada, sem fins lucrativos, de âmbito estadual e que promove ações no campo político e nas áreas de habilitação, reabilitação e profissionalização das pessoas com deficiência visual. Fundada em 18 de junho de 1977, por um grupo de pessoas com a citada deficiência, objetivava buscar uma melhoria na qualidade de vida destes sujeitos. A ACIC funciona em instalações próprias, adequadas às necessidades das pessoas com deficiência visual. Seu quadro de funcionários é composto por professores, técnicos, bolsistas e voluntários. Atualmente, a ACIC atende a mais de 150 pessoas por ano, oferecendo cursos como alfabetização em simbologia Braille, educação física, iniciação à informática, treinamento nas técnicas do sorobã, atendimento em psicomotricidade, musicoterapia, atividades da vida diária, orientação e mobilidade, encaminhamento para escolas regulares e para o mercado de trabalho (ACIC, 2007).

Além destes cursos formativos, a ACIC oferece também cursos profissionalizantes, os quais são realizados periodicamente a partir de uma análise do mercado de trabalho, dispondo ainda de um convênio com o ensino superior à distância de Pedagogia, oferecido pela Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Diante do contingente de pessoas formadas nestes cursos, esta entidade criou o encaminhamento e acompanhamento no mercado de trabalho, que ocorre quando o aluno está pronto para exercer uma profissão. Este acompanhamento consiste, inicialmente, na realização de um levantamento das vagas no mercado de trabalho. Na existência de vaga, a ACIC acompanha seus integrantes durante os três primeiros meses e após a conclusão desse período, o aluno segue sozinho (ACIC, 2007).

A ACIC oferece ainda, aos seus alunos e associados, atendimento nas áreas de serviço social, psicológico, pedagógico e apoio tecnológico. O atendimento do serviço social contribui para que o aluno alcance um nível satisfatório de independência. O atendimento psicológico objetiva mediar situações que provoquem ou orientem mudanças na perspectiva

do desenvolvimento de potencialidades. O atendimento pedagógico tem como objetivos gerais encaminhar alunos ao ensino regular ou supletivo e às diversas etapas do processo de reabilitação e profissionalização. Já o apoio tecnológico viabiliza a transcrição de textos para o Braille, a gravação em fitas cassete ou a digitalização destes escritos, na tentativa de facilitar o estudo e a pesquisa por parte dos estudantes (ACIC, 2007).

Quanto a estrutura física, a ACIC é composta por quatro prédios interligados com mais de 2000 m² de área construída, espaço em que se encontram uma biblioteca, uma sala de reuniões, uma sala de estudos, uma sala de apoio tecnológico, um alojamento com 24 apartamentos com quatro vagas cada e dez salas de aula. A ACIC ainda busca recursos para a construção de um outro centro educacional, que atenderá crianças e adolescentes em idade pré-escolar e escolar (ACIC, 2007).

Sobre as pessoas com deficiência visual que freqüentam a ACIC, se faz interessante ressaltar que, na maioria das vezes, tais pessoas, em face da sua deficiência, chegam a esta instituição sem ter desenvolvido inúmeras habilidades necessárias a sua convivência em sociedade. Habilidades estas, que poderiam ser motivadas se houvesse no seu ambiente de origem estímulos de ordem humana e/ou material, destinados ao desenvolvimento de suas capacidades motoras e cognitivas. Na ausência destas, tais sujeitos apresentam os sentidos tátil e auditivo debilitados, assim como a motricidade. Junto a isto, soma-se a existência de sérios problemas comportamentais, prejudiciais a sua sociabilidade. No entanto, devido ao atendimento e as atividades realizadas pelos profissionais da ACIC, os obstáculos acima mencionados já haviam sido superados quando do contato inicial da pesquisa, o que foi de fundamental importância, possibilitando assim dar o devido andamento a este trabalho.

1.3 – O PRIMEIRO CONTATO

De maneira geral, o primeiro motivo que me levou a trabalhar com estas pessoas, foi a curiosidade e a necessidade de compreensão da sua sobrevivência em meio a uma cultura dominada pela visão. Decorrente desta primeira indagação, várias outras vieram à tona, entre elas: quais as particularidades e os reais limites da convivência na sociedade? Como se relacionam com pessoas que apresentam a mesma deficiência? Como interagem ao entrar em contato com pessoas que apresentam visão normal (videntes)? Qual o grau de empatia que apresentam nestas situações? O que lhes confunde? O que lhes faz ter vontade de querer continuar lutando pela vida? O que lhes faz felizes ou tristes? O que mais lhes incomoda? Como devo me referir a eles sem causar-lhes constrangimento? Que palavras devo usar no

diálogo cotidiano? Que termos são mais usualmente utilizados? Como encontram a suas roupas? Como sabem que não calçaram meias de cores diferentes? Como se locomovem? Ao entrar em uma sala aparentemente vazia como sabem definir se estão realmente a sós ou acompanhados? Como se deslocam de sua casa até outro local? Utilizam-se de que meios de transporte? Como sabem que chegaram ao destino desejado? O que fazem em suas casas? Qual sua forma de diversão? Quais seus sonhos, suas metas, seus anseios? Será que namoram? Como se relacionam no ambiente de trabalho? Como pagam suas contas? Como estudam? Em suma, uma infinidade de questões que, ao serem relacionadas aos videntes são consideradas, muitas vezes, desnecessárias, mas que são de fundamental importância para um efetivo conhecimento do contexto em que vivem os indivíduos com deficiência visual e, deste modo, evitar o sentimento de comiseração oriunda de uma visão ingênua, que relega a estas pessoas uma segunda natureza de seres humanos.

Cabe ressaltar que todos os questionamentos acima citados, tiveram importância no desenvolvimento de um pensar crítico, necessário ao desenvolvimento da pesquisa. No entanto, o presente trabalho não irá responder todas estas perguntas, direcionando maior atenção à última, referente ao processo de ensino e aprendizagem destas pessoas.

1.3.1 – DESVENDANDO UMA NOVA REALIDADE

Minha primeira referência acerca da Associação Catarinense de Integração do Cego, ACIC, surgiu durante uma procura mal sucedida por disciplinas formativas que me apresentassem novas metodologias destinadas a orientação educacional destas pessoas. Em minha primeira visita, pude perceber que praticamente todos os funcionários apresentavam deficiência visual. Fui prontamente atendido pela vice-presidente, que embora não apresentasse total deficiência visual, tinha baixa visão. Foi ela a responsável por minha inserção inicial nesta nova realidade. Durante nossa conversa, em alguns momentos, me sentia constrangido diante do meu desconhecimento frente a realidade que se impunha. Um exemplo foi o fato de pensar que bastava apresentar desenhos ou qualquer outra figura em alto relevo, para que então se tornasse possível sua identificação pelos estudantes em questão. Ao fazer uma experiência concreta, quando a vice-presidente pediu para que fechasse os olhos e tentasse identificar uma figura em alto relevo com as mãos, pude perceber o equívoco. Ao abrir os olhos, me deparei com o desenho de uma borboleta extremamente simples, mas que não pude identificar sem o auxílio da visão.

Após meia hora de conversa chegou a sala um rapaz com deficiência visual total que, orientado pela vice-presidente me mostrou as instalações do local. Ao ser guiado por ele, ia refletindo como era possível aquilo estar acontecendo: um vidente sendo guiado por uma pessoa com deficiência visual? Após me apresentar os 2000 m² de área construída em um período de 2 horas, ainda me informou como retornar a sala da vice-presidente.

Neste percurso, algumas de minhas questões iniciais foram sendo gradualmente respondidas. Cada passo realizado por ele era acompanhado por uma identificação progressiva e tátil do local. Por meio delas, ele identificava escadas, portas, fechaduras e janelas. Ao entrar em um recinto, ele logo perguntava quem estava ali e ao subir as escadas, inicialmente identificava o seu início através das irregularidades existentes no solo. A seguir, cada degrau era primeiramente analisado pela “bengala de condução” para logo então ser transposto. A localização espacial era possibilitada pela memorização anterior do ambiente. Este era identificado com exatidão em todos os setores e funcionalidades.

No decorrer do percurso, junto das identificações realizadas pelas mãos, pelos pés e pela bengala, existia também o auxílio do som. Para ir de um prédio a outro havia um corredor, no qual várias caixas acústicas encontravam-se situadas na parte central superior do teto, emitindo algum som como músicas, chamadas ou avisos, permitindo identificar a origem e o sentido de propagação do som. Algumas vezes ocorriam esbarrões entre as pessoas, sendo que a reação apresentada, após desculparem-se, era saber de quem se tratava.

Nesta convivência inicial pude observar algumas características interessantes. Me chamou atenção a forma como era feito o reconhecimento do ambiente, por meio da sensibilidade das mãos e dos pés, o que proporcionava a progressiva descoberta do mundo a sua volta. Outra característica referia-se a noção espacial do indivíduo, favorecida pelo seu conhecimento anterior do local. Este pré-conhecimento permitia a identificação do ambiente com exatidão, mostrando assim que ele sabia de onde estava vindo e para onde estava indo. O uso da audição representava uma terceira característica, pela qual foi possível definir a direção e o sentido a ser seguido, utilizando-se da variação da intensidade sonora emitida pelas caixas acústicas citadas. Neste contexto, todas as características agiam em conjunto, permitindo que a pessoa com deficiência visual apresentasse uma significativa autonomia nos seus atos.

1.3.2 – PARTICIPANDO DE UMA NOVA REALIDADE

Em meio a tantas novidades, iniciei meus estudos na escrita em alto relevo utilizada pelas pessoas com deficiência visual, o braille, como também nas aulas de sorobã, equipamento utilizado para realizar contas de matemática. Em seguida fui convidado a ministrar algumas aulas de reforço de Matemática e Física a um aluno com deficiência visual. Este cursava o ensino supletivo oferecido pela rede estadual, na forma de tele-aula. Ele sabia ler braille, porém não tinha conhecimentos ligados ao sorobã. Este aspecto foi uma surpresa, pois até então eu entendia que todas estas pessoas apresentavam domínio deste equipamento.

As primeiras aulas foram de matemática e o primeiro desafio foi ensinar equações do primeiro grau. Minha ação inicial foi analisar o material didático oferecido ao estudante pelo ensino regular. Logo após, indaguei junto a ele sobre a maneira como eram conduzidas as aulas na escola. O material consistia basicamente de uma apostila, na qual havia um pequeno resumo da matéria, seguido por vários exercícios. O material usado pelo aluno havia sido passado para o braille, já o que me foi entregue, a fim de permitir a leitura, era impresso em tinta. Através de algumas conversas com este aluno, me foi relatado que, no ambiente escolar suas aulas apresentavam-se metodologicamente na forma tradicional. Sendo assim, não apresentavam ferramentas didáticas capazes de auxiliá-lo na sua deficiência. Ao estudante em questão restava apenas se adequar, de alguma forma, a este ambiente, o que por consequência resultava em atrasos na entrega das várias listas de exercícios cobradas pelo professor.

A oportunidade de iniciar um contato mais próximo com a realidade educacional oferecida a este estudante, surgiu exatamente da sua procura por auxílio na resolução de uma destas listas. Minha dificuldade inicial foi lidar com o fato do estudante não ter se apropriado dos conceitos básicos referentes as operações matemáticas de divisão e multiplicação. Porém ao estudar as equações definidas pelo modelo $x+1=0$, percebi que esta necessitava basicamente de conhecimentos referentes as operações matemáticas de soma e subtração para sua resolução. O segundo obstáculo foi aprender a lidar com seus instrumentos de estudo. Para escrever, o estudante utilizava-se de um reglete, que consiste de uma régua de metal com furos, posta sobre o papel, na qual o aluno, através de uma haste fina de metal, perpassa seus furos, marcando no papel o que deseja escrever. Cabe salientar ainda que este equipamento não permite a mesma agilidade de um lápis e de uma borracha. Com o reglete, o estudante escreve uma frase inteira no verso da folha de papel, e, virando-a, lê com os dedos o que escreveu. Ao virá-la novamente, escreve mais uma linha, repetindo o mesmo processo ao final de todas as linhas escritas. O motivo pelo qual se escreve no verso do papel provém da

necessidade de obter pontos em alto relevo. Isto só é possível pressionando a ponta da haste de metal num dos lados da folha para que no lado oposto surja o ponto em alto relevo.

Devido a ingenuidade inicial não dei a importância necessária as particularidades deste equipamento, tentando ensinar o estudante utilizando uma metodologia tradicional. Nesta perspectiva, para explicar como resolver a equação $x+1=0$ bastava mostrar-lhe que, ao acrescentar o número -1 nos dois lados da equação, ou seja, $x+1-1=0-1$ e em seguida efetuar a subtração do lado esquerdo e direito, chegaria-se a resposta $x=-1$. No entanto não obtive êxito neste caso pelos seguintes fatores:

- O estudante em questão não dispunha da praticidade oferecida pelo lápis e borracha para escrever na folha de papel a equação;
- O tempo, relativamente grande para escrever o primeiro passo no reglete, lê-lo, para então escrever o segundo passo, dificultava a continuidade do raciocínio;
- Ao resolver esta equação na forma tradicional, cada passo realizado é escrito abaixo do anterior. A disposição da resolução fica da seguinte forma:

$$x+1=0$$

$$x+1-1=0-1$$

$$x+0=-1$$

$$x=-1,$$

neste contexto foi perceptível que para o estudante em questão, esta disposição não se apresentava de maneira simples, devido a complexidade no uso do reglete;

- O estudante não tinha condições de observar as explicações, visto que no caso de uma aula para videntes, cada passo da explicação era detalhado por escrito num esforço de, ao sistematizar os passos da resolução, aumentasse as possibilidades do aluno de compreensão e de atenção. No caso do aluno com deficiência visual, não havia um modelo ou símbolo que pudesse ser compartilhado, tanto pelo professor quanto pelo estudante na mediação deste processo de ensino aprendizagem.

A partir desta constatação, comecei a elaborar uma outra possibilidade metodológica, visto que, a utilizada até o momento não dava conta de auxiliar no aprendizado do estudante, mostrando-se imprópria à reestruturação cognitiva do mesmo. Neste intuito, de viabilizar uma outra metodologia, sugeri ao estudante que utilizasse as mão no lugar do reglete e sua memória no lugar do papel, na tentativa de mostrar espacialmente como se dava o processo de resolução destas equações. Com meu auxílio, utilizando seu dedo indicador disposto sobre os elementos da equação, solicitei que ele memorizasse sua localização. Desta forma, seguia para

o segundo passo, repetindo o mesmo processo. Para equações mais simples, esta metodologia mostrou-se satisfatória, porém, o aluno cansava-se rapidamente devido ao esforço realizado para memorizar todos os passos. Além disso, o tempo dedicado a resolução de cada equação era relativamente grande.

O fato da realidade estrutural e metodológica do ambiente da ACIC ser muito diferente do ambiente do ensino regular – lá era possível trabalhar um número reduzido de exercícios em um período relativamente grande, o que transcorria de forma inversa no ensino regular – tornou-se um empecilho para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem e com isso a motivação apresentada inicialmente pelo aluno aos poucos diminuiu.

No ambiente escolar, o estudante contava ainda com uma aparente “piedade” do professor, que além de não cobrar a resolução de suas listas de exercícios com a mesma exigência que cobrava dos demais alunos, ao chegar ao final do curso aprovava o respectivo estudante para a próxima fase, desconsiderando o fato da não construção dos conceitos tidos como indispensáveis para o acompanhamento das fases seguintes. O estudante, por sua vez, vendo a imensa dificuldade ao seu aprendizado, juntamente com a não cobrança realizada pelo professor, desistia de tentar construir os conceitos, aceitando a sua aprovação sem o aprendizado necessário.

O início dos estudos referentes a disciplina de Física, foi marcado pela existência de materiais com as mesmas características observadas na intervenção realizada no contexto já citado da Matemática. Alguns detalhes, porém, dificultavam ainda mais o processo de ensino aprendizagem no campo da Física: os exercícios apresentavam-se como meros aplicadores de fórmulas, acompanhados por uma infinidade de gráficos e tabelas, não sugerindo qualquer relação com o contexto destas pessoas, além de desconsiderarem suas limitações, inviabilizando a reflexão e possível construção de instrumentos mediadores que aumentassem as possibilidades de aprendizagem dos indivíduos com deficiência visual.

Havia um outro entrave, inerente ao estudo da Física, que dificultava ainda mais o processo de ensino e aprendizagem: o uso de unidades após os números representando grandezas Físicas como m (metro), s (segundo), m/s (metros por segundo), m/s^2 (metros por segundo ao quadrado), além da atribuição de significados a cada variável, como por exemplo Δt (variação do tempo), Δx (variação do espaço), Δv (variação da velocidade). Somava-se a estes, o pouco tempo destinado a resolução do excesso de exercícios cobrados no ambiente escolar e minha falta de experiência com esta realidade educacional. Em vista disso, repetiu-se o ocorrido na disciplina de Matemática. Mesmo diante das tentativas que realizei em

contextualizar o assunto estudado, não obteve êxito. O estudante, encontrando-se diante de tantas dificuldades, desmotivou-se e foi aprovado sem aprender o que havia sido proposto.

Após esta primeira experiência, tive a oportunidade de trabalhar com mais três estudantes com deficiência visual. Todos cursavam o ensino supletivo no formato de tele-aula, projeto este implementado pela Rede Estadual de Educação. Nos três casos pude perceber que, inicialmente, os estudantes apresentavam boa vontade em estudar, porém diante da imensa barreira oferecida a sua forma de aprender, traduzida em métodos e materiais inadequados a suas necessidades educacionais, perdiam a motivação, sendo aprovados para a próxima fase sem as devidas construções de saberes.

Como professor destes alunos, mesmo em caráter informal, não foi difícil perceber que a forma como estava sendo conduzido o processo de ensino aprendizagem destes sujeitos, além de inadequado, não dispunha da devida estrutura destinada ao seu aprendizado. Isto, por sua vez, impulsionava os estudantes a uma desmotivação progressiva, traduzida no desânimo e na desistência do ato de estudar o conteúdo proposto nas aulas de Física e Matemática, fatos estes que evidenciaram a necessidade de um trabalho de pesquisa nesta área.

1.4 – A ORIGEM DA PESQUISA

O contato mais específico, vinculado aos procedimentos necessários ao desenvolvimento desta pesquisa, ocorreu após transcorrido este primeiro ano, sendo então realizado uma reunião com a Coordenação Pedagógica juntamente com o proponente deste trabalho e o seu co-orientador. Na conversa estabelecida a partir deste encontro, foi solicitado permissão da realização desta pesquisa com a participação de estudantes da ACIC (Anexo 6). Quanto ao tema escolhido, a Coordenação Pedagógica da ACIC chegou a conclusão de que, conteúdos vinculados a Eletricidade seriam de maior interesse para seus alunos. Como este trabalho tem em seu corpo a participação de estudantes voluntários deste local, achou-se por bem aceitar a proposta.

Optei então por trabalhar assuntos vinculados a Eletricidade, mas nada em específico até aquele momento. A preocupação também centrava-se em trabalhar conceitos pertencentes aos currículos das escolas públicas, visto que o Ensino Médio da Rede Pública, não tem a intenção prioritária de preparar estudantes para o vestibular, mas de maneira especial, para uma reinterpretação da realidade na qual o estudante encontra-se inserido.

Ciente da existência de uma gama de assuntos vinculados ao tema Eletricidade na área da Física, procurei fazer um recorte embasado nas orientações contidas nos Parâmetros

Curriculares Nacionais, PCN's e PCN+. Ao tratar de assuntos vinculados a eletricidade, os PCN's sugerem:

O início do aprendizado dos fenômenos elétricos deveria já tratar de sua presença predominante em correntes elétricas, e não a partir de tratamentos abstratos de distribuições de carga, campo e potencial eletrostáticos. Modelos de condução elétrica para condutores e isolantes poderiam ser desenvolvidos e caberia reconhecer a natureza eletromagnética dos fenômenos desde cedo, para não restringir a atenção apenas aos sistemas resistivos, o que tradicionalmente corresponde a deixar de estudar motores e geradores. Além dos aspectos eletromecânicos, poder-se-ia estender a discussão de forma a tratar também elementos da eletrônica das telecomunicações e da informação, abrindo espaço para a compreensão do rádio, da televisão e dos computadores (MEC, PCN 2002; p.26 grifo nosso).

Concernente ao enfoque dado pelos PCN's, a escolha do assunto “*corrente elétrica*”, como precursor do desenvolvimento da seqüência de ensino, evidenciou-se como interessante. Ao analisar então os PCN+, foi possível perceber que eles complementam os PCN's, na medida em que procuram redirecionar o ensino da Física para uma realidade mais próxima do estudante, na perspectiva de um enfoque mais social. Além de procurar promover uma base de dados para os professores implementarem uma reforma educacional, ressaltam que se trata ainda de “*construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade*” (MEC; 2002; p.59). No que diz respeito especificamente ao tema eletricidade os PCN+ são enfáticos:

O desenvolvimento dos fenômenos elétricos e magnéticos, por exemplo, pode ser dirigido para a compreensão dos equipamentos elétricos que povoam nosso cotidiano, desde aqueles de uso doméstico aos geradores e motores de uso industrial, provendo competências para utilizá-los, dimensioná-los ou analisar condições de sua utilização. Ao mesmo tempo, esses mesmos fenômenos podem explicar os processos de transmissão de informações, desenvolvendo competências para lidar com as questões relacionadas às telecomunicações. Dessa forma, o sentido para o estudo da eletricidade e do eletromagnetismo pode ser organizado em torno dos equipamentos elétricos e telecomunicações (MEC, 2002b; p.70 grifo nosso).

Visto que tal seqüência procurará ter em seu contexto, estudos dirigidos ao entendimento de equipamentos elétricos, analisando inclusive as condições de sua utilização, o assunto escolhido vai ao encontro do que é proposto nas referências anteriores, corroborando tanto com as preocupações iniciais da pesquisa referentes ao currículo escolar, quanto com as sugestões dos PCN's e PCN+.

Na seqüência, são feitas algumas reflexões que contemplam de forma mais ampla o universo que envolve esta investigação, a fim de explicitar em qual contexto esta proposta se inseriu.

1.5 – A PESSOA COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Para compreender um pouco mais o cotidiano do sujeito com deficiência visual, faz-se interessante conhecer a sua realidade enquanto cidadão. É importante ter uma noção do que vem a ser uma pessoa com deficiência e o que a torna específica. Camargo afirma que, atitudes consideradas simples para uma pessoa com visão normal, como tomar um ônibus, escolher o que comer em um restaurante, contar dinheiro, ter acesso a informações e frequentar uma sala de aula, se constituem como extremamente complexas, inéditas, extraordinárias, anormais e constrangedoras às pessoas com esta particularidade (CAMARGO, 2005). Mas, estar ciente destes fatos, ainda não é suficiente. É importante saber o que é exposto em termos técnicos, para melhor contra-argumentar os pré-conceitos existentes que desmerecem e desqualificam este contingente de pessoas. Para tanto, deficiência em termos técnicos refere-se a qualquer “*perda ou anormalidade da estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica*” (BRASIL, 2002), podendo resultar numa “*limitação ou incapacidade no desempenho normal de uma determinada atividade que, dependendo da idade, sexo, fatores sociais e culturais, pode se constituir em uma deficiência.*” (BRASIL, 2002).

A fim de reforçar esta primeira análise, Camargo relata que:

... em termos conceituais, *cegas* são as pessoas que têm somente a percepção da luz ou que não têm nenhuma visão e que precisam aprender por meio do Braille e de meios de comunicação que não estejam relacionados com o uso da visão; *com visão parcial*, as que possuem limitações da visão a longo alcance, mas que são capazes de ver objetos e materiais quando estão a poucos centímetros ou, no máximo, a meio metro de distância; com *visão reduzida*, aquelas cuja limitação gerada pela deficiência visual pode ser corrigida. Para contextos educacionais, pessoas cegas são as que empregam o Braille, e pessoas com visão parcial são aquelas que usam material impresso. Se o problema de visão pode ser corrigido com óculos, o ‘defeito’ não é considerado uma deficiência visual no sentido educacional (CAMARGO, 2005 p. 6).

O papel desempenhado pelos sentidos constitui condição para o desenvolvimento das potencialidades humanas no relacionamento com o meio físico e social e para a afirmação das

capacidades superiores da espécie, ou seja, a de intelectualizar os dados captados cognitivamente (pelo cérebro) através dos sentidos. Mas todos os sentidos não concorrem para este fim na mesma medida. Uns captam maior quantidade e maior variedade de dados do que outros, com maior ou menor velocidade, agilizando ou não, o processo de construção de significados. Alguns especialistas dizem que cerca de 80% da informação que chega ao cérebro é veiculada através do sentido da visão, outros limitam-se a afirmar que através deste sentido absorve-se mais informações do que por todos os outros sentidos juntos. Seja como for, ninguém duvida que, dos cinco sentidos, é o da visão que desempenha o papel mais importante no desenvolvimento equilibrado do indivíduo.

É esta dominância que leva à constatação de que "*a vida se apresenta organizada por quem vê, para os que vêem*". A visão, como sentido unificador de toda a atividade sensorial, contribui predominantemente para a informação e formação dos indivíduos, o que ocasiona sérias desvantagens para os sujeitos com deficiência visual. Contudo, o grau desta desvantagem pode ser contínua e consideravelmente atenuado se, na educação, na reabilitação e na formação profissional, forem aplicadas técnicas adequadas, se forem convenientemente explorados e implementados os recursos tecnológicos apropriados e se forem adaptadas medidas sociais justas para compensação da deficiência.

Vigotski afirma que os cegos não percebem a luz da mesma maneira que os que enxergam com os olhos tapados a percebem, isto é, eles não sentem e nem experimentam diretamente que não têm visão, portanto, a capacidade para ver a luz tem um significado prático e pragmático para o cego e não um significado instintivo-orgânico, o que significa que eles sentem seu defeito de um modo indireto, refletido unicamente nas conseqüências sociais (CAMARGO, 2005 p. 15).

Uma maneira interessante de melhor compreender a realidade do deficiente visual, é colocar-se em seu lugar, ou seja, o lugar das minorias. Em "The Country off hind", uma história fictícia, onde observa-se a inversão de maiorias e a relação que o ser humano tem com a diferença, surgindo determinados padrões de normalidade, que são tomados como referência nesta realidade social. No texto a seguir, o "sem visão" possui uma outra maneira de se relacionar com o mundo. Essas novas características fazem o sujeito com visão, Nunez, imaginar que possui certas vantagens sobre os que não detêm este sentido, pois como ele mesmo afirma, "em terra de cego, quem enxerga com um olho só é rei".

Certa vez, um camponês chamado Nunez, numa escalada perigosa, ao separar-se de seus companheiros de caravana, caiu de uma montanha e descobriu o Vale dos Cegos. Lembrando-se do dito popular “em terra de cego, quem tem um olho é rei”, aspirou governar o Vale. Descobriu, porém, que isso não era tão fácil quanto esperava e que sua visão não era sempre uma vantagem.

Quando foi encontrado por três homens do Vale, eles tentaram descobrir quem era aquela estranha criatura.

- Vamos levá-lo para os mais velhos. - disse Pedro.

- Grite primeiro - disse Correa - senão poderemos assustar as crianças.

Assim, eles gritaram e Pedro foi à frente e pegou Nunez pela mão para guiá-lo até as casas.

- Eu posso ver - disse, puxando-lhe a mão.

- Ver? - perguntou Correa.

- Sim, ver - respondeu Nunez, virando-se em sua direção e tropeçando.

- Seus sentidos são ainda imperfeitos - disse o terceiro cego - Ele tropeça e diz palavra sem sentido. Guie-o pela mão.

- Como você quiser - disse Nunez e deixou-se guiar, rindo.

Parecia que eles nada sabiam de visão.

Nunez começou a perceber que muito da imaginação dos cegos havia desaparecido com sua visão e eles haviam feito para si, um novo mundo, onde predominava a sensibilidade do ouvido e do tato. Lentamente, Nunez percebeu que ele estava errado em esperar que as pessoas ficassem impressionadas com sua origem e habilidades. Pensavam que ele fosse um novo ser e eram incapazes de entender suas sensações. E, assim, após entender que não aceitariam suas explanações sobre a visão, calou-se e começou a ouvir o que tinham para lhe dizer.

E chegou o dia em que Nunez apaixonou-se por Medina e queria casar-se com ela. O pai, Yacobs, solicitou uma reunião dos mais velhos para decidirem o que fazer. Eles estranhavam muito as falas e comportamentos de Nunez. Após um tempo de discussão, o velho Yacobs comentou:

- Algum dia ele estará tão só quanto nós.

A vontade de curá-lo de suas peculiaridades permanecia.

Após algum tempo, um dos mais velhos, o grande médico entre eles, expôs sua idéia criativa:

- Examinei Bogotá - era assim que o chamavam - e o caso é claro para mim - disse. - Penso que muito provavelmente ele deverá ficar curado.

- Isso é o que eu sempre desejei - disse o velho Yacobs.

- Sua mente está afetada - observou o doutor cego.

Os mais velhos concordaram, murmurando:

- Bem, o que o afeta?

- Ahm? - disse o velho Yacobs.

- Isto - disse o doutor, respondendo à pergunta. - Estas coisas esquisitas chamadas olhos, que existem para fazer uma agradável e macia depressão na face, estão doentes. Isto está afetando sua mente. Seus olhos são muito grandes e seus cílios e pálpebras movem-se. Assim, sua mente está sendo prejudicada.

- É - disse o velho Yacobs - É isso.

- E eu penso que para curá-lo completamente, precisamos fazer uma operação fácil para remover esses olhos.

- E, então, ele ficará são?

- Sim, ele ficará perfeitamente são e se tornará um excelente cidadão.

- Graças a Deus, pela Ciência - disse o velho Yacobs, e foi contar a Nunez suas intenções.
(Wells 1954 apud MASINI, 1994 p. 26 e 27).

Esta história se faz muito interessante na medida em que o vidente é deslocado para o lado das minorias. Como afirma Masini, (1994) “*no Vale, é a fala do cego que constitui maioria; é ela que passa a ser ouvida por Nunez, quando este descobre que a sua não leva a nada. Assim, uma outra maneira de perceber o mundo aparece e com ela conceitos, valores e crenças se impõem em nome da Ciência*” (...) (MASINI, 1994 p. 27).

Na sociedade de maioria vidente, a iniciativa sempre foi a de tentar fazer com que as pessoas com deficiência visual se adequassem a realidade da cultura dominante. “*Seria absurdo negar este fato, antes, ele deve ser considerado para que se possam identificar os conceitos, valores, definições de senso comum ditado pelo sentido da visão, pois este, quando utilizado como referencial na educação do Deficiente Visual, impede-o de compreender, levando-o a uma aprendizagem mecânica*” (MASINI, 1994 p. 27).

No momento em que a educação destinada ao sujeito com deficiência visual não contempla o devido suporte para o seu aprendizado, através de uma metodologia e recursos metodológicos voltados para melhor atender as suas especificidades, aonde se faça uso de atividades experimentais adequadas e de instrumentos específicos que possibilite sua interação, o aprendizado continuará a ser embasado na cultura vidente. Sem um suporte condizente com a realidade do sujeito com deficiência visual, a educação escolar não se converterá num espaço de construção e reconstrução de conhecimentos, mas sim num exercício forçado e mecânico, na qual não há compreensão do que foi ensinado e sim, a mera reprodução do conteúdo. Neste viés, Camargo afirma que:

Os indivíduos citados estão aptos a aprender qualquer conteúdo ensinado,... mas em linhas gerais, não encontraram ou não encontram condições educativas específicas para sua aprendizagem no contexto escolar (um dos ambientes mais importantes de inclusão). Representam uma quantidade significativa de cidadãos que necessitam ou já necessitaram de algum tipo de preocupação diferenciada quanto às práticas de ensino de Física. Diferenciadas não no sentido excludente, mas no sentido de uma atenção especial as características próprias desses indivíduos, características estas, que exigem a elaboração ou adaptação de métodos de ensino e formas de avaliação. Diferenciadas também no sentido de inovadoras, pois, supõe-se que os métodos de ensino, as atividades, as formas de avaliação etc... desenvolvidas ou adaptadas e aplicadas a indivíduos com deficiência visual, poderão auxiliar outras pessoas (com deficiência visual ou não) em seu aprendizado de Física (CAMARGO, 2005 p.6).

É importante ressaltar que, no tocante a educação diferenciada, Camargo não a restringe somente aos alunos com necessidades educativas especiais, mas atribui a esta, uma abrangência muito maior, que engloba todos os estudantes, sem exceção. Ao se preparar uma aula diferenciada das vias tradicionais, o aluno “normal” deverá ter tanto valor quanto o seu colega considerado diferente. A questão é que, as diferenças existentes entre os alunos, terão que ser respeitadas e naturalmente levadas em consideração, a fim de que, o pensar docente se encaminhe na busca de novas possibilidades de recursos e metodologias que, em última instância, acabarão se revertendo em benefício da aprendizagem geral. Nesta perspectiva, se faz interessante concentrar esforços na promoção da interação entre os estudantes e no desenvolvimento de novas alternativas de trabalho, visando com isso, uma participação mais ativa destes no processo de ensino e aprendizagem, a fim de provocar iguais possibilidades na reconstrução do conhecimento, evitando assim, a criação de um ambiente educacional segregado.

O ensino com estes atributos, por outro enfoque, torna-se capaz de auxiliar na construção de uma identidade cidadã. Conforme nos relata Camargo, indivíduos com deficiência visual “*encontram-se prejudicados no exercício de sua cidadania, carentes que estão dos direitos inalienáveis que lhes possibilitam exercer uma ação social, embasados numa leitura crítica da trama em que se encontram inseridos*” (CAMARGO 2005, p.5). Por analogia, Rodrigues acrescenta que, “*uma experiência educativa de qualidade, não segregada e respeitadora das diferenças individuais por muito aparentes que sejam, parece ser um meio seguro para a formação de valores que possam ser preventivos de situações mais tardias de ostracismo e conflito*” (RODRIGUES 2006, p.12). Deste modo, o autor define que, as barreiras crescentes para o desenvolvimento das possibilidades de estudo para pessoas consideradas incapazes pela sociedade, poderão, num futuro próximo, refletir no surgimento de pessoas mais arredias e constrangidas, que não se sentem seguras o suficiente para desenvolver sua criatividade, correndo-se assim o risco de transformar possíveis gênios em problemas sociais.

O desconhecimento de características, atitudes, potencialidades, especificidades, inerentes a uma pessoa com deficiência visual, constitui-se em um dos principais fatores causadores de deficiência na perspectiva social. Atitudes intrusivas, despropositadas e desagradáveis por parte da população, que em sua maioria é constituída por pessoas videntes, revelam um desconhecimento quase total das características da deficiência visual e das suas conseqüências reais (CAMARGO, 2005 p. 11).

Entende-se então que, em uma cultura de maioria vidente, é o seu modo de interpretar a realidade que prevalece. Os entraves sociais impostos ao desenvolvimento das potencialidades de sujeitos com deficiência visual, tornam os obstáculos providos da sua deficiência ainda mais expressivos, atribuindo-lhes, inclusive, a noção de intransponibilidade. Segundo Vygotski (1998), muitas das concepções criadas historicamente, a respeito dos sentidos debilitados, são encontradas ainda hoje. Estas se encontram embasadas em pensamentos ingênuos, amparados pelo dito popular que afirma: “*se a natureza tira com uma mão, ela dá com a outra*”. Sendo assim, teorias existentes na Idade Média, onde a cegueira era tida como um sinal de elevação espiritual, criadora de um sexto sentido e, concepções do século XVIII, de cunho científico, que defendiam haver uma compensação da função debilitada de forma orgânica, ainda são encontradas nos tempos atuais. Para Vygotski (1998), tais concepções vão de encontro ao que realmente a teoria moderna² propõe. Enquanto a Idade Média tinha a solução da deficiência visual nas forças místicas do espírito e, a teoria biológica ingênua tinha em uma compensação orgânica, a teoria moderna entende a cegueira como um problema social e psicológico.

Na visão deste autor, o destino da personalidade, em última instância, não é decidido pelo defeito em si, mas pelas suas conseqüências sociais, ou seja, sua realização sócio psicológica. Para entender melhor, de forma análoga, Vygotski faz a seguinte comparação: “*assim como a vida de todo o organismo está orientada pela exigência da adaptação, a personalidade encontra-se orientada pelas exigências sociais*” (VYGOTSKI 1998; p.45, tradução nossa), ou seja, no caso da pessoa com deficiência visual, esta só pode perceber seu defeito de forma indireta, refletido nas conseqüências sociais. Partindo do princípio que tal realidade insiste em acreditar ser a deficiência, sinônimo de incapacidade, observa-se que neste contexto:

O defeito se realiza como uma derivação social. A cegueira põe seu portador em uma posição particular e difícil. O sentimento de inferioridade, a insegurança e a debilidade surgem como resultado da valorização que o cego tem da sua posição. Como reação do aparato psíquico, se desenvolvem as tendências à supercompensação. Estão orientadas a formação de uma personalidade social válida, a conquista de uma posição na vida social. Estão orientadas a superação do conflito social, a instabilidade psicológica resultante do defeito físico. (VYGOTSKI 1998; p.104 tradução nossa).

Nesta luta constante, na vontade de viver e de ser socialmente válido existem dois extremos: os vencedores, aqueles que conseguem superar as dificuldades impostas pela

²Cabe ressaltar que se trata de uma teoria moderna para Vygotsky.

sociedade e pela sua deficiência, e os que, mesmo com muito esforço, não conseguem. O primeiro traduz-se na vitória, na supercompensação, esta, no entanto, não refere-se somente a superação das dificuldades originadas pelo defeito, mas também do seu próprio desenvolvimento, criando do defeito, uma capacidade, da debilidade, a força, da baixa auto-estima, a alta auto-estima. Entretanto, no segundo extremo, a supercompensação não é alcançada. Manifestam-se então o sentimento de fracasso, de debilidade, levando à criação de posições defensivas, tornando o sujeito um ser associável e propício a apresentar problemas psico-cognitivos graves.

Cabe salientar que, seria ingênuo admitir que a deficiência visual não provoque uma profunda singularidade de toda linha do desenvolvimento da pessoa, dessa forma, a teoria moderna adota duas vertentes. A primeira considera que a deficiência não se constitui “*em um defeito ou perda isolada da função, mas que a plasticidade do cérebro reestrutura os mecanismos neurológicos superiores, que provoca uma reorganização radical de conjunto da personalidade*” (VYGOTSKY 1994; p.100). A segunda, acredita que a deficiência orgânica, serve de impulso aos processos de compensação, levam a uma série de particularidades na psicologia do sujeito com deficiência visual e reestruturam todas as funções singulares e particulares. O caminho a perfeição passa através da superação dos impedimentos, visto que a dificuldade da função visual é o estímulo para sua elevação (VYGOTSKI 1998).

A nova teoria não valoriza o defeito em si, mas sim as potencialidades contidas nele, as fontes de superação, os estímulos para o desenvolvimento. Não simplesmente a debilidade, mas a debilidade como caminho. No entanto, para que isso seja possível, deve-se favorecer a supercompensação, ampliar os caminhos para superação do defeito, eliminar ou atenuar drasticamente as barreiras que impedem este desenvolvimento, criar meios, oportunidades para auxiliar no desenvolvimento destes sujeitos, conscientizar a sociedade que as particularidades originadas pela insuficiência visual, não alteram as potencialidades das pessoas, aproveitando assim, para prevenir que o ambiente social não venha a ter sua parcela de responsabilidade no fracasso da compensação. Porém é necessário ser criterioso, pois “*crer que qualquer defeito se compensará, indubitavelmente é tão ingênuo como pensar que qualquer enfermidade terminará indubitavelmente na recuperação*” (VYGOTSKI 1998; p. 53).

Finalmente, pode-se concluir que há uma necessidade crescente por mudanças referentes ao processo de ensino e aprendizagem dos sujeitos com deficiência visual. Contudo, cabe ainda questionar: o que já está sendo realizado para atender as necessidades

epistemológicas e ontológicas de ensino destas pessoas? Visando contemplar esta pergunta, a seguir, será desenvolvida uma discussão que remete a esta questão.

1.6 – O QUE JÁ EXISTE NO AUXÍLIO AO SUJEITO COM DEFICIÊNCIA VISUAL?

Trabalhos realizados para diversos fins com pessoas com deficiência visual, são mais comumente encontrados do que trabalhos específicos para o ensino de adolescentes e adultos com esta particularidade no ensino médio. Um exemplo desta afirmação é o projeto chamado Diálogo no Escuro. Este projeto utiliza-se de um ambiente físico totalmente escuro, no qual pessoas videntes são conduzidas por pessoas cegas. A idéia é proporcionar uma inversão de papéis, onde o vidente agora passa a ser a minoria. O ambiente utilizado pelo projeto Diálogo no Escuro, além de ser totalmente ausente de luz, trabalha com odores, temperaturas, sons e texturas, na tentativa de criar cenários que possam ser um parque, um passeio de barco, um mercado, uma cidade, uma sala de sons ou um bar (DIÁLOGO NO ESCURO, 2007).

Outras entidades voltadas para o trabalho com pessoas cegas, são uma realidade no Brasil. Um exemplo é a Fundação Dorina Nowill para Cegos, que trabalha a favor da inclusão social de crianças, jovens e adultos com deficiência visual total ou com baixa visão por meio de ações educativas e culturais. Esta organização atua, dentre outras coisas, na produção de livros em Braille e livros falados. Produz ainda 17 milhões de páginas em Braille e 22 mil exemplares de livros e revista falada por ano, realizando 19 mil atendimentos especializados ao deficiente visual. Com este resultado, mais de 1.300 organizações em todo o país são atendidas gratuitamente (Fundação Dorina Nowill para Cegos, 2007). Assim como esta fundação, há muitas outras espalhadas pelo Brasil. Detalhes sobre elas encontram-se disponíveis no site da Sociedade de Assistência aos Cegos (SAC).

Algumas outras entidades tratam não apenas dos sujeitos com deficiência visual, mas de todas as pessoas com necessidades especiais, como é o caso da Fundação Catarinense de Educação Especial (FCEE), que tem por objetivos: promover a capacitação de recursos humanos da rede regular e especial de ensino; desenvolver estudo, pesquisa e tecnologias em educação especial; assegurar o atendimento à pessoa com deficiência mediante ações de prevenção, reabilitação, educação e trabalho na perspectiva da educação inclusiva; garantir infra-estrutura adequada ao funcionamento dos serviços de educação especial; descentralizar as ações de educação especial no Estado de Santa Catarina; estabelecer ações integradas em sistema de parceria com órgãos afins; divulgar, em larga escala, as produções científicas em

educação especial e; desenvolver ações que possibilitem a modernização e informatização da educação especial (FCEE, 2007).

Outras entidades têm preocupações mais relacionadas ao desenvolvimento do potencial do sujeito considerado diferente. Um exemplo disto é a Organização não Governamental MUDICASE, Música e Dinâmica como Auxílio Sócio Educativo, que pensa a educação como processo de evolução e construção social e individual. Esta Associação busca valorizar uma relação harmoniosa entre as singulares formas de expressividade das potencialidades inatas e adquiridas, como um instrumento de integração social. Preocupada em proporcionar ambientes dentro da educação formal e informal, a MUDICASE desenvolve projetos profundamente integrados ao contexto histórico-social de cada criança, bem como as diversificadas formas de neutralizar aquilo que a impede de se inserir efetivamente nos diferentes setores sociais, num processo de equilíbrio compensatório. Este processo beneficia principalmente crianças com deficiência visual cuja a cobrança social está intimamente direcionada a um processo de visão de minoria igualitária e de educação bancária (MUDICASE, 2007).

Além destes, ambientes integrados a Universidades Federais de todo o país, que realizam trabalhos destinados a pessoas com deficiência visual, são encontrados de modo especial no campo de estudos da Pedagogia, através da dança, da inclusão social e escolar, ou da Educação Física, por meio de esportes que permitem a participação destes indivíduos. Nesse contexto, encontram-se pesquisas destinadas a avaliação educacional na educação infantil, onde, segundo Bruno (2007):

Pesquisadores no campo da baixa visão, tais como: Lindstedt (1986), Hyvarinem (1989), Carvalho, Gaspareto e Kara (1994), Bruno (1997), Leonhardt (1999) e Veitzman (2000), Amiralian (2001) apontaram a necessidade da avaliação e identificação precoce das alterações visuais, correção e adaptação de recursos ópticos o mais cedo possível. Recomendaram programa de intervenção pedagógica adequado às necessidades específicas dessas crianças tendo em vista a construção do conhecimento e a inclusão escolar. (BRUNO 2007; p.2).

No entanto, esta autora evidencia ainda, que há lacunas que merecem investigações mais amplas sobre o processo de desenvolvimento e aprendizagem das crianças com deficiência visual, mostrando a necessidade de uma avaliação educacional mais abrangente, que indique as necessidades educacionais especiais destas crianças.

Seguindo no tocante a educação infantil, Vygotsky (1991) e Leontiev (1991), afirmam que é na infância que surgem as possibilidades potenciais de desenvolvimento, responsáveis

pelo desenvolvimento das funções mentais superiores, e que estas, têm importância fundamental no desenvolvimento educacional da pessoa. Vygotski (1998) enfatiza que toda a infância se caracteriza como a fase da insegurança e de insuficiência, onde todas as forças são orientadas a superação destas barreiras, e que, de modo algum, isto pode ser considerado uma particularidade exclusiva da psique da criança com deficiência visual.

Entretanto, propostas de pesquisas são encontradas em número muito inferior no campo destinado ao ensino científico à adolescentes, adultos ou idosos com deficiência visual.

Sobre os trabalhos relacionados ao estudo da Física para esta pessoas, Camargo afirma que, as poucas pesquisas realizadas, *contribuem basicamente na tentativa de adaptar materiais de laboratório no ensino dessa ciência a tais sujeitos* (CAMARGO *et al.* 2000). Além disto, na obra do citado autor, encontram-se pesquisas relacionadas com a análise das concepções prévias dos estudantes com deficiência visual, sobre Repouso, Movimento (CAMARGO, 2000) e descrição da aplicação de sequências de ensino, relativas aos conceitos Físicos de Força e Movimento. Atualmente, em sua pesquisa de Pós Doutorado, trabalha com a formação de futuros professores, construindo e desenvolvendo juntamente com seus alunos, intervenções em sala de aula sobre os tópicos Óptica, Eletromagnetismo, Mecânica, Termologia e Física Moderna (CAMARGO *et al.* 2005). Presente no Quinto Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências (CAMARGO *et al.* 2005) realizado na cidade de Bauru em São Paulo, Camargo discute uma série de questões e aborda o tema óptica para a realização dos seus estudos.

No contexto em questão, é possível perceber que as pesquisas relativas ao ensino de Física para estudantes com deficiência visual, apesar de em número reduzido, estão em andamento. Sendo assim, uma questão deve ser contemplada no decorrer desta dissertação: até que ponto o “ver” é necessariamente uma condição para o “aprender”? Tal questionamento, atrelado as concepções sobre os conceitos de “conhecer” e “ver” serão discutidas nos capítulos seguintes, subsidiados por propostas originadas do convívio com pessoas com deficiência visual durante a realização deste trabalho.

CAPÍTULO 2

PENSANDO O ENSINO DE FÍSICA PARA O ESTUDANTE COM DEFICIÊNCIA VISUAL

2.1 – INTRODUÇÃO

Assumindo-se que, as concepções originadas do senso comum dos estudantes apresentam-se como elementos significativos ao desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem, a primeira seção será destinada a discussão do que é proposto atualmente na literatura específica sobre as pré-concepções dos alunos.

A partir das necessidades relatadas no primeiro capítulo, evidenciou-se a necessidade da presença de uma ferramenta didática viável para o desenvolvimento de uma seqüência de ensino destinada principalmente aos estudantes com deficiência visual e que ao mesmo tempo, ofereça condições para ser trabalhada juntamente com os videntes. Esta ferramenta, utilizada pelo professor como mediadora no processo de ensino e aprendizagem, deverá ter a função de oferecer elementos que auxiliem na interpretação de fenômenos e eventos pelo sujeito, procurando assim, aproximar seus conceitos dos científicos, que são estabelecidos historicamente como verdadeiros. Sendo assim, será discutido o porquê acredita-se que as atividades experimentais de Pinho Alves (2000) apresentam-se como uma alternativa coerente com esta proposta deste trabalho. No presente capítulo, discute-se ainda, como relacionar este aporte teórico com as particularidades das pessoas com deficiência visual.

Finalmente, assumindo que não há resposta sem antes haver uma pergunta, de igual forma, no desenvolvimento desta pesquisa, a construção de um novo olhar estará calcada em uma situação que exige cuidados especiais: Que características devem conter as atividades experimentais, a fim de permitir o desenvolvimento de uma seqüência didática destinada ao ensino do conteúdo referente a corrente elétrica às **pessoas com deficiência visual, de modo que também possa ser trabalhada ao mesmo tempo com os alunos videntes?**

2.2 – PRÉ - CONCEPÇÕES

É fato que a convivência em meio à sociedade contemporânea se traduz num desafio constante a todas as pessoas que, já no início da vida, encontram-se expostas a uma infinidade de obstáculos e eventos, com os quais, ao se relacionarem, tem a oportunidade de buscar respostas às mais variadas questões que surgem ao seu entorno (PIETROCOLA, 2001). Dessa forma, através das relações estabelecidas pelo sujeito, ao interagir com determinados objetos ou fenômenos, constrói-se uma visão de mundo, desenvolvendo assim, o senso comum, configurado a partir do histórico de vida de cada pessoa. Este histórico é delineado por um contexto repleto de crenças, ideais, tradições familiares e culturais, que modificam seu modo de pensar e agir, num mútuo ajuste entre o mundo exterior e interior (PIETROCOLA, 2001).

Desta forma, ao referir-se aos estudantes, Coll *et al.* (1998), afirma que os conceitos construídos em meio ao contexto acima, apresentam-se da seguinte forma:

- Representam construções pessoais;
- Apresentam coerência do ponto de vista do aluno;
- São estáveis e resistentes a mudanças;
- Apresentam caráter implícito e são descobertos nas atividades ou previsões;
- São compartilhados por outras pessoas;
- Procuram à utilidade mais do que a verdade.

Coll *et al.* (1998), salienta que existe um caráter implícito no desenvolvimento do senso comum, mostrando assim que, nem sempre o indivíduo tem consciência da existência de suas concepções.

Greca & Moreira (2002) acrescentam que, as concepções alternativas dos estudantes têm significado e funcionalidade para as situações cotidianas, sendo, portanto, resistentes a mudanças, representando um modo mais abrangente de se compartilhar significados, permitindo a comunicação entre vários grupos de diferentes culturas.

Entretanto, Vygotsky (2001) apresenta uma outra formulação de idéias sobre os *conceitos científicos e espontâneos*. Na sua visão, são considerados científicos todo conhecimento de origem formal, relacionado às ciências sociais, línguas, matemática, ciências físicas e naturais. Estes são conhecimentos sistemáticos e hierárquicos apresentados e apreendidos como parte de um sistema de relações. Já os conhecimentos espontâneos são compostos por conceitos não-sistemáticos, não-organizados, baseados em situações particulares e adquiridos em contextos da experiência cotidiana. Vygotsky (2001) classifica

como científicos todos os conceitos aprendidos na educação formal e como espontâneos todos conceitos originários de uma aprendizagem informal. Este autor defende ainda que:

O desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos são processos intimamente interligados, que exercem influências um sobre o outro. Independentemente de falarmos do desenvolvimento dos conceitos espontâneos ou científicos, trata-se do desenvolvimento de um processo único de formação de conceitos, que se realiza sob diferentes condições internas e externas mas continua indiviso por sua natureza e não se constitui da luta, do conflito e do antagonismo de duas formas de pensamento que desde o início se excluem (VIGOTSKI, 2001, p. 261).

Existe uma íntima ligação entre os conceitos espontâneos e os científicos construídos pelo sujeito, traduzidos na influência mútua que um exerce sobre o outro. Vigotski afirma ainda que estas pessoas possuem os conceitos, conhecem os objetos ao quais os conceitos se referem, mas não estão conscientes dos seus próprios atos de pensamento, fazendo uso deles antes de serem capazes de defini-los e de operarem com eles. Por outro lado, o estudante utiliza desde o início de seu desenvolvimento na escola, conceitos que oferecem um nível de complexidade lógica que só serão compreendidos (quando os são) no final de sua história de desenvolvimento. Sendo assim, só muito mais tarde, o aluno poderá apresentar, em relação aos conceitos científicos, o mesmo domínio e familiaridade que tem dos conceitos espontâneos.

Ao direcionar a atenção para o indivíduo com deficiência visual, como nos relata Camargo (2005), de maneira similar ao vidente, ele acumula experiências de todo o tipo, passando a exigir não apenas o entendimento de situações particulares, mas também do mundo em que vive. Desta forma, a acumulação de experiências vividas e conseqüente mobilização do senso comum por parte desses indivíduos, sugerem a exigência de um entendimento maior da realidade que os cerca.

A compreensão desta realidade, entretanto, apresenta algumas especificidades no caso dos sujeitos desta pesquisa. Para os estudantes com deficiência visual, o tato e a audição são fatores indispensáveis à interação com o mundo e por meio destas, é oportunizada a interpretação dos fenômenos e eventos percebidos. Tais alunos, assim como os videntes, realizam esta interpretação com base no senso comum, que por sua vez, exerce uma considerável influência no processo de ensino e aprendizagem do mesmo. Na tentativa de contemplar estas variáveis no desenvolvimento de uma seqüência de ensino, optou-se por recorrer a teoria referente as atividades experimentais de Pinho Alves (2000). Fazendo-se uso destas atividades é possível criar um ambiente que possibilite trabalhar com o tato e a

audição, no intuito de permitir que os estudantes, ao interagirem com os materiais didáticos e inseridos em um ambiente que tenha um procedimento condizente as suas necessidades, sejam capazes de reconstruir o conhecimento, partindo das idéias emergentes do senso comum em direção as científicas vinculadas ao assunto Corrente Elétrica. Em outras palavras, sabendo-se que os alunos têm dificuldade em transitar do senso comum para o conhecimento científico, a atividade experimental proposta é uma alternativa, pois permite a fase do concreto³, necessária ao estudo dos estudantes com deficiência visual.

2.3 – A PARTIR DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Antes de descrever de forma mais detalhada alguns aspectos da teoria referente as atividades experimentais, é interessante perceber a diferença existente entre os conceitos que definem experimento, experimentação e experiência. Esta discussão se faz necessária para explorar as diferentes vertentes no qual se baseou a escolha do referencial teórico utilizado no desenvolvimento dos encontros realizados. Cabe salientar, no entanto, que este recorte servirá de base para mostrar que tais conceitos não se aplicam na reconstrução dos saberes em sala de aula, sugerindo a necessidade da criação de outros conceitos, como os “quase experimentos” e as “atividades experimentais”.

Segundo Selltiz:

Experimentos são planejados para responder a questões sobre causas e efeitos. Eles exigem que o experimentador exerça controle sobre o que ocorre e a quem ocorre. Os experimentos distribuem por processo de sorteio as pessoas ou outras unidades, tais como classes de alunos, em diferentes condições, aplicam a essas pessoas ou grupo sociais em determinado tratamento, e medem os efeitos desse tratamento (SELLTIZ, *et al.* 1987 apud CAMARGO 2005 p.77).

De acordo com o autor, experimentos são procedimentos planejados por alguém, para aplicação em algum lugar previamente escolhido, visando medir os efeitos que tal procedimento pode provocar. Pinho Alves (2000), afirma que experimentação é um procedimento realizado por um especialista no assunto, detentor dos respectivos saberes específicos. Percebe-se assim, que tanto no experimento de Selltiz quanto na experimentação de Pinho Alves, o agente praticante deve possuir em sua concepção, um saber já estabelecido cientificamente. No entanto, Pinho Alves vai mais além no seu discurso, quando nos mostra a diferença existente entre este e um outro conceito, a experiência:

³ Refere-se à oportunidade dada ao aluno de manusear e reconhecer ttilmente o material.

O conhecimento vulgar, também denominado de espontâneo ou senso comum, por sua flexibilidade e liberdade conceitual, já oferece motivo para polemizar quanto à “atitude processual” que se faz presente no momento de sua construção. A atitude processual a que nos referimos está muitas vezes ligada à interpretação das palavras “**experiência**” e “**experimentação**”, cujo significado determina procedimentos de maior ou menor grau de liberdade, com o controle das interações e do objeto de seu conhecimento. A liberdade especulativa da experiência se contrapõe à rigidez metodológica da experimentação. (...) A experiência é um fazer mais livre, um proceder fortemente guiado pela intuição no especular das coisas. A experimentação é um fazer elaborado, construído, negociado historicamente, que possibilita através de processos internos próprios estabelecer “verdades científicas” (PINHO ALVES, 2000 p.150).

Para o autor, experiência e experimentação são processos distintos já nas suas origens. A primeira admite uma total liberdade nos atos e pensamentos do participante enquanto a segunda, exige um teor mais rigoroso na sua composição. Na tentativa de detalhar um pouco mais o que vem a ser experimentação e experiência Pinho Alves afirma:

Esta demarcação entre experiência e experimentação se torna pertinente para o nosso propósito de estabelecer os domínios e abrangências do saber, ou seja, quem realiza e quem está autorizado a fazer uso do que. Nosso desejo é que a demarcação deixe claro que a experiência é um atributo natural do Homem leigo e espelha o proceder livre com o seu meio ambiente para a construção de algum conhecimento, enquanto que a experimentação é um método construído e de uso particular do Homem investigador na construção do conhecimento científico. Enquanto a experiência está ao alcance de todo o ser humano sem nenhuma restrição de uso, a experimentação é restrita ao intelectual quando do exercício profissional de construção do saber (PINHO ALVES, 2000 p.192).

Torna-se evidente então que, a experiência é algo natural do homem leigo, não exigindo uma concepção científica, permitindo que o sujeito utilize-se de seus conceitos individuais, construídos através de suas interações com a realidade e que fazem sentido para ele. No caso da experimentação, se faz necessário um especialista, pertencente a uma outra esfera do saber, onde os termos científicos se tornam prerrogativas inerentes ao processo. Na análise de Duhem é possível perceber a rigidez metodológica necessária a um processo de Experimentação.

Regnault estuda a compressibilidade dos gases; toma uma certa quantidade de gás; encerra-o num tubo de vidro mantendo a temperatura constante, mede a pressão que o gás suporta e o volume que ele ocupa. Dir-se-á que temos aí a observação minuciosa e precisa de certos fenômenos, de certos fatos. Seguramente, diante de Regnault, nas suas mãos, nas mãos de seus

auxiliares, fatos concretos se produzem. É o relato desses fatos concretos que Regnault consignou para contribuir com o avanço da física? Não. Em um visor, Regnault viu a imagem de uma certa superfície de mercúrio aflorar até um certo sinal. Foi isto que ele escreveu no relatório de suas experiências? Não. Ele escreveu que o gás ocupa um volume com um certo valor. Um auxiliar levantou e abaixou a lente de um catetômetro até que a imagem de um outro nível de mercúrio chegasse a se nivelar com a linha de uma retícula; ele observou, então, a disposição de certas marcas sobre a régua e sobre o nônio do catetômetro. É isso que encontramos no relatório de Regnault? Não. O que lemos é que a pressão suportada pelo gás tem determinado valor. Um outro auxiliar viu, num termômetro, o líquido oscilar entre dois sinais determinados. É isso que ele consignou? Não. Registrou-se que a temperatura do gás havia variado de tal a tal grau. Ora, o que é o valor do volume ocupado pelo gás, o valor da pressão que ele suporta, o grau de temperatura ao qual ele é levado? São três objetos concretos? Não. São três símbolos abstratos que somente a teoria física une aos fatos realmente observados (Duhem 1906, apud Köche, 2005 p.125).

Para o autor, Regnault tem em suas mãos apenas dados da experimentação e o que este observa através dos dados são diferentes evidências, relacionadas pelo aporte teórico que ele e seus auxiliares detêm. Fica nítido que o pleno exercício da experimentação é somente de domínio do cientista, pois apenas ele possui o corpo teórico que o autoriza às interpretações mais coerentes e lógicas enquadradas na teoria adotada (PINHO ALVES, 2000).

Percebe-se assim que, experimento e experimentação são processos utilizados para produzir conhecimento, tendo significado para quem está fazendo a Física. Ao tratar do ensino desta ciência, o significado tem que estar direcionado não mais ao produzir Física, mas sim ao aprender os conceitos já desenvolvidos. Todavia, tanto o experimento quanto a experimentação serviram como base para a elaboração de procedimentos e conceitos que se destinam ao processo de ensino e aprendizagem. Os instrumentos didáticos provindos destes novos conceitos permitem uma nova maneira de trabalhar o teórico com o concreto, de modo a não se limitar a prática, como também não exaltar apenas o conceitual. O objetivo é desenvolver alternativas de ensino onde um sirva de mediação ao outro, procurando assim facilitar a reconstrução dos saberes.

Nesta perspectiva, Camargo trabalha em sua pesquisa de doutorado os quase experimentos, que *“são planejados para responder questões sobre causas e efeitos em situações em que os experimentos não podem ser realizados”* (CAMARGO, 2005 p.77). Tal estratégia permite a escolha de determinada parte da população com características específicas para a análise que se pretende realizar. Camargo afirma, que o caráter quase experimental é sintetizado através de alguns procedimentos, os quais seguem:

- a) A elaboração de atividades de ensino de Física com determinadas características pedagógicas e sensoriais.
 - b) A construção ou a adaptação de equipamentos e dispositivos que permitem estabelecer interações não visuais.
 - c) A identificação de um grupo de alunos com deficiência visual.
 - d) A aplicação das referidas atividades a esse grupo de alunos.
 - e) O registro dos momentos de aplicação das atividades.
 - f) A transcrição, na íntegra, das atividades.
 - g) A análise dos registros por meio de critérios de análise de conteúdo.
 - h) A avaliação da aprendizagem dos alunos levando-se em conta todo o processo de aplicação das atividades.
- (CAMARGO, 2005 p.79).

Em outras palavras, um quase experimento é desenvolvido para servir de aporte na realização de pesquisas educacionais, e no caso em questão, como instrumento para o ensino de pessoas com deficiência visual. No início de sua construção, é necessária a elaboração de um processo que leve em consideração as particularidades do contexto a ser analisado e um caminho, previamente traçado, para se atingir o objetivo já estabelecido. Em seguida vem a materialização deste processo através da construção de equipamentos que ofereçam possibilidades de extrair os dados do referido grupo. Após toda a preparação inicial, ocorre a aplicação e a análise deste procedimento, seguido da transcrição, na íntegra, de tudo o que é observado nas atividades. Nesta fase da pesquisa, é necessário a utilização de uma ferramenta ou método de análise já existente na literatura. No caso acima, foi utilizado a análise do conteúdo. Na seqüência, faz-se uma nova análise, porém agora, com o ambiente já moldado e reestruturado pela pesquisa em andamento. Por fim, avalia-se a existência ou não de modificações relativas aos critérios analisados no grupo escolhido. A expectativa, é que pressupostos estabelecidos pelo pesquisador sejam confirmados, o que, no entanto, pode não acontecer.

Numa outra abordagem, Pinho Alves (2000) desenvolve um outro conceito destinado ao processo de ensino e aprendizagem: Atividades Experimentais. Assim como o quase experimento, estas atividades se diferenciam da experiência do sujeito, e da experimentação do cientista.

A **atividade experimental** deve ser entendida como um **objeto didático**, produto de uma Transposição Didática de concepções construtivistas da experimentação e do método experimental, e não mais um **objeto a ensinar**. Como **objeto didático** sua estrutura deve agregar características de versatilidade, de modo a permitir que seu papel mediador se apresente em qualquer tempo e nos mais diferentes momentos do diálogo sobre o saber no processo ensino-aprendizagem. E, principalmente, é um objeto de ação que, manipulado didaticamente pelo professor, irá se inserir no discurso

construtivista facilitando a indução do fenômeno didático que objetiva o ensino de saberes (PINHO ALVES, 2000 p.262- 263).

Sendo assim, a atividade experimental exige a intervenção do professor a qualquer momento, através de questionamentos, desafios, estímulos e motivações no intuito de aumentar a função ativa do aluno. Esta idéia enfatiza a **inexistência** de uma receita prescritiva, pois isto definitivamente barraria a espontaneidade do processo, retornando ao modelo tradicional e dogmático, porém, não invalida a importância de apontar caminhos.

Este autor classifica as atividades experimentais em sete categorias: Atividade Experimental Histórica, Atividade Experimental de Compartilhamento, Atividade Experimental Modelizadora, Atividade Experimental Conflitiva, Atividade Experimental Crítica, Atividade Experimental de comprovação, Atividade Experimental de simulação.

Na presente pesquisa, para poder trabalhar com a bagagem intelectual do estudante com deficiência visual em uma sala de aula, fora de um contexto escolar, moldadas pelo contorno informal de educação, escolheu-se quatro das sete categorias sugeridas por Pinho Alves (2000), na expectativa de que tais categorias fornecessem os subsídios necessários para elaboração e análise das atividades mediadoras desta situação de ensino: Atividade Experimental Compartilhada, Modelizadora, Crítica e Comprobatória.

A *Atividade experimental de Compartilhamento* sugere que se ofereçam condições para que os estudantes consigam ver uma dada situação da mesma maneira. Para isto, se faz necessário que o professor induza o olhar dos estudantes, levando-os à possíveis relações ou variáveis de interesse.

Muitas das dificuldades que ocorrem no processo de ensino-aprendizagem, tem sua origem nas diferentes interpretações que os estudantes elaboram sobre o que vêem. Nossa prática como professor tem mostrado que os estudantes, relutam em perguntar os significados das coisas, em particular o significado de palavras desconhecidas. Alia-se a isto o pouco hábito de consultar o dicionário por conta própria, originando interpretações na maioria das vezes totalmente fora de sentido. Por vezes descrições do professor levam o estudante a imaginar coisas desvirtuadas do objeto focado (PINHO ALVES, 2000 p. 275).

A partir disto, percebe-se o quanto se faz necessária a utilização de uma linguagem de fácil compreensão por parte dos professores, aliada a proposições de atividades que favoreçam a reconstrução de conceitos científicos, através da respectiva indução didática do professor, no intuito de que as proposições livres dos alunos, sejam orientadas na direção das proposições universais de aceitação coletiva.

A categoria denominada *modelizadora*, consiste numa atividade que procura favorecer um processo de construção mental, apoiado em um modelo ou maquete, que pode ser manipulado, a fim de auxiliar na compreensão do real fenômeno. Segundo Pinho Alves (2000), “*O modelo, portanto, pode se mostrar como uma estrutura hipotética que guia a observação experimental, isto é, como uma pré-teoria acerca de um dado fenômeno físico*”. A categoria chamada *Atividade Experimental Crítica* consiste em uma atividade muito particular, que procura explicitar as diferenças extremamente sutis da Física, como por exemplo, Corrente Elétrica Real e Corrente Elétrica Convencional. Para tanto, se faz necessário analisar as grandezas envolvidas de forma mais profunda, a fim de que o professor tenha elementos que favoreçam a indução do diálogo e que direcione as condições observadas para os conceitos envolvidos. A categoria *comprobatória* é utilizada para a confirmação da teoria elaborada em outras situações. Neste enfoque Pinho Alves acrescenta:

Assegurando a construção do saber ensinado, uma atividade experimental desse tipo funciona como um exercício tradicional só que mais rico, pois adiciona a manipulação e o procedimento do método experimental. O fenômeno físico, objeto de trabalho desta atividade, não deve ser novidade ao estudante mas deve atuar como suporte fenomenológico para dar validade e comprovar a teoria apreendida em situações novas. Essas atividades podem explorar, de maneira concomitante, o método experimental, pois as relações de causa-efeito já estão aprendidas e com isto abre-se espaço para enfatizar o método experimental como um instrumento de investigação. Nada impede, pelo contrário, que após a aquisição de habilidades e técnicas relativas ao método experimental, deva ser incentivado o desafio de solucionar problemas mais abertos, que necessitam de novos procedimentos experimentais para serem resolvidos (PINHO ALVES, 2000 p.283).

É interessante perceber, que tal categoria traduz-se numa alternativa ao processo de ensino-aprendizagem em que já esteja assegurado que o aluno tenha certo domínio teórico sobre o que está sendo comprovado. Caso contrário, não é recomendado, para que não se corra o risco de reprodução de uma aprendizagem mecânica, destituída de significados, com o único propósito de repassar os conteúdos como algo pronto e acabado.

A partir das idéias propostas nestes dois conceitos, o quase-experimento e as atividades experimentais, desenvolveu-se uma estratégia para a condução da seqüência desenvolvida nesta pesquisa por meio de cinco procedimentos:

1. Adequação das atividades experimentais a fim de permitir interações não visuais.
2. Utilização de um processo metodológico que respeite as características sensoriais dos alunos com deficiência visual.

3. Aplicação das referidas atividades a um grupo de alunos com deficiência visual, seguido pelo registro e análise.
4. Correção e reformulação da seqüência didática, dos equipamentos e do procedimento metodológico utilizado.
5. Reaplicação das atividades, agora reformuladas, a um novo grupo de alunos com deficiência visual, seguido pelo registro e análise.

Na seção seguinte, serão tratadas as particularidades apresentadas pelos estudantes com deficiência visual, a fim de que se possa desenvolver uma seqüência de ensino que propicie a efetiva aprendizagem destes alunos.

2.3.1 – ADEQUANDO AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Segundo nos afirma Masini (1994), os sentidos tátil, auditivo, olfativo e do paladar, apresentam-se como mediadores na construção interna de uma noção do mundo externo por estas pessoas. Associados a estes, apresentam-se ainda a dimensão sinestésica, progressiva e de memória de reconhecimento tátil-auditivo (HALL, 1981 apud MASINI, 1994), além da necessidade do reconhecimento do ambiente (SOUZA, 2002) e da disposição espacial em que os objetos se encontram.

Na tentativa de contemplar as características acima, algumas adequações foram realizadas na montagem do material e na elaboração do procedimento utilizado. O tato foi trabalhado por meio da diferenciação de níveis e de texturas, permitindo assim, a construção e identificação das partes dos equipamentos desenvolvidos. Explorou-se ainda este sentido, por meio de analogias estabelecidas entre partes do corpo e entidades Físicas.

O sentido da audição foi amplamente requisitado. Nas atividades experimentais substituiu-se as lâmpadas por equipamentos eletrônicos que emitissem sons. Trabalhou-se ainda com este sentido, na aplicação de maquetes referentes ao modelo atômico clássico de um fio condutor. As atividades propostas não sugeriram a utilização explícita dos sentidos do olfato e paladar.

A dimensão sinestésica do sujeito se refere a características vinculadas ao âmbito sentimental. Não é raro apresentar alguma pergunta referente a eventos científicos a estas pessoas e receber como resposta um termo ligado ao sentimento. No relato do pesquisador, no seu primeiro ano na ACIC, quando este questionou um aluno sobre o assunto físico empuxo, perguntando a ele, como se sentia ao entrar na água do mar, recebeu como resposta: “me sinto com medo”, enquanto que a esperada pelo pesquisador seria algo próximo de “me sinto mais

leve”. Na tentativa de evitar estes equívocos, organizou-se a seqüência de ensino de tal maneira que, as questões desenvolvidas para os estudantes, encontravam-se vinculadas as atividades experimentais e ao contexto dos alunos. Em relação a complexidade dos materiais e das atividades experimentais (tratado aqui como experimentos) Maxwell (1995) defende:

Exibir experimentos ilustrativos, encorajar outros a fazê-los e cultivar de todas as maneiras as idéias que eles iluminam são uma importante parte de nosso trabalho. Quanto mais simples os materiais de um exemplo ilustrativo e quanto mais familiares eles forem para os estudantes, provavelmente maior será a sua aquisição das idéias que o experimento pretende demonstrar. O valor educacional de tais experimentos é inversamente proporcional à complexidade do aparato. O estudante que usa aparelhos caseiros, que freqüentemente não funcionam direito, em geral aprendem mais do que aquele que utiliza instrumentos cuidadosamente ajustados, nos quais ele confia cegamente, e os quais ele não se atreve a desmontar. É extremamente necessário que aqueles que estão tentando ler dos livros os fatos das ciências físicas possam ser habilitados, com a ajuda de alguns exemplos ilustrativos, a reconhecer estes fatos quando os encontram mundo afora (MAXWELL, 1995 p.242-243 grifo nosso).

Neste viés, procurou-se desenvolver atividades que permitissem o envolvimento dos estudantes, evitando o uso de materiais complexos, efetivando-se assim um ambiente capaz de promover oportunidades que motivassem a ação dos estudantes.

A dimensão progressiva, refere-se a forma como os indivíduos com deficiência visual interagem e reconhecem o mundo exterior. A imagem construída com o auxílio da visão, tem como característica definir-se rapidamente, tanto na sua configuração quanto nos contornos, mesmo que o observado esteja a grandes distâncias do observador. A imagem que se forma para o sujeito com deficiência visual se faz passo a passo, utilizando o tato, necessitando assim de um período maior para a aquisição dos dados e de uma certa proximidade com o evento ou objeto analisado. Para isto, resolveu-se entregar o material das atividades aos alunos, para que pudessem ter a noção do que estava ocorrendo em cada momento do encontro.

A memória de reconhecimento tátil-auditivo, refere-se a imagem que a pessoa com deficiência visual remete-se internamente ao citar algum material ou circunstância. No caso dos videntes, ao mencionar a palavra “mesa”, automaticamente o seu pensamento gera uma imagem referente ao citado. Ou ainda, o sujeito a quem é apresentado variadas formas de mesa, sejam elas redondas, quadradas, elípticas, altas, baixas, de pedra, de vidro, de madeira, com três ou quatro pernas, saberá que todas elas pertencem a um mesmo grupo denominado mesa. De forma semelhante, o estudante com deficiência visual, ao entrar em contato com

algum elemento ou evento, buscará alguma imagem que o represente em sua memória. Esta memória é construída historicamente e moldada pelas eventualidades ocorridas neste percurso. Entretanto, a novidade, no caso do sujeito com deficiência visual, está nos meios utilizados para a construção da memória, tendo como instrumentos o tato, a audição o paladar e o olfato.

Segundo Pascual *et al.* (2005), crescentes evidências experimentais sugerem ainda que, em pessoas com deficiência visual, o córtex occipital⁴ é ativado na leitura braille, na discriminação de ângulos, larguras e de caracteres da fonte Roman em relevo. É nesta região do cérebro que a informação recebida é comparada com os dados anteriores e permite, por exemplo, identificar um cão, um automóvel, uma caneta (PASCUAL *et al.* 2005). Quando esta área comunica-se com as outras áreas do cérebro, constroem-se os significados dos objetos ou eventos observados ou percebidos, utilizando para isto as experiências de cada pessoa (PASCUAL *et al.* 2005). A ativação do córtex occipital também foi observada sem se introduzir qualquer sinal sensorial tátil ou auditivo, numa tarefa de memória verbal, que exigia a recuperação de palavras abstratas da memória de longo prazo (PASCUAL *et al.* 2005). Pascual afirma que, “*em última análise, os mecanismos de recrutamento do córtex occipital no processamento tátil dos cegos e daqueles com olhos vendados provavelmente não são idênticos*” (PASCUAL *et al.* 2005 p.11). Não se pode afirmar, no entanto, que a ativação do córtex occipital das pessoas com deficiência visual é necessária para o processamento sensorial, porém, há fortes evidências clínicas de que esta ativação é necessária para a execução de algumas tarefas (PASCUAL *et al.* 2005). Um estudo realizado com uma paciente com deficiência visual congênita, oportuniza, através de um trágico acidente, essas evidências:

Essa mulher, cega de nascença (em virtude de retinopatia do pré-termo), tinha sido uma leitora muito competente de braille (aprendendo aos seis anos de idade e sendo capaz de ler a uma taxa de 120-150 símbolos por minuto) . Depois de AVEs bilaterais da artéria cerebral posterior ela ficou incapacitada para ler braille, apesar de suas funções motor-periférica, neuro-sensorial e de sensação somatossensória estarem todas intatas. Apesar de estar consciente da presença de elementos pontuados contidos no texto em braille, era “incapaz de extrair informações suficientes” para determinar que letras e palavras estavam escritas. A despeito de sua profunda incapacidade para a leitura, ela não tinha dificuldade em desempenhar tarefas táteis de discriminação simples, como identificar a chave de sua casa em um dado conjunto (de chaves). Entretanto, ela não era capaz de distinguir a distância entre os pontos do braille ou de ler braille (PASCUAL *et al.* 2005 p.10).

⁴ Esta área é também designada por córtex visual, porque processa os estímulos visuais. Ver mais em PASCUAL *et al.* 2005.

Percebe-se assim, que há evidências da existência de uma memória de reconhecimento tátil-auditivo e que esta, se comporta de maneira distinta a memória dos videntes. Neste sentido, Vygotski (1998) afirma que nos sujeitos com deficiência visual existe um aumento da memória, da atenção e das atitudes verbais, através do desenvolvimento de uma sobre-estrutura psíquica, derivada de muito esforço e exercício. Esta idéia também é corroborada por Pascual *et al.* (2005) quando diz: “*Digno de nota é o fato de que sujeitos cegos apresentam capacidades superiores de memória verbal, em comparação não só com os controles de mesma idade dotados de visão como também com médias populacionais registradas*” (PASCUAL *et al.* 2005 p.11).⁵

Ao contemplar essa dimensão nas atividades, a fim de facilitar a familiarização do estudante com os materiais, empregaram-se aqueles mais freqüentemente utilizados na sociedade, como madeira, metal e papelão. Quando havia a necessidade do uso de materiais não tão corriqueiros, os alunos realizavam um detalhado reconhecimento tátil do mesmo, antes de utilizá-lo.

Ao tratar da dimensão espacial, procurou-se deixar os materiais necessários ao desenvolvimento da atividade ao alcance das mãos dos estudantes. A disposição espacial desses, não era alterada durante as aulas, proporcionando ao estudante a certeza de que, o material posto em um determinado local permaneceria ali até que fosse necessária a sua retirada. Ao retirar ou inserir algum novo elemento ao ambiente, primeiramente informava-se o que iria ocorrer, para então realizar as mudanças.

Para dar prosseguimento ao trabalho, a pesquisa foi arquitetada para ter duas seqüências didáticas. A primeira, chamada ensaio piloto, irá aproximar o pesquisador da realidade educacional dos estudantes com deficiência visual, para assim permitir o início do desenvolvimento de equipamentos e procedimentos metodológicos baseados nas características específicas destes sujeitos. A segunda terá como objetivo reestruturar tal seqüência. Sendo assim, a partir das observações e análises feitas no ensaio piloto, procurará adequá-la de modo a permitir sua utilização tanto por alunos com deficiência visual quanto por videntes. A seguir, será detalhada, analisada e avaliada a seqüência didática referente ao ensaio piloto.

⁵É importante lembrar que na perspectiva Vygotskiana o desenvolvimento superior de memória verbal não se apresenta como um dado orgânico, e sim, é reflexo de experiências sociais estimulativas, ou seja, ela só ocorre na medida em que as mediações sociais se estabeleçam para isto.

CAPÍTULO 3

O ENSAIO PILOTO

3.1 – INTRODUÇÃO

No intuito de contemplar o problema de pesquisa citado no início do capítulo anterior, a seqüência de ensino, referente ao ensaio piloto focou inicialmente, apenas as especificidades dos alunos com deficiência visual, não levando em consideração as preocupações relativas aos videntes. Foi aplicada pelo próprio pesquisador com o auxílio de seu co-orientador junto à alunos da ACIC, sendo composta por cinco encontros. O primeiro, o terceiro e o quinto apresentaram o período de uma hora e trinta minutos e o segundo e o quarto, o período de uma hora. Os encontros foram gravados em áudio com o consentimento dos alunos e da vice-presidente do local.

No decorrer do capítulo encontra-se uma breve descrição dos encontros referentes ao primeiro ensaio, permitindo em seguida, discutir os critérios utilizados para a construção das categorias de análise, referentes ao material construído e as relações dos alunos com eles.

Quanto aos sujeitos da pesquisa, inicialmente, nas duas primeiras intervenções, contou-se com a participação de cinco alunos. A partir do terceiro encontro, houve a entrada de mais um, totalizando seis. Destes, três com deficiência visual congênita, dois perderam a visão com o tempo e um com baixa visão.

Ao final, procura-se avaliar os detalhes existentes nos materiais, equipamentos e procedimentos metodológicos, para a análise e reestruturação de uma segunda seqüência de ensino, aplicada e detalhada no capítulo quatro.

3.2 – METODOLOGIA DA PESQUISA

A partir do contato inicial com os estudantes com deficiência visual, relatado no primeiro capítulo, percebeu-se a importância das variáveis envolvidas na forma com que estes interagem e reconhecem o mundo a sua volta, como utilizam o material didático e como expressam suas dificuldades ao lidar com o conteúdo físico estudado. A dificuldade de isolar analiticamente tais variáveis dificultou ainda mais o processo de análise e comparação quantitativa.

Frente ao desafio de compreender esta realidade, de caráter complexo e ao mesmo tempo dinâmico, Santos (1998) afirma que a natureza do problema ou objeto que se deseja conhecer vai nortear a opção pelo método e técnica de pesquisa. Esta autora diz ainda, que não há superioridade entre as técnicas qualitativas e quantitativas e que, o domínio apresentado pelo pesquisador unido a correção nas utilizações e adequações metodológicas irá refletir na sua decisão. Sendo assim, a escolha por uma abordagem qualitativa como metodologia de pesquisa, surgiu como forma mais conveniente para a análise de fenômenos educacionais.

É possível perceber a estreita relação que tal escolha deve ter com a natureza do problema, visto que, na presente pesquisa, este aspecto se reflete na observação da aprendizagem dos estudantes com deficiência visual, submetidos à atividade de ensino de Física, levando-se em consideração todo o processo de aplicação e não apenas determinados pontos. Nessa perspectiva, a opção por uma análise fenomenológica, auxiliou na compreensão dos acontecimentos, de maneira a direcionar a atenção da pesquisa muito mais para o processo do que para o produto.

Teixeira (2005) afirma que as experiências pessoais do pesquisador são elementos importantes na análise e compreensão dos fenômenos estudados. Toda a compreensão dos fatos encontra-se influenciada por estas experiências. Esta mesma autora defende ainda que, a pesquisa qualitativa possui como características principais os seguintes pontos:

- O pesquisador observa os fatos sob a ótica de alguém interno à organização;
- A pesquisa busca uma profunda compreensão do contexto da situação;
- A pesquisa enfatiza o processo dos acontecimentos isto é, a seqüência dos fatos ao longo do tempo;
- O enfoque da pesquisa é mais desestruturado, não há hipóteses fortes no início da pesquisa, o que confere a ela bastante flexibilidade;
- A pesquisa geralmente emprega mais de uma fonte de dados.

(TEIXEIRA, 2005 p.137-138).

Sendo assim, diferentemente de uma pesquisa quantitativa, não houve neste trabalho a intenção de priorizar a comprovação de hipóteses definidas previamente, buscando desta forma, despender mais tempo com a compreensão das variáveis emergentes do contexto da situação.

Quanto à análise, esta foi feita durante o processo, de forma contínua, com a presença do pesquisador no campo, propiciando assim a proximidade do mesmo em relação aos sujeitos da pesquisa. No entanto, como neste trabalho o pesquisador e o professor apresentam-se na mesma pessoa, procurou-se evitar que a prática docente interferisse na análise do pesquisador durante o processo. Para que isto fosse possível, as cinco primeiras intervenções, referentes ao primeiro ensaio, foram gravadas em áudio. Ao analisar o conteúdo das gravações, surgiram dificuldades em identificar a exatidão de certos trechos, visto que todos falavam ao mesmo tempo, com tom de voz baixo, além de alguns ruídos provenientes do ambiente. Em virtude da limitação deste meio de aquisição de dados, na segunda seqüência, além de serem gravados em áudio, os mesmos foram filmados, permitindo assim condições mais adequadas para observações e análises. Outro aspecto a ser considerado, foi a presença do professor Dr. Nelson Canzian da Silva em praticamente todos os encontros, tanto no primeiro ensaio quanto na segunda seqüência de ensino. Após cada intervenção realizava-se uma reunião, no intuito de analisar a atuação docente, assim como os limites e possibilidades que os materiais didáticos utilizados conferiam à mediação do processo de ensino e aprendizagem.

A seguir, será descrito os momentos de cada encontro da seqüência de ensino piloto.

3.3 – A SEQUÊNCIA DE ENSINO

É importante salientar, que o objetivo fundamental de se apresentar a seqüência de ensino neste momento, deve-se a sua necessidade no desenvolvimento das categorias de análise, que foram construídas a partir das relações aluno-conhecimento mediadas pelos materiais didáticos e procedimentos utilizados nas atividades aqui observadas.

Quanto ao modo como foi desenvolvido o ensaio piloto, deve-se em grande parte, ao conhecimento ingênuo apresentado pelo pesquisador inicialmente, referente ao processo de ensino e aprendizagem aos sujeitos da pesquisa. Devido a isto, o ensaio piloto, não foi elaborado em um único momento. Desenvolveu-se o primeiro encontro e com base no que foi observado, realizaram-se mudanças para o seguinte, seguindo desta maneira até chegar a quinta intervenção.

No entanto, já se sabia que os estudantes possuíam conceitos próprios sobre eventos Físicos (Camargo, 2000) e que em muitos casos, assemelhavam-se aos dos videntes. Outro fato conhecido, refere-se a forma progressiva apresentada no manuseio dos objetos, onde se utilizava-se essencialmente o sentido tátil. Com base nisso, o primeiro encontro foi

desenvolvido na intenção de contemplar estas características e desta forma, através da motivação de diálogos e apresentação de alguns materiais, verificar as pré-concepções e as especificidades no manuseio e reconhecimento tátil dos estudantes.

Ao longo do caminho de preparação deste ensaio, sabia-se da necessidade em propiciar, no início de cada encontro, um tempo específico para o reconhecimento progressivo dos elementos das atividades. Para tanto, a alternativa encontrada foi projetar os equipamentos para serem desmontáveis, permitindo que os próprios estudantes os construíssem, no intuito de que, deste modo, fosse possível oferecer condições para que tivessem uma boa noção do material em suas mãos. Nos casos em que não fosse possível apresentá-los na forma desmontável, primeiramente, seriam distribuídas as partes que o compunham, para em seguida ser feita a sua apresentação. Logo após, apresentaria-se novamente as partes, para assim, auxiliar na identificação, a fim de que não houvesse dúvidas do que se tratava.

Os encontros foram divididos e nomeados por momentos, sendo estes descritos de forma categórica e detalhada, com ênfase em cada passo de ação. Aqui são apresentados alguns dos materiais e conjuntos experimentais (CExp) utilizados e desenvolvidos para as atividades, porém, um maior detalhamento destes, será realizado mais a diante.

A expectativa ao final dos encontros foi de proporcionar, aos alunos, condições para que definissem corrente elétrica como o movimento ordenado dos elétrons em um circuito, resultante da aplicação de uma diferença de potencial elétrica. Espera-se ainda, que eles saibam descrever corretamente qual a relação de proporcionalidade existente entre o fenômeno da resistência elétrica, da diferença de potencial e a corrente elétrica. Pretende-se também, que os alunos relacionassem os assuntos estudados em sala com eventos do seu cotidiano, auxiliando assim na contextualização dos fenômenos físicos trabalhados, a fim de que conseguissem distinguir os benefícios e malefícios que tais fenômenos podem acarretar em sua vida.

Os nomes dos sujeitos desta pesquisa serão preservados e substituídos por codinomes. O primeiro, denominado **A1**, tem 35 anos de idade, deficiência visual congênita, formação superior em Pedagogia e trabalha como professor de sorobam. O segundo, **A2**, tem 25 anos de idade, deficiência visual congênita e estuda em colégio supletivo, aonde cursa o nível médio. O terceiro, denominado **A3**, tem 27 anos de idade, deficiência visual congênita e é estudante do ensino médio supletivo. O quarto, **A4**, tem 24 anos de idade, ficou cego aos 7 anos, possui o nível médio concluído em colégio supletivo por meio da tele-aula e trabalha como telefonista. O quinto, **A5**, tem 29 anos de idade, ficou cego aos 20 e está cursando o ensino

fundamental supletivo. O sexto, **A6**, tem 20 anos de idade, baixa visão e o segundo grau supletivo completo. Além dos alunos, a fim de facilitar a transcrição, os nomes do pesquisador e de seu co-orientador também foram substituídos por codinomes, o primeiro, **P1** e o segundo **P2**.

1º Encontro: Primeiras Concepções

O encontro foi realizado no dia 21/03/2007 com duração de uma hora e trinta minutos. O primeiro objetivo foi estabelecer uma conversa para saber quais as pré-concepções dos estudantes com relação aos assuntos vinculados com o tema Eletricidade. Com base nestes dados foi possível ter uma noção do grau de complexidade que se deve partir, a fim de evitar, ou pelo menos minimizar situações que gerassem dúvidas provenientes do distanciamento existente entre o assunto estudado e os conhecimentos que os alunos tinham. Um segundo objetivo consistiu em realizar algumas atividades concretas, com a finalidade de observar as dificuldades encontradas pelos alunos em manusear os materiais. Desta forma, foi possível perceber mais precisamente as limitações no manuseio dos materiais utilizados e a interação com as atividades. O CExp (conjuntos experimentais) deste encontro era composto por um fio elétrico com as pontas desencapadas e pilhas médias de 1,5 volts. Outro material utilizado foi um alto-falante.

Primeiro momento

Apresentação dos professores, da proposta de trabalho a ser desenvolvida, evidenciando o assunto a ser estudado e dos alunos, que foram convidados a dizer seu nome, idade, grau da deficiência visual, formação e profissão.

Segundo momento

Foi motivada uma conversa entre os professores e alunos, com o objetivo de saber quais as concepções e dúvidas existentes, acerca dos fenômenos elétricos.

Terceiro momento

Direcionaram-se as perguntas para assuntos referentes aos materiais condutores e isolantes, solicitando aos estudantes que citassem exemplos destes materiais. Assim foi possível analisar o grau de conhecimento que os alunos tinham em relação a estes materiais, e desta maneira, determinar qual importância deveria ser despendida à este assunto. Já havia uma previsão de que, mais a frente, os alunos deveriam entrar em contato direto com materiais condutores e isolantes e precisariam distingui-los com relação a esta característica.

Quarto momento

Distribuíram-se os CExp para cada aluno, oportunizando um tempo para o reconhecimento tátil dos materiais. Foi solicitado aos alunos que ligassem os fios nos pólos da pilha, a fim de perceberem se havia ou não o aquecimento dos fios, tarefa esta, realizada com facilidade por todos, que perceberam o fenômeno em questão.

Quinto momento

O professor, juntamente com os alunos, conectou os fios do alto-falante a uma pilha, mostrando que não havia produção de som, porém, ao se atritar um dos fios contra um dos pólos da pilha, ouvia-se um “chiado”. Este fato pôde ser relacionado ao uso da “energia elétrica” alternada, responsável pela vibração da película do alto-falante.

2º Encontro: Condutores ou Isolantes?

O encontro foi realizado no dia 21/03/2007 com duração de uma hora. O objetivo deste encontro foi trabalhar assuntos referentes a materiais condutores e isolantes, a fim de se verificar até que ponto os alunos conseguiam identificar, por meio do tato, os diferentes elementos apresentados. O CExp continha ainda um equipamento eletrônico denominado buzzer⁶.

Primeiro momento

Revisou-se o que foi discutido no encontro anterior sobre condutores e isolantes, verificando se os conceitos trabalhados foram assimilados pelos estudantes.

Segundo momento

Propôs-se aos alunos que se organizassem em duplas, a fim de favorecer a discussão em pequenos grupos. Em seguida, foram distribuídos os CExp para cada dupla, explicando o que era e como funcionava o buzzer.

Terceiro momento

Os alunos foram convidados a manipularem e a descreverem os materiais do CExp.

Em seguida, solicitou-se que os alunos separassem os materiais em condutores e isolantes. Deste modo, foi possível perceber se as dificuldades provindas desta classificação resultavam da não identificação do material, em virtude das dificuldades na aquisição tátil dos dados, ou do desconhecimento sobre o que tal material representava.

Quarto momento

⁶ Este equipamento eletrônico será detalhado na seção 3.4.2.

No intuito de analisar a condutividade dos materiais, oportunizou-se um momento para que os alunos, juntamente com os professores, construíssem um circuito utilizando os materiais do CExp. Desta forma, foi possível observar as dificuldades dos alunos em montar o circuito, verificando as mudanças necessárias na elaboração da atividade seguinte.

Quinto momento

Mostrou-se aos alunos uma característica atribuída ao buzzer, o qual aumentava o som emitido, na medida em que se aumentava o número de pilhas ligadas em série, no circuito construído no momento anterior. Presumia-se que este conhecimento seria requisitado mais adiante, nos próximos encontros, ao se relacionar corrente elétrica com diferença de potencial. Por fim, utilizando o cabo telefônico com 30 pares, o professor falou da aplicação da eletricidade nas redes de transmissão telefônica, procurando assim contextualizá-la.

3º Encontro: Circuitos Elétricos

O encontro foi realizado no dia 25/04/2007, com duração de uma hora. O objetivo deste encontro foi iniciar os estudos referentes aos circuitos elétricos, diferenciando o circuito fechado do aberto. O primeiro CExp continha um buzzer, uma pilha média de 1,5 volts e um par de fios elétricos finos. O segundo CExp continha um fio de cobre, bitola 2,5, totalmente encapado e um fio de cobre, bitola 2,5, com as pontas desencapadas. Além dos CExp's, trabalhou-se ainda com um tabuleiro⁷, composto por resistores com conectores para “pino banana” nas pontas, porta-pilhas, fios com conectores tipo “pino banana” nas pontas e grampos para fixação dos resistores, desenvolvido para auxiliar na interação dos estudantes com os materiais didáticos.

Primeiro momento

Foi solicitado aos alunos que exemplificassem, a partir do seu cotidiano, a presença de circuitos elétricos. Assim, foi possível verificar o grau de entendimento que os alunos tinham quando se referiam a palavra circuito. Revisou-se o circuito com o buzzer, a fim de recordar os procedimentos necessários ao seu funcionamento, aproveitando também para comparar as partes deste circuito com os circuitos já citados pelos alunos.

Segundo momento

Distribuíram-se os primeiros CExp para cada aluno, convidando-os em seguida a montarem o circuito. Esta etapa permitiu exercitar a habilidade motora dos estudantes.

⁷ Este equipamento será detalhado na seção 3.4.3.

Os alunos foram requisitados a determinar quando o circuito era fechado ou aberto. Quando o buzzer emitia som, significava que o circuito estava fechado, quando ele não emitia, estava aberto.

Terceiro momento

Solicitou-se dos alunos uma explicação do motivo da emissão de som pelo buzzer ao fechar o circuito. Com isto esperava-se perceber como os alunos imaginavam o funcionamento do circuito, assim como também, qual a noção que eles tinham a respeito da função da fonte e do receptor de energia elétrica inseridos no circuito. Na seqüência, explicou-se como se dava o movimento da “energia elétrica” pelo circuito.

Quarto momento

Entregou-se o segundo CExp, convidando os alunos a manipularem e descreverem os materiais. Ressaltou-se o fato de ser a parte metálica do fio, no caso, as pontas desencapadas, as responsáveis pelo contato elétrico.

Quinto momento

Os alunos foram convidados a se organizarem em duplas. Foi entregue um resistor para cada um e solicitado que descrevessem o que percebiam. Os professores, então, explicaram a utilização do resistor no circuito. Em seguida foi entregue as partes constituintes do tabuleiro, com exceção dos fios, solicitando que descrevessem o que percebiam. Com isto, foi possível verificar a complexidade do equipamento, observando as modificações necessárias.

Sexto momento

Os alunos foram convidados a encaixarem as partes que receberam no tabuleiro, e após a distribuição dos fios com conectores “pino banana”, solicitou-se que os conectassem nos resistores. Desta maneira, foi possível analisar se os alunos tinham noção que a “energia elétrica” devia passar pelo interior do resistor, entendendo-o como parte integrante do circuito.

Após a montagem do circuito, construiu-se oralmente o significado de circuito aberto e fechado, sendo em seguida, solicitado aos alunos que realizassem a abertura e o fechamento, na prática, do mesmo.

Sétimo momento

Após uma recapitulação de tudo o que foi visto durante este encontro, foi solicitado aos alunos que montassem mais uma vez o circuito com um buzzer, uma pilha e um par de fios e explicassem como se dava o movimento da “energia elétrica”. A repetição deste procedimento auxiliou no desenvolvimento da habilidade motora do estudante.

4º Encontro: Corrente Elétrica e Resistência

O encontro foi realizado no dia 09/05/2007, com duração de uma hora. O objetivo deste encontro foi iniciar os estudos referentes a associação em série de resistores, a fim de construir junto aos alunos a relação que a corrente elétrica tem com a resistência. Os materiais utilizados foram fios, com conectores “jacarés” em suas pontas. O tabuleiro mencionado no encontro acima foi novamente utilizado.

Primeiro momento

Foi realizada uma revisão sobre condutores e isolantes, circuito aberto e fechado. Na seqüência, os alunos montaram o circuito no tabuleiro e revisaram o sentido da “energia elétrica” no circuito. Assim foi possível analisar quais as dificuldades ainda existentes neste procedimento.

Segundo momento

Distribuíram-se os fios com conectores “jacarés” e, na medida que os estudantes os manuseavam, explicava-se a funcionalidade destes conectores para o circuito, aproveitando assim, para incorporar mais um elemento ao conhecimento dos alunos e verificar as dificuldades apresentadas no manuseio deste material. Assim sendo, foi possível checar a validade da inserção destes conectores ou a necessidade de alternativas mais simples.

Terceiro momento

O professor explicou aos alunos como percorrer o circuito usando os conectores “jacarés”. Para isto, após demonstrar quais os passos a serem seguidos, convidou os alunos a repetirem o procedimento, relatando se percebiam a variação da intensidade sonora emitida pelo buzzer. Aproveitou-se este momento para construir concretamente a relação do aumento do número de resistores no circuito com o aumento da resistência, o que resultava em uma diminuição na “energia elétrica⁸”, percebida pelos estudantes através da diminuição da intensidade sonora emitida pelo buzzer. Para concluir esta etapa, o professor atribuiu a este circuito a terminologia científica, “circuito série”.

Quarto momento

Foi realizada uma recapitulação dos elementos trabalhados, pedindo para que os alunos descrevessem o sentido que a “energia elétrica” percorria no circuito e definissem quando o circuito era denominado aberto ou fechado.

Solicitou-se aos alunos que falassem qual a relação entre a “energia elétrica” e a resistência, verificando assim, a freqüência com que eles recorriam aos elementos das

⁸ Até este momento ainda não havia sido incorporado o termo científico “corrente elétrica”.

atividades em suas respostas. Assim foi possível perceber o grau de influência que as atividades tiveram na construção dos conceitos.

5º Encontro: Elétrons, Corrente Elétrica e Diferença de Potencial.

Este encontro foi realizado no dia 16/05/2007, com duração de uma hora e trinta minutos. O objetivo deste encontro foi estudar o caminho dos elétrons dentro de um fio condutor e a relação que a diferença de potencial tinha com a corrente elétrica. A partir de então, foi possível trabalhar o conceito físico que define corrente elétrica como o movimento ordenado dos elétrons. O CExp continha um buzzer, uma pilha média de 1,5 volts e um par de fios telefônicos. Trabalhou-se ainda com duas maquetes, a primeira representava a estrutura cristalina de um fio condutor, a segunda maquete⁹ representava um fio condutor aumentado. O tabuleiro dos encontros anteriores também foi utilizado.

Primeiro momento

Os alunos foram organizados em duplas, na seqüência, solicitou-se que montassem o circuito no tabuleiro e relembassem a relação da “energia elétrica” com a resistência.

Segundo momento

Atribui-se nomes científicos aos conceitos trabalhados, substituindo o nome “energia elétrica” pelo nome corrente elétrica e denominando os pólos das pilhas como positivo e negativo. Distribuíram-se os CExp e solicitou-se que os alunos os montassem.

O professor explicou a diferença existente entre corrente elétrica contínua e corrente elétrica alternada, a nível informativo. Assim, foi possível diferenciar as características do fenômeno estudado em sala, das existentes nas redes elétricas residenciais.

Terceiro momento

Este momento foi destinado ao estudo da corrente elétrica a nível atômico. Para isto os átomos foram trabalhados como partículas que constituem o fio. Evidenciou-se o fato de que os átomos não são imóveis, mas sim, possuem um movimento vibratório. Na seqüência, distribuíram-se fios elétricos encapados para os estudantes, juntamente com a primeira maquete. Evidenciou-se que a intenção consistia em realizar uma analogia, onde a maquete representava o fio aumentado, procurando assim, evitar que os alunos confundissem a maquete com o que ela representava. Foi feita a analogia entre a maquete e o fio, explicando que os elétrons livres eram representados pelos materiais que se encontravam no interior da garrafa.

⁹ As maquetes serão detalhadas na seção 3.4.5.

Comentou-se o fato histórico, que trata da diferença existente no sentido da corrente real e corrente convencional, justificando desta forma, o motivo pelo qual existem dois sentidos da corrente elétrica definidos na literatura.

Quarto momento

Este momento destinou-se ao estudo dos movimentos dos elétrons no fio, submetidos a uma diferença de potencial, a nível atômico. Para tanto, distribuíram-se bolinhas de isopor para os alunos, a fim de fazer uma analogia entre a bolinha e o átomo. Atribuíram-se aos dedos dos estudantes a função dos elétrons livres. Distribuiu-se a segunda maquete solicitando aos estudantes que manipulassem e descrevessem o material.

O professor convidou os alunos a percorrerem, com os dedos, o interior da maquete, fazendo a analogia deste procedimento com o movimento ordenado dos elétrons no interior de um fio condutor, submetidos a uma diferença de potencial.

Quinto momento

Construiu-se a relação entre o aumento de pilhas ligadas em série e o aumento da diferença de potencial. Verificou-se que, aumentando a diferença de potencial aplicada ao circuito, aumentava-se o som emitido pelo buzzer, que por sua vez, só aumentaria se houvesse um aumento da corrente elétrica percorrendo seu interior.

Sexto momento

Realizou-se uma revisão sobre os assuntos corrente elétrica contínua, caminho dos elétrons livres, estrutura de um fio e diferença de potencial.

Concluída a apresentação dos materiais e a descrição das atividades que constituíram os cinco encontros, serão apresentados, na seqüência, os critérios utilizados para construir as categorias desenvolvidas para análise.

3.4 – CATEGORIAS DE ANÁLISE

No intuito de verificar se o procedimento metodológico e os materiais utilizados nas atividades aplicadas auxiliaram no processo de ensino e aprendizagem dos alunos, fez-se necessário uma análise a fim de observar se os materiais favoreceram ou não, o manuseio dos equipamentos, assim como também, se auxiliaram os estudantes a interpretar corretamente os fenômenos físicos estudados. Neste contexto, é importante levar em consideração que, para o aluno, sua predisposição a aprender, está relacionada, em parte, com as condições de

observação do referido fenômeno, interferindo até certo ponto na intencionalidade do aluno em aprender.

Como aponta Wheatley (1991): “tudo que uma pessoa faz é formado de intenções, e sendo assim a aprendizagem deve ser compreendida como algo intencional”. De acordo com o mesmo autor (op. cit.) “dar significado para suas experiências é algo intrínseco no mecanismo evolucionário do ser humano. O homem busca a compreensão das coisas para enfrentar problemas e para sobreviver”. Neste contexto, a motivação dos alunos em aprender os conteúdos trabalhados durante a realização de atividades, mantém estreitas relações com a questão da intencionalidade dos discentes em aprender os referidos conteúdos. Em outras palavras, para que um aluno aprenda um determinado conteúdo, ele deve estar motivado para aprender, isto é, ele deve ter a intenção de aprender (CAMARGO, 2005 p. 83).

Esta concepção é corroborada pelas idéias de David Ausubel¹⁰ (1968), ao tratar de seu modelo chamado aprendizagem significativa:

Assim, independentemente de quão potencialmente significativo é o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz é memorizá-lo arbitrariamente e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como a aprendizagem serão mecânicos ou sem significado. Do mesmo modo, independentemente de quão predisposto para aprender estiver o aprendiz, nem o processo nem a aprendizagem serão significativos se o material não for potencialmente significativo para ele (AUSUBEL, 1968 apud PEDUZZI, S.S 1981 p.8-9 grifo nosso).

As adequações realizadas¹¹ na elaboração das atividades foram feitas para propiciar uma maior interação dos estudantes com os materiais desenvolvidos. Procurou-se desta forma, auxiliar o entendimento e compreensão do que foi proposto, deixando o aluno sempre ciente do que estava ocorrendo no ambiente educacional, proporcionando plenas condições ao desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem. A análise da forma como se deu o manuseio dos materiais através do procedimento utilizado na realização das atividades foram avaliados através de duas categorias de análise: Descrição dos Materiais (DM) e Apropriação do Conteúdo (AC).

¹⁰ Este autor não faz parte do referencial teórico desta pesquisa.

¹¹ Seção 2.3.1

- **Descrição dos Materiais (DM)**

O objetivo desta categoria foi o de analisar se os materiais foram facilmente identificados e se ofereceram as condições necessárias para a realização das atividades experimentais da sequência de ensino. Para melhor detalhar esta categoria, sua fundamentação ocorreu por meio de três subcategorias.

- **Elemento DM1:** Operacionalização do material.

A operacionalização dos materiais, responsável pela aquisição dos dados das atividades, encontra-se relacionada a habilidade motora e ao grau de sensibilidade tátil que o aluno detém. Nesta perspectiva, este elemento de descrição pretende analisar até que ponto os materiais influenciaram na aquisição destes dados através da percepção.

A seguir um trecho retirado do segundo encontro¹², onde o aluno mostra ter conhecimento de certos materiais e demonstra conseguir identificar a diferença existente nas pontas do fio.

A1: *Tem mais fio aqui ó! [...] Este aqui já é desencapado ó! (Elemento DM1).*

P1: *Este aí tem a ponta desencapada, então ele é condutor ou não?*

A1: *Daí é né!*

No relato acima, é possível verificar que determinados materiais, após serem manuseados pelo aluno, apresentaram condições a sua identificação.

- **Elemento DM2:** Descrição de eventos.

Refere-se ao manuseio dos materiais e equipamentos, com a intenção de realizar um evento (circuito fechado, circuito aberto). A seguir um trecho que relata a identificação deste elemento de análise:

No segundo encontro, após **P1** solicitar a montagem de um circuito simples, constituído por um uma pilha e um buzzer, **A1**, ao manusear o equipamento, mostrou não ter conhecimento de como montá-lo, achando que bastava conectar apenas um fio do buzzer no pólo da pilha, conforme segue o relato:

A1: *Só que aqui não deu! (Elemento DM2).*

P1: *Não deu porque tem que ligar os dois. (Referindo-se aos dois fios).*

A1: *Ah! Tem que ligar os dois, ah tá! (Elemento DM2).*

P1: *Isso!*

¹²Detalhado na seção 3.5.2

A1: *É assim mesmo?*

P1: *É! Assim mesmo!*

A1: *Tá! [...] Mas não deu som. (Elemento DM2).*

Após o aluno ter seguido os passos para a montagem do circuito, verificou-se que o buzzer não emitia som. O professor então verificou que havia ocorrido um mau contato entre um dos pólos da pilha, auxiliando-o na resolução deste problema, fazendo o buzzer emitir som.

A1: *Ah Bom! Deu! (Elemento DM2).*

P1: *Quer dizer que fechou o circuito né?*

A1: *Fechou! (afirmando).*

Fica evidente no relato acima, que **A1** não sabia como funcionava um circuito elétrico, ficando surpreso em saber que, para o buzzer emitir som, deveria ter as duas pontas dos fios conectadas nos respectivos pólos da pilha.

- **Elemento DM3:** Propostas de atividades.

Este ponto refere-se as propostas de realização ou aperfeiçoamentos de atividades proferidas pelos alunos. A seguir um trecho retirado do primeiro encontro¹³ que relata a presença deste emlemento de análise:

Ao fim do primeiro encontro, os alunos **A1** e **A4** sugeriram atividades a serem feitas.

A1: *Pode ver [...] porque acontece o apagão, acontece isso, acontece aquilo. (Elemento DM3).*

A4: *A partir do momento que as pessoas têm estes contatos, passa mais a se familiarizar... é interessante [...] fazer um passeio.(Elemento DM3).*

A1 mostra interesse em trabalhar com eventos polêmicos vivenciado por ele, como o caso do apagão, acidente ocorrido no final do mês de outubro do ano de 2003, no qual a Ilha de Santa Catarina ficou mais de 50 horas sem energia elétrica devido a uma explosão ocorrida na ponte Colombo Sales. Já **A4**, fala de seu posicionamento frente a forma que o encontro foi elaborado, mostrando-se satisfeito em trabalhar com materiais concretos, sugerindo em seguida uma proposta a ser pensada para os próximos encontros.

¹³Detalhado da seção 3.5.1

- **Aprensão do Conteúdo (AC)**

Esta categoria tem como objetivo, analisar a aprendizagem, observando os procedimentos utilizados nas atividades, e avaliando até que ponto eles auxiliaram os estudantes a expressarem seu poder de análise e interpretação das situações vinculadas ao fenômeno. Para melhor detalhar esta categoria, sua fundamentação ocorreu por meio de quatro subcategorias.

- **Elemento AC1:** Construindo hipóteses.

Destina-se a classificar as hipóteses elaboradas pelos alunos sobre o assunto estudado. A seguir, alguns trechos retirados do primeiro encontro, que mostra a ocorrência deste elemento:

A3: *Eu já fui mexer no computador, pensei que o computador tava dando choque [...] acho que o calor [...] ele tava muito quente...* (**Elemento AC1**)

O aluno tenta explicar o motivo do choque elétrico recorrendo ao termo calor, mostrando que em sua hipótese há uma relação entre estes dois fenômenos. Na seqüência, **P1** a fim de observar quais as concepções dos alunos a respeito de assuntos mais específicos, elabora uma questão direcionada as tomadas existentes na sala.

P1: *Vocês sabem quantos volts tem na nossa tomada aqui?*

A3: *A tá! Tem tomada de 210 e 220.* (**Elemento AC1**).

P2: *110 e 220.*

Percebe-se que **A3** constrói uma hipótese para responder a questão, porém gera um equívoco ao se referir a 210 em vez de 110, sendo imediatamente retificado por **P2**

A seguir, um outro relato, retirado do segundo encontro, onde o aluno expõe sua hipótese sobre a condutividade elétrica de alguns elementos:

A1: *Eu penso que o arame seja condutor de eletricidade!* (**Elemento AC1**).

A1: *Já o fio é né?*(referindo-se ao fio de cobre ser condutor) (**Elemento AC1**).

A1 constrói hipóteses, nas quais cria relações entre o arame e o fio de cobre, deixando evidente que mesmo sendo materiais distintos, possuem semelhanças.

- **Elemento AC2:** Compartilhando conceitos.

Refere-se à forma como o aluno reage frente a uma hipótese ou pergunta, respondendo por meio de uma frase, palavra ou expressão, corroborando com que o professor ou colega expôs.

A seguir, um trecho retirado do primeiro encontro, onde **A3** faz um relato sobre um evento, que motivou **A1** a expor seus conhecimentos sobre o mesmo.

A3: *E [...] a questão de soltar muita pipa perto do poste de luz também faz mal?*

A1: *Para soltar pipa tem que ser em lugar aberto. (Elemento AC2).*

P2: *A eletricidade vem dos postes por dois fios, se você encostar um no outro da [...] um curto-circuito [...] e uma pipa muitas vezes faz isso.*

A1: *Não só pipa né? Como pipa, balão também né? (Elemento AC2).*

Nestes relatos, percebe-se que, após **A3** trazer um evento do seu cotidiano, **A1** expõe sua compreensão do mesmo, compartilhando do conhecimento do colega. Então, **P2** explica qual o perigo de se soltar pipa próximo à fios eletrizados de um poste, sendo apoiado em sua explicação por **A1**, que completa a explicação de **P2** com outros exemplos, compartilhando de suas idéias.

▪ **Elemento AC3:** Questionando conceitos.

Refere-se ao questionamento de um estudante através de hipóteses ou perguntas, a partir de questões realizadas pelo professor ou por relatos dos alunos. A seguir, um trecho retirado do primeiro encontro, onde **A1** fala de um fato vivenciado por ele:

A1: *Nas últimas férias eu tive na casa do meu primo [...] e eu percebo que o chuveiro dele dá aquele choquinho [...] e ele não sente. Por que em uns acontece e em outros não acontece? (Elemento AC3).*

No segundo encontro, ao tratar da condutividade elétrica dos materiais o professor faz menção a condutividade elétrica do alumínio, obtendo como resposta, um questionamento de **A1**.

P1: *[...] o senhor (referindo-se a **A1**) disse que é condutor [...] o papel alumínio.*

A1: *Que na verdade não é né? (Elemento AC3).*

P1: *O alumino é um metal também.*

A1: *Mas não deixa de ser né! (confirmando ser o alumínio um condutor elétrico). (Elemento AC2).*

No trecho acima, percebe-se que após o aluno questionar a condutividade do alumínio, o professor fala que o alumínio é um metal, sendo este fato reinterpretado pelo aluno, que agora passa a compartilhar do pensamento do professor, concordando com ele, surgindo assim, após um elemento **AC3** um elemento **AC2**.

▪ **Elemento AC4:** Relação de conceitos com o cotidiano.

Refere-se a tentativa de levar o estudante a contextualizar ou aplicar o fenômeno estudado para a sua realidade social. A seguir um trecho retirado do primeiro encontro que demonstra este elemento:

Após ouvir várias vezes o termo choque elétrico, **A3** lembrou de um evento vivenciado por ele, direcionando o rumo do encontro a um possível conflito, pondo em cheque a concepção de ser o choque responsável apenas por malefícios.

A3: *No meu tratamento tem esse choquinho. (Elemento AC4).*

P1: *Que tratamento tu faz?*

A3: *Aquele choquinho que faz na coluna. (Elemento AC4).*

P1: *Fisioterapia?*

A3: *Isso!*

P1: *E este choque [...] tu achas que te faz mal ou te faz bem?*

A3: *Depende, se ele botar muito forte eu pulo.*

Percebe-se que a partir de tópicos discutidos em sala, **A3** remete seu pensamento a um evento do seu cotidiano, a fisioterapia, demonstrando ter noção de onde se aplica o fenômeno choque elétrico. Em um outro momento, onde os alunos foram motivados a estabelecerem uma conversa sobre suas dúvidas a respeito de eventos elétricos, ocorreram várias questões que remetem aos seus cotidianos.

A1: *Será que, por exemplo, se tu tiver com o rádio ligado, quando tá dando trovão, tá dando relâmpago, atraio o raio? (Elemento AC4).*

A5: *Por que a energia acaba quando chove? (Elemento AC4).*

A1: *O raio cai após o estouro ou depois do estouro, aquele estrondo que dá? (Elemento AC4).*

A1: *O que causa a trovoada? (Elemento AC4).*

Neste trecho, torna-se nítido a presença de eventos percebidos pelos alunos no seu dia-a-dia, que remetem a teorias vinculadas à eletricidade, evidenciando uma contextualização deste fenômeno.

Desta forma, assume-se que, para o aluno assimilar os conceitos, ele deve elaborar hipóteses, compartilhar e/ou questionar os conceitos trabalhados e contextualizar os fenômenos estudados em sala. Na seqüência, uma tabela que resume a categorização elaborada;

| Categorias de Análise | | Subcategorias |
|-----------------------|--|---|
| DM | Descrição dos Materiais: avalia se a simplicidade dos materiais auxiliou na sua identificação e manuseio. | DM1 - Operacionalização do material. |
| | | DM2 - Descrição de eventos. |
| | | DM3 - Propostas de atividades. |
| AC | Apreensão do Conteúdo: avalia se os procedimentos utilizados auxiliaram os estudantes a expressarem seu poder de análise e interpretação das situações vinculadas aos fenômenos físicos. | AC1 - Construindo hipóteses. |
| | | AC2 - Compartilhando conceitos. |
| | | AC3 - Questionando conceitos. |
| | | AC4 - Relação de conceitos com o cotidiano. |

Tabela 1: Categorias de análise.

A seguir, será descrito com maiores detalhes as atividades experimentais realizadas e os materiais didáticos utilizados.

3.5 – PROCEDIMENTO E MATERIAL UTILIZADO NO ENSAIO PILOTO

Nesta seção será realizada a análise dos encontros e o detalhamento dos materiais, equipamentos e procedimentos metodológicos utilizados, mostrando suas adaptações e reestruturações durante o processo de aplicação.

No intuito de permitir uma melhor compreensão, cada encontro foi descrito separadamente e subdividido em quatro partes, preparação, execução, análise e síntese. A seção destinada a preparação consiste em relatar o que foi planejado e desenvolvido para cada encontro, descrevendo os materiais, os equipamentos elaborados e os procedimentos utilizados, assim como também, quais as categorias de atividades experimentais foram requisitadas: modelizadora, de compartilhamento, crítica ou comprobatória. Já a execução, retrata a intervenção em processo, neste tópico, são identificados os momentos onde se presenciou as características das categorias das atividades experimentais vivenciadas. A terceira parte, análise, avalia os materiais e o procedimento docente. A quarta parte, denominada síntese, tem a finalidade de discutir os limites e possibilidades do encontro, visando à reestruturação ou não do encontro seguinte.

3.5.1 – PRIMEIRO ENCONTRO: PRIMEIRAS CONCEPÇÕES

Os objetivos foram levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do tema eletricidade e observar como manuseavam e reconheciam os materiais, para então, a partir disso, verificar quais características deveriam ser consideradas no procedimento metodológico e na elaboração dos materiais didáticos dos encontros seguintes. O encontro foi ministrado por **P1** e **P2**, que inicialmente, trabalharam questões referentes ao choque elétrico.

Preparação:

O encontro será dividido em duas partes. A primeira, denominada “Atividade 1”, procurará sondar os conceitos, eventos e dúvidas vinculadas ao tema eletricidade. Durante este procedimento, almeja-se ainda, proporcionar um diálogo sobre materiais condutores e isolantes elétricos, induzindo os estudantes a relacionarem corretamente alguns materiais com suas respectivas condutividades. As dúvidas surgidas serão respondidas pelos professores ao fim da atividade. A segunda, “Atividade 2”, utilizara um alto-falante, fios elétricos e pilhas médias de 1,5 volts. A intenção será oportunizar, com o auxílio das pilhas e fios, uma atividade onde os estudantes possam realizar concretamente um curto-circuito, na prerrogativa de que assim, percebam o aquecimento do fio e estabeleça-se uma conversa que os motive a citar exemplos do seu cotidiano envolvendo tal fenômeno. Além disso, será proporcionado um momento em que os alunos serão convidados a conectarem as pilhas ao alto-falante, atritando o conector ao pólo da pilha, para que percebam a vibração ocorrida na membrana do aparelho. Desta forma, pretende-se usar esta ação como suporte para comentar a existência da “energia elétrica” contínua e alternada. Deseja-se ainda, contemplar nesta etapa as dúvidas remanescentes da atividade anterior.

Execução:

Após esclarecimentos referentes à pesquisa, os alunos se apresentaram, informando o grau de deficiência e escolaridade. Assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 6), para então dar início as atividades.

Atividade 1:

(a)_**Sondagem**- Ao realizar a sondagem verificou-se que as concepções apresentadas pelos estudantes, no decorrer do encontro, referiram-se a eventos vinculados a acidentes envolvendo choques elétricos, aparelhos elétricos, eventos domésticos e eventos de ordem natural, como trovões e raios.

A seguir, algumas transcrições que ilustram um destes momentos:

A4: *Por que a energia [...] a luz [...] às vezes, ela acaba por se transformar em fogo? (Elemento AC4).*

A3: *Eu já fui mexer no computador, pensei que o computador tava dando choque [...] acho que o calor (Elemento AC1) [...] ele tava muito quente... A mãe tem uma lavadora lá em casa que [...] ela tava dando choque. (Elemento AC4).*

O aluno **A4** confere o mesmo significado a palavra energia, quando na realidade esta se referindo ao fenômeno, ainda não estudado, corrente elétrica, mostrando saber que há alguma relação entre este e a produção de fogo. Esta questão será contemplada mais adiante, na “Atividade 2”, quando **P2**, com o auxílio dos materiais, explica ao aluno o ocorrido. Na sequência, após descrever o evento choque elétrico, envolvendo um computador, **A3** tenta solucionar sua dúvida construindo hipóteses. Neste caso, o professor perdeu a oportunidade de questionar o aluno sobre qual relação ele fez para chegar a resposta “calor” e “muito quente” como solução do problema “computador [...] dando choque”.

Procurou-se então, direcionar o diálogo a condutores e isolantes elétricos. Para isto, **P1** referiu-se a estes materiais como “material que dá” ou “não dá choque”, deste modo, procurou-se construir uma ponte entre o assunto discutido e que se desejava discutir. A seguir um trecho que ilustra parte deste momento;

P1: *Todo material dá choque? Ou tem material que não dá choque?*

A3: *Ah! Eu já não sei!*

A4: *Acho que o ferro né? (referindo-se ao que dá choque). (Elemento AC4).*

A4: *Pau (madeira) não seco. (referindo-se ao que dá choque). (Elemento AC4).*

[...]

P1: *E tu A6, diz um material que dá choque?*

A6: *Pano molhado. (Elemento AC4).*

[...]

P1: *Agora eu queria um exemplo de um material que não dá choque.*

A4: *Madeira depende, se estiver molhado! (referindo-se a madeira como isolante apenas quando ela não está húmida.) (Elemento AC4).*

Os alunos, com exceção de **A3**, mostraram ter certo conhecimento a respeito de materiais condutores e isolantes. **A6** até então, apresentava pouca participação, sendo então questionado por **P1**. A resposta dada por **A6** fez **A4** levantar uma questão referente a condução ou não do material estar vinculada não apenas a sua composição, mas sim as condições em que ele está inserido. Verifica-se deste modo indícios de que, como Coll *et al.* (1998) e Vigostki (2001) afirmam, as pessoas possuem os conceitos, conhecem os objetos aos quais os conceitos se referem, mas não estão conscientes dos seus próprios atos de pensamento.

Atividade 2:

(a)_Familiarização com os materiais- Para a realização desta atividade entregou-se primeiramente as pilhas, uma para cada aluno. Na medida em que ocorria o manuseio delas, **P1** e **P2** transitavam entre os alunos, auxiliando na identificação de seus pólos, solicitando que os tocassem (**Elemento DM1**) e tentassem identificá-los quanto a sua polaridade. Verificou-se que eles não tinham este conhecimento, os professores então, denominaram os respectivos pólos como positivo e negativo.

Entregaram-se então os fios, pedindo para que cada aluno conectasse as pontas nos pólos da pilha. Observando que os alunos encontraram dificuldades em realizar esta tarefa, **P2** e **P1** os auxiliavam a realizá-la, conectando uma das pontas do fio e convidando o estudante a conectar a outra. Esta atividade permitiu que os alunos percebessem o aquecimento ocorrido no fio. A seguir, um trecho que relata esta etapa do processo:

P2: *Se vocês pegarem uma ponta deste fio e encostarem [...] num dos lados da pilha [...] e pegarem a outra ponta e ligarem do outro lado, isto produz um curto-circuito.*

Ao ouvirem isto, muitos alunos se assustaram, livrando-se do material que tinham em mãos. **P2** logo os acalmou:

P2: *Calma! Vocês não vão tomar choque!*

Percebendo que os alunos sentiam o calor transmitido pelo fio, aproveitou-se para responder a dúvida do aluno **A4** relatada no início da atividade anterior, a respeito de o porquê da eletricidade levar ao fogo. Ao mesmo tempo em que **P2** explicava o motivo do aquecimento, os alunos manuseavam os materiais, percebendo, na prática, a relação com a teoria. (**Elemento DM2**). A seguir um trecho que mostra esta situação;

P2: *Se vocês encostarem as pontas dos fios, nestas duas pontas das pilhas, os elétrons vão sair do lado que tem o burquinho e entrar no outro lado [...] Como*

só tem um fio entre eles [...] não vai acontecer nada [...] além de esquentar o fio [...] Viu A4?

A4: Aham! (Elemento AC2).

P2: *O incêndio acontece por causa disso [...] você tem uma fonte de energia muito intensa e você provoca um curto-circuito e o fio esquenta, ele esquenta demais [...] os fios pegam fogo.*

Os outros alunos acompanhavam a explicação, percebendo em suas mãos o aquecimento do fio (**Elemento DM2**). Na medida em que iam comprovando que o relato era verdadeiro, começaram a relacionar o fenômeno a eventos do seu cotidiano.

A5: *É assim que é no chuveiro? (Elemento AC4).*

A3: *Queria saber [...] como o chuveiro esquenta? (Elemento AC4).*

A3: *Como é que ele queima? [...] Dentro da resistência. (Elemento AC4).*

P2: *O fio quebra! [...] Aí não tem caminho pros elétrons.*

Na resposta de **P2**, é possível perceber que as pilhas e os fios, auxiliaram na relação da teoria com a prática, servindo ainda como subsídios ao professor, que fazia menção ao material quando necessário em suas explicações. No caso acima, **P2** refere-se ao fio que **A3** tem em mãos, para responder sua pergunta sobre como o chuveiro queima.

A partir deste momento, outras relações foram construídas, por meio de outros materiais e eventos, não presentes no ambiente, como segue o relato:

P2: *O lado da pilha que tem o buraquinho é o que a gente chama de negativo e o lado que tem [...] aquela pontinha, a gente chama de positivo [...] os elétrons saem do negativo e vão pro positivo [...] Eu posso pegar estes fios e cortar no meio e ligar uma lâmpada, um ferro elétrico, ligar um motor elétrico.*

P2: *Se eu colocar um pedaço de madeira [...] entre a pilha e o fio [...] vou cortar o caminho que os elétrons estavam fazendo [...] é o que a gente chama de isolante [...] vocês já ouviram falar de um isolante?*

A3: *Fita isolante. (Elemento AC4).*

Percebe-se que, **P2** inicia seu discurso a partir dos materiais que os alunos têm em mãos e vai em direção aos materiais presentes no cotidiano deles, aproveitando para revisar o que foi discutido na Atividade 1 sobre condutores e isolantes elétricos. Ao mesmo tempo, contempla em sua explicação alguns termos científicos, como elétrons, pólos positivos, negativos e o termo isolante. Constata-se ainda que, a fim de verificar a assimilação dos alunos na primeira atividade, **P2** realizou uma pergunta, a qual foi prontamente respondida por **A3**, que citou um exemplo não comentado até então.

Ao tratar do assunto “energia elétrica” alternada e contínua, aproveitou-se o momento em que **A3** comentou acerca de um fenômeno por ele percebido, que se referia ao chiado provocado por um rádio na ocorrência de trovoadas e raios, e que, este chiado ocorre antes de se ouvir o trovão.

A3: *Sabe como eu sei que vem o relâmpago? É quando começa a dá contato no rádio. Chiiii!(o aluno emitiu um som, um chiado) (Elemento AC4) [...] até falaram que escutar o rádio com trovoadas, o rádio estraga (Elemento AC1).*

Este comentário levou **P2** a inserir no ambiente o alto-falante, transitando com o mesmo entre os alunos, juntamente com uma pilha. **P2** conectou uma das pontas do fio num dos pólos da pilha e solicitou que os estudantes pegassem a outra e atritassem contra o outro pólo (**Elemento DM2**). Esta ação foi realizada com todos os estudantes para que pudessem perceber que, ao conectar o fio ligado ao alto-falante na pilha, nenhum som era emitido, porém, ao atritar o fio contra um dos pólos da pilha, o equipamento emitia um chiado. A seguir um trecho que relata esta ação:

P2: *Escutaram o barulho?*

A1: *Sim! É o contato elétrico. (Elemento AC2).*

A3: *É esse barulho que o rádio faz quando tem trovoadas. (Elemento AC4).*

[...]

A4: *Mas eu posso encostar nos fios?*

P2: *Se você deixar o fio paradinho ele não faz barulho, se você mexer o fio, ele faz barulho.*

A3: *Já falhou! (referindo-se ao som falhado que o alto-falante emitia ao atritar o fio na pilha). (Elemento AC2).*

A1: *Já dá outro contato! [...] O famoso contato! (Elemento AC2).*

Percebe-se que **A1**, **A3** e **A4** acompanham atentamente toda a explicação. **A3** relaciona o som percebido com o evento do “rádio fazendo chiado” relatado no trecho anterior. **A1** relaciona a ocorrência do som com a forma que o contato ocorre. **A4** ainda demonstra receio em interagir com o material, porém a explicação de **P2** o encoraja. **A3** e **A1** mostram-se motivados, e participam espontaneamente da conversa.

Ao fim do encontro, os alunos **A1** e **A4** sugeriram atividades a serem feitas.

A1: *Pode ver [...] porque acontece o apagão, acontece isso, acontece aquilo. (Elemento DM3).*

A4: *A partir do momento que as pessoas têm estes contatos, passa mais a se familiarizar... é interessante [...] fazer um passeio.(Elemento DM3).*

A1 mostra interesse em trabalhar com eventos polêmicos vivenciado por ele, como o caso do apagão, acidente ocorrido no final do mês de outubro do ano de 2003, no qual a Ilha de Santa Catarina ficou mais de 50 horas sem energia elétrica devido a uma explosão ocorrida na ponte Colombo Sales. Já **A4**, fala de seu posicionamento frente a forma que o encontro foi elaborado, mostrando-se satisfeito com a utilização de materiais concretos, sugerindo em seguida uma proposta a ser pensada para os próximos encontros.

A seguir, uma breve análise sobre as subcategorias observadas durante o encontro.

Análise:

A análise a seguir foi fundamental para direcionar os tópicos a serem abordados no encontro seguinte. Na primeira atividade foram enumerados dois elementos **AC1** (construindo hipóteses), seis elementos **AC2** (compartilhando conceitos), três elementos **AC3** (questionando conceitos) e dezesseis elementos **AC4** (relação de conceitos com o cotidiano). Na segunda atividade foram enumerados quatro elementos **AC2**, um elemento **AC3** e oito elementos **AC4**.

| Apreensão do Conteúdo (AC) | Atividade 1 | Atividade 2 |
|---|--------------------|--------------------|
| Construindo hipóteses - AC1 | 2 | 0 |
| Compartilhando conceitos - AC2 | 6 | 4 |
| Questionando conceitos - AC3 | 3 | 1 |
| Relação de conceitos com o cotidiano - AC4 | 16 | 8 |

Tabela 2: Subcategorias referentes à Apreensão do Conteúdo (AC)

Constatou-se que após a apresentação dos materiais, houve uma redução numérica em todas as subcategorias. Este fato pode-se ser explicado, ao atentar que a primeira atividade focou-se apenas nas fala dos alunos, motivando-os a expressarem suas idéias através de perguntas e debates de eventos por eles vivenciados. Já a segunda atividade, direcionou maior atenção ao uso do sentido tátil, permitindo que os alunos se expressassem espontaneamente.

Apesar disso, ao comparar cada caso separadamente, dividindo o valor numérico de **AC4** por **AC3**, percebe-se que na “Atividade 2”, os alunos referiram-se mais a elementos do seu cotidiano (**AC4**) do que questionaram as explicações realizadas pelos professores ou colegas (**AC3**), observando a proporção de oito **AC4** para cada **AC3**, em contraponto a cinco **AC4** para cada **AC3** na primeira atividade. Observou-se também, que dividindo do valor

numérico de **AC2** por **AC3**, houve um aumento no compartilhamento de concepções (**AC2**) em relação aos questionamentos (**AC3**), na proporção de quatro **AC2** para cada **AC3**, em contraponto a dois **AC2** para cada **AC3** na primeira atividade.

| Atividade 1 | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 16,0 AC4 / 3,0 AC3 | 5,0 AC4 para cada AC3 |
| 6,0 AC2 / 3,0 AC3 | 2,0 AC2 para cada AC3 |
| Atividade 2 | |
| 8,0 AC4 / 1,0 AC3 | 8,0 AC4 para cada AC3 |
| 4,0 AC2 / 1,0 AC3 | 4,0 AC2 para cada AC3 |

Tabela 3: Proporção existente entre as subcategorias AC.

Este resultado indicou que a presença do material nas atividades motivou a exposição das concepções discentes e a redução de interpretações ambíguas. Cabe ressaltar que, a redução dos questionamentos se deve, em parte, a opção metodológica adotada, pois, ao implementar os materiais, visou-se responder os questionamentos iniciais propostos pelos alunos e não promover situações que fomentassem novos questionamentos ou hipóteses. Pelo mesmo motivo, o elemento **AC1** não foi observado após a apresentação dos materiais.

Quanto às subcategorias destinadas a descrição dos materiais, na segunda atividade foram identificados todos os três elementos. Tal constatação, indica que houve boa aceitação dos materiais por parte do alunos, que descreveram, realizaram e sugeriram atividades com o material.

Síntese:

A escolha do tema Eletricidade, apresentou boa aceitação pelos estudantes, mostrando a viabilidade de trabalhar o assunto corrente elétrica, visto que, mesmo não estando presente este termo científico no discurso discente, constatou-se uma número significativo de concepções vinculadas a ele.

Quanto ao manuseio dos materiais pelos alunos, verificou-se que em todos so casos eles necessitaram da intervenção docente para conseguir realizar a ação, indicando duas possibilidades como possíveis soluções. A primeira seria a presença constante do professor

junto ao aluno para auxiliá-lo a realizar as atividades e a segunda, seria a reestruturação do material didático, tornando viável a sua utilização. Optou-se pela segunda possibilidade.

No que diz respeito a maneira como foi realizada a inserção do material, de forma gradual, apresentou-se adequada, pois, assim, permitiu-se que após a descrição e detalhamento do primeiro, pilha, fosse possível a inserção do segundo, fios, explorando seu detalhamento, descrição e sua relação com o primeiro. A interação com o terceiro, alto-falante, exigiu o conhecimento dos dois primeiros, que por sua vez, já eram de conhecimento dos estudantes.

Ademais, cabe ressaltar um fato importante, não houve uma preocupação inicial quanto a organização espacial dos alunos em sala, sendo estes, dispostos na forma tradicional, ou seja, em fileiras paralelas, que partiam da frente da sala em direção ao fundo. Isto porque, acreditava-se que tal organização não influenciaria na dinâmica entre os alunos e os professores, porém, esta mostrou-se insatisfatória. Os estudantes mais distantes do professor, apresentavam-se mais dispersos com relação as explicações realizadas pelo mesmo. Para o encontro seguinte, decidiu-se organizar os alunos em duplas, espalhadas pela sala. Outra decisão foi utilizar atividades no decorrer de todo o encontro, visto que, além de facilitar a indução dos conceitos, torna o ambiente mais descontraído, proporcionando aos estudantes, uma maior liberdade quanto a exposição de suas concepções, sem receio de julgamento ou avaliação (Pinho Alves 2000).

3.5.2 – SEGUNDO ENCONTRO: CONDUTORES OU ISOLANTES?

A partir das análises feitas no primeiro encontro, foi possível observar que haviam algumas concepções vinculadas a materiais condutores e isolantes elétricos. Sendo assim, optou-se por direcionar os estudos no sentido de avaliar as dificuldades apresentadas pelos alunos na identificação tátil e classificação conceitual referente a condutividade dos objetos. Procurou-se ainda, realizar ações que requisitavam a motricidade fina dos estudantes, a fim de avaliar os limites oferecidos pelos equipamentos.

É importante salientar ainda que, ao referir-se aos sujeitos da pesquisa, foi decidido separar os estudantes com deficiência visual congênita dos demais alunos, partindo do princípio que nos primeiros, não haveria risco de se encontrar resquícios de informações provindas da memória visual, sendo possível avaliar a influência da memória tátil-auditiva (HALL, 1981 apud MASINI, 1994) no processo de identificação e classificação dos

materiais. Sendo assim, os alunos deveriam ser organizados em duplas e aqueles com deficiência congênita serem acompanhados por **P1** e os demais por **P2**.

Preparação:

O encontro será dividido em três partes. A primeira, “Atividade 1”, procurará motivar os alunos a identificarem tatilmente os materiais propostos e a exporem suas hipóteses quanto a condutividade de cada um. Os materiais utilizados estão organizados na tabela a seguir:

| Equipamentos | Materiais Condutores | Materiais Isolantes |
|--|---|---|
| 1- Buzzer; 2- Pilhas médias de 1,5 volts; | 1- Fio elétrico fino com as pontas desencapadas; 2- Fio de cobre, bitola 2,5, com as pontas desencapadas; 3- Papel alumínio; 4- Água com sal; 5- Arame de aço; 6- Clipe de metal; 7- Parafuso de aço. | 1- Fio de cobre, bitola 2,5, encapado; 2- Fio elétrico fino encapado; 3- Palito de madeira; 4- Pequenos blocos de Madeira; 5- Lápis de madeira. 6- Rolha de cortiça; 7- Água; 8- Isopor; 9- Imãs; 10- Pedacos de plástico; 11- Vela; 12- Atilho de borracha; 13- Papelão. |

Tabela 4: Materiais Didáticos

Dentre os equipamentos, optou-se pela utilização de um componente eletrônico chamado buzzer, o qual se comporta de maneira similar a um diodo, permitindo a passagem de corrente elétrica num sentido e no outro não. Quando a passagem da corrente se dá no sentido correto, ele emite um som semelhante a uma sirene. Pelo fato de ter uma polaridade definida, colocou-se um nó em uma das pontas do fio, a fim de identificar o lado positivo.



Figura 5 - Buzzer

A escolha deste equipamento deve-se basicamente a dois motivos. O primeiro, por não fazer sentido utilizar lâmpadas nos circuitos trabalhados com estes estudantes. O segundo, refere-se ao fato de que, utilizar alto-falantes em circuitos com corrente contínua não tem significado, pois o som, neste tipo de equipamento, só é emitido quando ele está submetido a uma corrente alternada. Sendo assim, o buzzer surgiu como uma alternativa, pois, além de emitir som ao ser submetido a uma corrente contínua, sua intensidade sonora é diretamente proporcional à intensidade da corrente elétrica que o percorre.

Na escolha dos materiais, procurou-se selecionar aqueles mais usuais, com exceção da rolha e do imã. A opção por estes últimos, pretende, além de observar a reação dos alunos frente a um possível elemento desconhecido, verificar até que ponto a sensibilidade tátil pode ser exigida nas atividades.

A segunda atividade, denominada “Atividade 2”, será destinada a explicar o procedimento necessário ao funcionamento do buzzer. Pretende-se com isso, observar como os estudantes manipulam o aparelho e quais as dificuldades encontradas neste processo.

A “Atividade 3”, utilizará os materiais das atividades anteriores para oportunizar aos alunos a montagem de um circuito com esses elementos, a fim de que com isso, consigam classificá-los corretamente quanto a sua condutividade elétrica. A partir destes dados, pretende-se determinar com maior segurança quais as características que devem ser alteradas nos equipamentos e na prática docente dos próximos encontros.

Execução:

Após uma breve revisão sobre o encontro passado, os alunos foram convidados a formarem duplas. Neste dia estavam presentes três alunos, **A1**, **A5** e **A6**. Como apenas o primeiro apresentava deficiência congênita, este formou uma dupla com **P1**. Devido haver apenas um gravador de áudio, os dados recolhidos e por isso, as anotações e análises feitas, referem-se apenas a **A1**.

Atividade 1:

(a) **Atividade experimental de compartilhamento**¹⁴- São distribuídos todos materiais condutores e isolantes, que estão em um invólucro plástico. É explicado ao aluno que ele deve retirar os materiais um de cada vez, para após o reconhecimento tátil, expor sua hipótese referente a condutividade de cada um. Em seguida, para definir o local na mesa destinado aos condutores e isolantes, **P1** bate com os dedos no lado esquerdo da mesa, requerendo a audição do aluno para situar o lugar dos materiais condutores. Em seguida, repete o ato, porém, agora para o lado direito da mesa, destinando-o aos materiais isolantes. Em seguida pede ao aluno que inicie a atividade, como segue o relato:

P1: *O senhor sabe o que é isto?* (referindo-se a cortiça).

O objeto é demoradamente manuseado por **A1**.

A1: *Não! Não tô me lembrando.*

P1: *É uma rolha.*

Percebe-se que **A1** não consegue identificar o material. O mesmo ocorre ao tatear todos os demais materiais, com exceção dos fios. Percebendo a dificuldade apresentada pelo estudante, **P1** segue a atividade auxiliando, sempre que necessário, o aluno nesta questão.

Ao ser convidado a classificar os objetos como condutores e isolante, o aluno responde equivocadamente no caso do papelão e do imã e da rolha, classificando-os como condutores. Os demais materiais foram corretamente classificados. A seguir, um trecho que relata parte deste fato:

P1: *A rolha, para o senhor, é condutor ou não de eletricidade?*

A1: *Se a rolha é um condutor? [...] Eu penso que sim.* **(Elemento AC1)**.

P1: *Então o senhor bota do lado esquerdo.*

O aluno retira do invólucro o papelão. **P1** então pergunta:

P1: *E o papelão [...] é condutor ou não?*

A1: *Se é condutor? [...] eu acho que sim!* **(Elemento AC1)**.

P1: *Então bota do mesmo lado da rolha.*

Percebe-se que ao dar início a atividade, **P1** questiona o aluno sobre a condutividade da rolha. Este, por sua vez, classifica equivocadamente o objeto como condutor. Na seqüência, **P1** pede ao aluno que o coloque no local destinado aos condutores elétricos, no caso a parte esquerda da mesa, a fim de observar como ele procederia. O estudante demonstra estar ciente que deve colocar o material no lado esquerdo, pois ao realizar este ato,

¹⁴ O motivo que levou a categorizar esta atividade como compartilhamento é discutido mais à frente, na parte destinada a análise desta seção.

primeiramente procura o canto da mesa, tateando progressivamente o lado superior esquerdo, parecendo verificar se não havia objetos neste local, para então, finalmente colocar a rolha no devido lugar.

No decorrer da atividade, há um momento em que o estudante está com um material em cada mão, tentando descrever os dois simultaneamente. Ao observar que o aluno não consegue identificar os materiais, **P1** descreve para o ele do que se trata cada um. A atenção despendida por **P1** neste caso, mostra-se importante à condução da atividade. O professor poderia solicitar ao aluno que soltasse os dois materiais e pegasse apenas um, porém, ao observar que o aluno apresentava-se motivado e participativo, decidiu não repreendê-lo, auxiliando-o na identificação dos objetos, dando prosseguimento a atividade.

(b)_Atividade experimental comprobatória¹⁵- Ao final da atividade, no intuito de verificar se houve a memorização da identificação dos materiais pelo aluno, o professor faz uma revisão somente sobre eles, solicitando que o estudante os manipule tatilmente, descrevendo-os. Observa-se que o aluno identifica todos corretamente.

Após ter levantado as concepções do aluno quanto a condutividade dos materiais, o professor explica o funcionamento do equipamento utilizado na próxima atividade, destinada a analisar a condutividade.

Atividade 2:

(a)_Atividade experimental de compartilhamento¹⁶- No intuito de iniciar o detalhamento do buzzer com o aluno, o professor entrega o aparelho a ele e explica o motivo do seu uso e o seu funcionamento (**Elemento DM1**).

P1: *Como a gente não pode usar lâmpada, não faz sentido né?*

A1: *Sim!*

P1: *A gente vai usar uma caixinha, é como uma caixinha de som.*

A1: *Ah sim! Sim!*

O professor coloca o buzzer nas mãos do aluno para que ele possa acompanhar sua explicação. É chamada a atenção para as pontas desencapadas, a fim de verificar se há a necessidade de retirar um pouco mais de capa plástica para a percepção tátil do aluno, que ao analisar o equipamento não consegue perceber-las. Em virtude disto, o professor procura dar mais ênfase a este detalhe, desencapando um pouco mais as pontas, permitindo sua

¹⁵ O motivo que levou a categorizar esta atividade como comprobatória é discutido mais a frente, na parte destinada a análise desta seção.

¹⁶ A categorização desta atividade como compartilhamento é discutida na parte destinada a análise desta seção.

identificação. Em seguida, **P1** juntamente com **A1**, monta um circuito elétrico simples com uma pilha e um buzzer. Assim, é possível avaliar a motricidade do estudante e seu conhecimento referente ao funcionamento de um circuito elétrico. Após a explicação docente, **A1**, ao manusear o equipamento, mostra não ter conhecimento de como montar o circuito, achando que bastava conectar apenas um fio do buzzer no pólo da pilha, conforme segue o relato:

A1: *Só que aqui não deu! (Elemento DM2).*

P1: *Não deu porque tem que ligar os dois. (Referindo-se aos dois fios).*

A1: *Ah! Tem que ligar os dois, ah tá! (Elemento DM2).*

Fica evidente no trecho acima, que **A1** não sabe como funcionava um circuito elétrico, ficando surpreso em saber que, para o buzzer emitir som, deve ter as duas pontas dos fios conectadas nos respectivos pólos da pilha. Porém, ao final do relato demonstra ter entendido o procedimento.

O intuito da próxima etapa consiste em analisar, na prática, a condutividade dos materiais analisados pelo aluno.

Atividade 3:

(a)_Atividade experimental de compartilhamento- A atividade propõe montar um circuito e colocar os objetos, um de cada vez, entre os um dos pólos da pilha e a ponta de um dos fios do buzzer. Se houver emissão de som, significa que o material é condutor, caso contrário não. A seguir, alguns trechos que relatam a interação do aluno com equipamento, sendo necessária a ajuda do professor para que fosse possível dar andamento ao processo.

P1: *Então vamos pegar esta ponta aqui e colocar no papelão e essa outra ponta aqui encostar aqui do outro lado. Se quiser eu posso encostar aqui pro Senhor.*

A1: *Então vai lá!*

P1: *Encostei, fez barulho?*

A1: *Não.*

P1: *Isso quer dizer que o papelão conduz ou não conduz?*

A1: *Não, não conduz [...] então não é condutor. (Elemento AC2).*

[...]

P1: *Essa que o senhor pegou agora é a rolha [...] fez barulho?*

A1: *Não.*

P1: *Então a rolha conduz ou não conduz?*

A1: *Não conduz também. (Elemento AC2).*

[...]

A1: [...] *eu acho que o imã conduz. Agora tem que ver né!*

P1: (Depois de ter realizado a atividade) *Ok! Fez barulho?*

A1: *Não! Não fez!*

P1: *Então o imã conduz ou não?*

A1: *Aí não!*

Percebe-se que o aluno demonstra ter entendido o objetivo da atividade, relacionando a emissão do som com a condutividade do material. Esta ação foi realizada com todos os materiais, porém o transcrito acima mostra apenas o momento em que se verifica a condutividade dos materiais equivocadamente classificados como condutores pelo aluno. É importante perceber que o resultado da atividade provoca uma reformulação das hipóteses do estudante, que a partir de então, passa a atribuir a classificação de isolantes aos três materiais citados.

Durante a verificação dos materiais, o aluno expôs o motivo no qual se baseou para classificar o arame como condutor: “*o arame eu sabia que conduz, por causa da história da cerca elétrica [...] é arame também né?*” (**Elemento AC4**). Com isto, percebe-se que a atividade motiva uma contextualização espontânea do evento trabalhado em sala.

(b)_Atividade experimental comprobatória- Na seqüência, repete-se a atividade experimental, com a intenção de evidenciar ao aluno o seu aprendizado. A seguir um trecho que relata parte da ação:

P1: *A rolha conduz ou não conduz?*

A1: *A rolha, eu penso que não. (Elemento AC2).*

P1: *Vamos ver o imã de novo? [...] Conduz ou não conduz?*

A1: *Não! Nem a rolha nem o imã. (Elemento AC2).*

P1: *Vamos ver o papelão então? [...] Conduziu?*

A1: *O papelão [...] não conduz. (Elemento AC2).*

O aluno, percebendo que acertou as perguntas, expressa sua satisfação com os resultados:

A1: *Tá vendo! Não tava errado, só aqueles outros ali que eu achei que conduzia e não condizia.*

Verifica-se que, mesmo havendo inicialmente certo desânimo no aluno, devido seus equívocos, após o transcorrer da atividade e conseqüente reelaboração de suas hipóteses, demonstra-se mais motivado e animado com a confirmação dos seus saberes.

Durante a intervenção com as atividades, o aluno evidencia algumas dificuldades em interagir com o equipamento.

A1: *Meio difícil mesmo né!*

A1: *É complicadinho fazer ele aqui [...] eu não peguei o jeito.*

Pode-se perceber com esses dois relatos transcritos, que mesmo com o auxílio do professor, algumas vezes torna-se complicado realizar os passos da atividade, implicando, com isso, a necessidade de sua reestruturação.

(c)_Atividade experimental de compartilhamento- A seguir, o professor reinicia as atividades sobre elementos condutores e não condutores, porém agora, utilizando-se da água sem sal e da água com sal. Durante a atividade o professor pergunta ao aluno sobre a condutividade destes elementos, que responde que a água sem sal não conduz “energia elétrica” e que a água com sal conduz.

Após este fato, o professor coloca sal num recipiente e convida o estudante a, com os dedos, verificar se o sal realmente está no recipiente (**Elemento DM1**).

(d)_Atividade experimental comprobatória- Em seguida, ao ser questionado sobre a condutividade da água com sal, o estudante demonstra estar seguro da sua resposta, afirmando ser condutora.

P1: *E água com sal?* (perguntando sobre sua condutividade).

A1: *Eu penso que sim!* (**Elemento AC1**).

A fim de verificar a apreensão do conteúdo pelo aluno, o professor faz uma revisão oral, sem a presença dos materiais, sobre a condutividade do papelão, da rolha e do ímã, onde se observa que o aluno faz menção as atividades em suas respostas, mostrando ter confiança no resultado apresentado por elas.

Análise:

O trabalho de Pinho Alves (2000), pensado para os videntes, ao servir de alicerce para esta nova realidade, encontra outras variáveis que merecem destaque. Os alunos aqui trabalhados reconhecem os materiais de forma progressiva, diferentemente dos videntes, que tem como característica definir a imagem rapidamente, tanto na sua composição quanto na configuração dos seus contornos. A imagem que se forma para o sujeito com deficiência visual se faz passo a passo, através de um diálogo interno do sujeito com o percebido tatilmente, necessitando assim de um período maior para a aquisição dos dados, além de certa proximidade com o objeto considerado.

Sendo assim, não basta analisar e avaliar somente o desenvolvimento dos conceitos discentes, mas de igual forma, a aquisição tátil dos dados que leva a este desenvolvimento. Portanto, para os estudantes com deficiência visual, as categorias de Pinho Alves (2000) devem ser entendidas de forma diferente, senão, adaptadas para este novo estudante. As categorias propostas servem de balizamento, inspiração, necessitando, porém, de uma adequação na seqüência didática proposta. Deste modo, ao se referir ao manuseio dos materiais, este foi categorizado como atividade de compartilhamento e comprobatória.

O compartilhamento vem ao encontro das muitas dificuldades originadas das diferentes interpretações que os estudantes elaboram sobre o que manuseiam. A prática docente tem mostrado que os estudantes relutam em perguntar os significados dos materiais desconhecidos. Alia-se a isto a limitação atribuída ao sentido tátil, originando interpretações na maioria das vezes totalmente distintas. Por vezes, o discurso docente ainda leva o estudante a imaginar coisas desvinculadas do objeto focado. O compartilhamento traz a necessidade de se oferecer condições para que os estudantes consigam perceber um dado elemento da mesma maneira. Para isto, o professor deve induzir o perceber tátil dos estudantes, levando-os às relações táteis de interesse. Através da respectiva indução didática, direcionam-se as proposições livres dos alunos, no sentido das proposições de aceitação coletiva. Cabe salientar que é através desta atividade ainda, que se torna possível a execução das demais, atribuindo-a a importância de precursora da atividade modelizadora, crítica e comprobatória, pois é evidente que sem a assimilação tátil do concreto, dificulta-se, senão, inviabiliza-se a assimilação conceitual proveniente da relação mediadora entre as demais atividades e os conceitos científicos.

No tocante a comprobatória, esta atividade assemelha-se a um exercício tradicional de repetição, só que mais rico, pois adiciona à manipulação a memorização dos equipamentos, assegurando a construção de um modelo mental do percebido. O objeto desta atividade, não deve ser novidade ao estudante, atuando assim, como um reforço, uma revisão tátil para dar condições de sua utilização em situações novas. Como as relações táteis com o material já estão aprendidas, nada impede de enfatizar a aquisição das habilidades motoras e técnicas, incentivando o desafio de solucionar problemas mais abertos, que necessitam de novas interpretações táteis ligadas aos procedimentos experimentais a serem resolvidos. Entretanto, é importante ressaltar, que estas duas atividades táteis, de compartilhamento e comprobatória, servem de base para se alcançar às categorias de Pinho Alves (2000), funcionando como um trampolim, assegurando o acesso aos dados do equipamento e a construção dos saberes.

Deste modo, durante a primeira atividade, evidenciou-se que as dificuldades nas percepções táteis do estudante ocorreram com todos os materiais, com a exceção apenas dos fios elétricos. O compartilhamento dos dados táteis ocorreu na medida em que o professor informava ao aluno do que se tratava ou, no caso dos fios, o próprio estudante compartilhava com os dados táteis adquiridos do material. A atividade comprobatória surgiu no momento em que foi feita uma revisão tátil de cada objeto com o estudante.

De igual forma, na “Atividade 2”, ao manusear a pilha e o buzzer, o aluno foi submetido a situações que requereram o sentido tátil, que por sua vez, provocou dúvidas com os dados percebidos, suscitando o auxílio docente. Sendo assim, o diálogo interno do sujeito com o percebido tatilmente e os seus conceitos provenientes de sua memória tátil-auditiva, juntamente com a intervenção do professor, evidenciaram-se como decisivos no detalhamento e entendimento da atividade.

Constatou-se ainda que, das vinte hipóteses (**Elemento AC1**) formuladas pelo estudante **A1** a respeito da condutividade dos vinte materiais, houve equívocos em apenas três, o papelão, o ímã e a rolha. Estes dois últimos já previstos na elaboração das atividades, porém o primeiro foi de encontro a expectativa do pesquisador.

Durante a aplicação da “atividade 3”, pôde-se verificar um maior compartilhamento dos conceitos (**Elemento AC2**) juntamente com uma maior contextualização dos eventos trabalhados (**Elemento AC4**). Foram observados também apenas três questionamentos feitos pelo estudante referentes ao que foi trabalhado (**Elemento AC3**). Isto se deve, em parte, ao direcionamento que foi dado ao encontro, no qual a intenção maior consistia em levantar as hipóteses do estudante e colocá-las em conflito através da atividade experimental, que ofereceu também condições para reformulação dos conceitos.

Quanto às subcategorias destinadas a descrição dos materiais, foram identificados os elementos **DM1** (Operacionalização do material) e **DM2** (Descrição de eventos). Apesar das atividades apresentarem algumas dificuldades, observadas na montagem do circuito com a pilha e o buzzer, estas categorias mostraram que a atividade foi capaz de motivar o aluno a manipular os materiais, descrevendo-os e realizando os procedimentos.

Constatou-se que ao fim da “Atividade 3”, o estudante não se referia mais aos três elementos, papelão, ímã e rolha como condutores elétricos e sim como isolantes. Desta forma verificou-se que o encontro obteve êxito neste sentido, pois, ao final, foram relacionados corretamente todos os materiais com as suas respectivas condutividades.

Síntese:

A influência da memória tátil-auditiva não foi analisada a contento, visto que os dados proveram apenas de uma única pessoa. No entanto, a dificuldade na identificação tátil dos materiais por **A1**, sugere um indício de que ao interagir tatilmente com determinado material, as relações que o sujeito faz com aqueles já existentes em sua memória, no caso a memória de reconhecimento tátil auditiva, são feitas a partir de apenas uma fonte de dados, o tato. Este sentido, por sua vez, torna-se limitado em virtude da infinidade de texturas e formas presentes nos mais variados tipos de materiais, o que acaba, em algumas vezes, por dificultar a identificação precisa do que se trata. Frente a isso, a solução encontrada a auxiliar no reconhecimento tátil foi, após a entrega e o manuseio do material, sempre que necessário falar do que se tratava.

O modo como os materiais foram apresentados ao estudante, solicitando a retirada dos objetos do invólucro, apresentou-se de forma satisfatória, porém com algumas falhas, visto que em alguns casos o estudante aventurava-se a identificar mais de um elemento de cada vez. Quanto a escolha dos materiais, acredita-se que foi bem sucedida, pois os mesmos, em sua maioria, foram corretamente relacionados com a sua condutividade.

Quanto a motricidade do aluno, o modo como ele se apropriou dos materiais, segurando-os de forma firme e forte indica a necessidade de equipamentos mais resistentes. A sua dificuldade revelada em manusear o buzzer implica na necessidade de equipamentos que favorecem o manuseio.

Ademais, quanto à opção por separar os estudantes com deficiência congênita dos demais colegas, demonstrou que, o estudante acompanhado por **P1** apresentou maiores dificuldades tanto na identificação dos objetos quanto na montagem do circuito. Por este motivo, decidiu-se, a partir do terceiro encontro, trabalhar apenas com os alunos com esta característica. Como os encontros eram marcados semanalmente, os demais alunos não tinham o compromisso de estarem presentes, fato este que evitou frustrações com a decisão tomada.

Para o encontro seguinte, solicitou-se a ACIC que convidasse mais um estudante, chamado **A2**, para participar dos encontros, a fim de que este formasse dupla com **A1**. Decidiu-se trabalhar com apenas uma dupla de alunos com deficiência visual congênita, para assim poder concentrar as observações e análises no modo como se apropriavam do material e realizavam as atividades, auxiliando na reestruturação dos equipamentos já utilizados e no desenvolvimento dos novos.

3.5.3 – TERCEIRO ENCONTRO: CIRCUITOS ELÉTRICOS

O segundo encontro evidenciou a necessidade de novas alternativas metodológicas e estruturais no encontro. Quanto ao procedimento empregado, havia a necessidade de se promover situações onde os alunos pudessem atuar de forma mais independente. No entanto, para que isto fosse possível, a estrutura dos materiais trabalhados precisou ser modificada. Estes devem apresentar-se seguros, resistentes, duráveis e com um formato simples, que facilite seu manuseio e que ofereça ao aluno, condições para gerar deduções quanto a sua montagem.

Preparação:

O encontro será dividido em quatro partes. A primeira, “Atividade 1”, consistirá em uma revisão do circuito montado com um buzzer e uma pilha, assim, **A2** poderá ficar a par do que estará sendo trabalhado e ao mesmo tempo, ser observado pelo pesquisador, quanto a sua motricidade e intimidade com os circuitos elétricos. Quanto a **A1**, também será beneficiado, pois esta atividade servirá para revisar o procedimento necessário ao funcionamento do aparelho. Do mais, pretende-se iniciar a diferenciação dos circuitos abertos e fechados, atribuindo ao som emitido pelo buzzer a função de definir a abertura e o fechamento do circuito, se emitir som está fechado, caso contrário, está aberto.

A “Atividade 2” procura motivar os alunos a identificarem tatilmente os materiais propostos e a procederem corretamente nas montagens necessárias. Para esta etapa, foi desenvolvido um tabuleiro para a montagem de circuitos elétricos.

A preocupação inicial é a de oferecer total segurança aos estudantes, evitando assim a exposição de pontas e cantos afiados. Este equipamento é projetado para ser desmontável, sendo constituído por três partes.

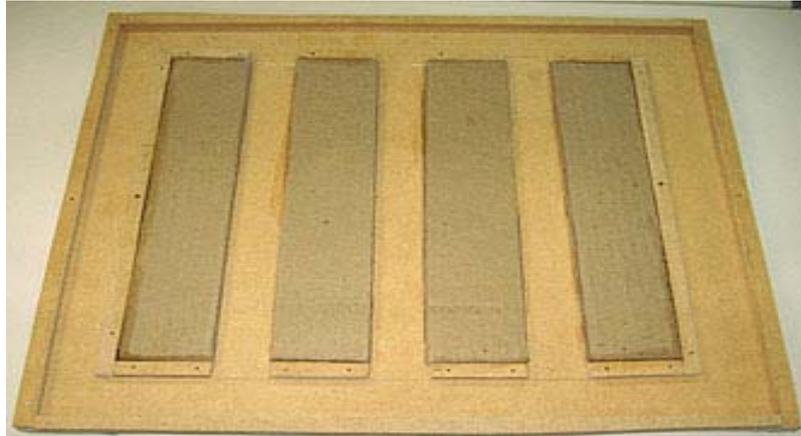


Figura 6: Base do tabuleiro

A primeira, chamada base, tem como função auxiliar na montagem de um circuito série ou paralelo¹⁷. Possui desníveis e superfícies com aderência diferentes. As partes altas são feitas de papelão áspero, as partes baixas de madeira lisa, com a função de auxiliar nos encaixes das outras partes do equipamento. Uma das extremidades da base apresenta-se mais larga, a qual é destinada ao encaixe do porta-pilhas, as restantes, destinam-se ao encaixe dos resistores. A intenção é induzir os estudantes a colocarem os componentes nos vãos existentes na região central da base ou nas suas extremidades. Colocados no centro, forma-se um circuito paralelo, colocados nas bordas, forma um circuito série. Uma outra característica conferida a base, é que ao montar um circuito série não há como montar um circuito paralelo e vice e versa, para assim facilitar a escolha do estudante por uma das duas opções de montagem.

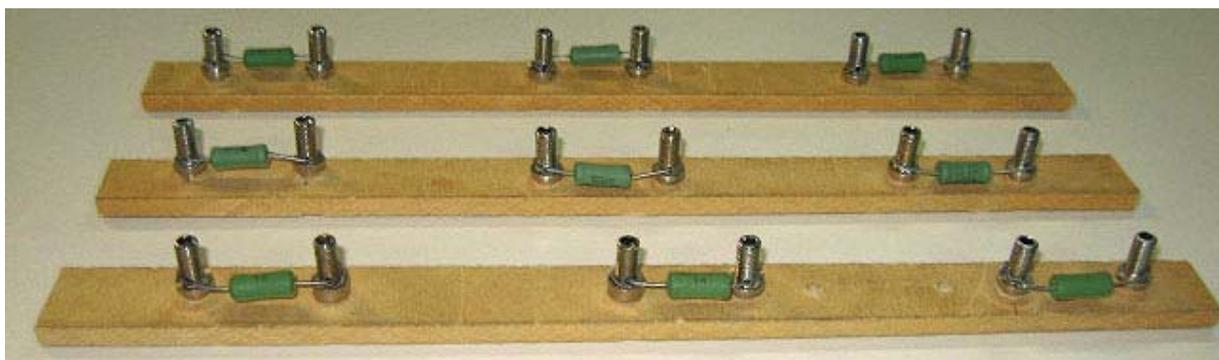


Figura 3: Resistores

A segunda, parte é constituída por um conjunto de três tiras de madeira retangulares com três resistores cada, sendo que para fixar cada resistor, utilizou-se pinos de metal, os quais oferecem condições para a montagem do circuito. Desta forma, estas partes apresentam-

¹⁷ A montagem do circuito paralelo não foi trabalhada no ensaio piloto.

se simples e resistentes, não oferecendo riscos a segurança dos alunos, evitando com isso uma possível inibição dos estudantes, refletida num cuidado excessivo com o material. Foram inseridos três resistores em cada régua de madeira a fim de induzir ao aluno a idéia de circuito série. Outro detalhe importante refere-se aos espaços, relativamente grandes, deixados entre os resistores em cada régua, com o intuito de auxiliar no reconhecimento tátil.

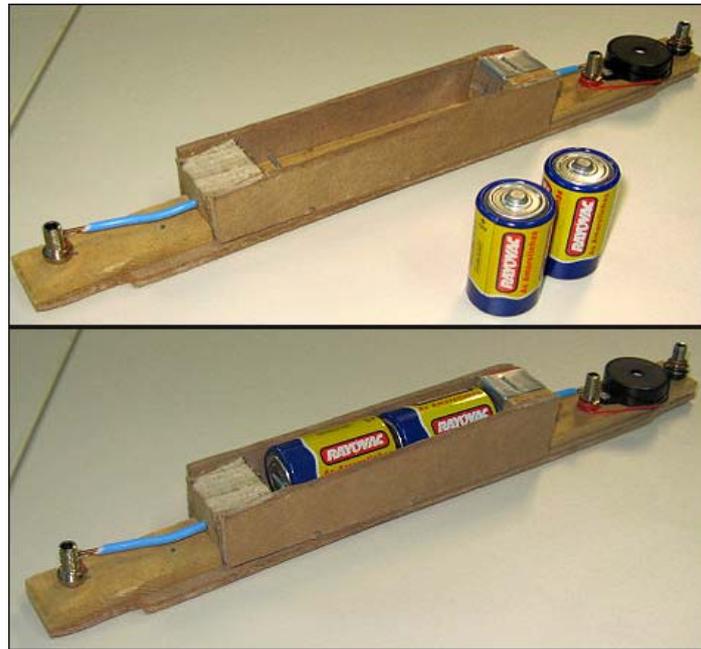


Figura 4: Porta pilhas; Desmontado a cima e montado a baixo.

A terceira parte, denominada porta-pilhas, é construída sobre uma tira de madeira retangular mais larga que a utilizada nos resistores, com um pino de metal em cada extremidade. Estes pinos determinam o ponto de partida e de chegada do circuito. Entre os pinos, há uma caixa para duas pilhas médias e um buzzer já fixado. Houve a preocupação com a colocação do buzzer junto ao compartimento das pilhas, pois assim, procura-se evitar preocupações com a sua polaridade definida.



Figura 5: Fios elétricos com pinos banana nas pontas.

Alem das três partes, serão utilizados dez fios, com conectores tipo pino banana em suas pontas, que possibilitam a conexão dos resistores e das pilhas ao circuito. O interesse pela escolha deste tipo de pino em particular, resulta da sua simplicidade e resistência.



Figura 6: Grampos de arame para fixar os componentes à base do tabuleiro.

Por fim, serão utilizados grampos de arame, em formato “U”, para fixar as demais partes na base, procurando assim, evitar que se soltassem durante a construção do circuito. Uma preocupação levada em consideração nestes grampos, é a de que, ao serem acoplados ao tabuleiro, não ofereçam riscos a segurança com suas pontas expostas. Para isto, o comprimento de suas hastes é superior a da largura das régua de madeira utilizadas nos resistores e porta-pilhas, além disto, eles devem ser encaixados com as suas pontas sobre os papelões, permitindo assim que elas, ao pressionarem o papelão, não fiquem expostas.

A seguir, uma figura que mostra o tabuleiro com todos os seus elementos inseridos.

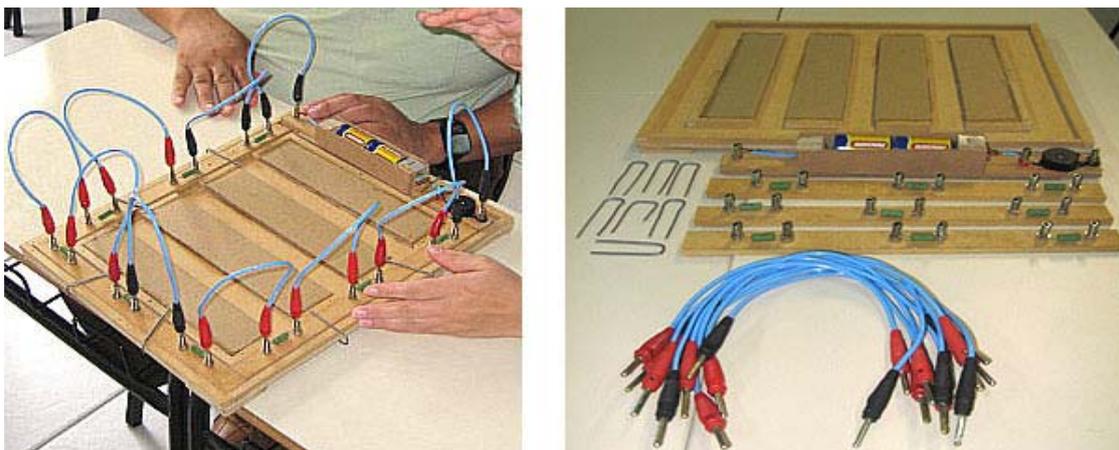


Figura 7: Tabuleiro para construção de um circuito elétrico, montado a esquerda e desmontado a direita.

A “Atividade 3” tem a intenção de realizar a montagem do circuito série no tabuleiro, e revisar a diferenciação dos circuitos abertos e fechados da primeira atividade.

A quarta atividade pretende relacionar o circuito apresentado na “Atividade 1” com o da terceira atividade, procurando evidenciar as características existentes entre eles e avaliar o desenvolvimento do sentido motor dos alunos quanto a montagem do primeiro circuito.

Durante as quatro atividades, será avaliada as eventuais adequações destes equipamentos, assim como também a da prática docente.

Execução:

Após os esclarecimentos sobre a pesquisa ao novo aluno, **A2**, o professor procura contextualizar a primeira atividade, citando o exemplo do rádio ligado a tomada. Logo após, faz-se uma breve discussão das formas de se efetuar esta ligação, onde os alunos mencionam que para isso, deve-se conectar o aparelho a tomada, para então ligá-lo. Com isso, é possível iniciar a revisão sobre o manuseio do buzzer, trabalhado no encontro anterior, inserindo-o ao ambiente através da analogia do buzzer com o rádio e da pilha com a tomada.

Atividade 1:

(a) Atividade experimental de compartilhamento- São entregues o buzzer e as pilhas, solicitando que os alunos os manuseiem e descrevam. Verifica-se que **A2** não reconhece o aparelho, mas identifica a pilha. **A1**, porém, reconhece os dois. Outro fato interessante é a importância do nó feito na ponta de um dos fios do buzzer, pois o mesmo é utilizado várias vezes nas falas docente e discente, ao fazer relação com o pólo positivo da pilha, como segue o relato:

P1: *Vocês podem ver que tem dois fios.*

A1: *Tem.*

P1: *E um tem uma bolinha, tipo um nozinho na ponta.*

A1: *Tem, tem. Ta aqui ó! Já vi aqui, localizei (Elemento DM1).*

P1: *Vamos ver se A2 achou.*

A2: *Aqui né. (identificando corretamente o fio) (Elemento DM1).*

Ao serem convidados a montarem o circuito, percebe-se que, tanto **A1** quanto **A2**, demonstram não saber como e aonde conectar os fios. **A1**, porém, após certo tempo, relembra como deve proceder, fato este percebido através da expressão “*Já vi aqui, localizei*”, efetuando em seguida a montagem. **A2**, no entanto, não obtém êxito. **A1**, percebendo sua dificuldade, na pergunta seguinte, explica para **A2**, ajudando-o a realizar a tarefa, como segue o relato:

A2: *O A1 já colocou a pilha?*

A1: *Não, to tentando ver como é aqui [...] Qual destes fios que vai ali? (Perguntando qual fio deveria ser conectado ao pólo da pilha).*

P1: *O da bolinha vai na pontinha.*

A2: *Como é que é? Instala a pilha no fio?*

A1: *Ah! Bota um e encosta o outro, é isto? (o aluno relembra que deve ligar um fio em cada pólo da pilha).*

P1: *Isto.*

A1: *O A2! Tu coloca este fiozinho da bolinha em cima daquele biquinho ali.*

A2: *Primeiro coloca o da bolinha no buraquinho aqui né. (o aluno estava colocando o pólo da pilha direto na saída de som do buzzer).*

P1: *Ele vai na parte positiva da pilha, que é onde tem a bolotinha.*

A1: *Aqui A2, quer ver ó! Posso ajudar? Tu vai e bota esta bolinha aqui neste biquinho. Aí encosta o outro no buraquinho. Vai lá! Tenta aí!*

Nesta etapa do encontro, fica evidente o baixo grau de intimidade que os sujeitos apresentam ao lidar com a montagem do circuito. Inicialmente eles encostam a pilha no buzzer, em seguida, conectam a parte plástica do fio nos pólos da pilha. Porém, com a intervenção docente, evidencia-se que se deve conectar as pontas metálicas na pilha. Este fato é observado apenas em **A2**, indicando que os encontros anteriores fizeram falta para este aluno.

A inserção dos termos fechado e aberto, ocorre na medida em que os alunos montam os circuitos. Ao perceberem a emissão de som, o professor enfatiza, oralmente, o fechamento do circuito, ao parar a emissão, ressalta a sua abertura.

A1: *Fechou o circuito.*

P1: *Isso! Fechou o circuito.*

P1: *Entendeu como funciona A2?*

A2: *Agora acho que sim.*

P1: *O que a pilha dá para a caixinha fazer barulho?*

A1: *Energia.*

Durante a aplicação da atividade, observa-se a utilização destes termos por parte dos alunos e sua correta colocação. De forma semelhante é feita a relação das pilhas, fios e buzzer com suas respectivas funções: fonte, condutores e receptor. Oportuniza-se assim, um ambiente onde os alunos em contato com os materiais, podem construir relações entre o concreto e o teórico.

Atividade 2:

(a)_Atividade experimental de compartilhamento- Ao trabalhar com os resistores, inicialmente o professor entrega um único resistor para cada aluno. Observa-se que é um elemento desconhecido, acarretando no surgimento de uma lacuna. É então explicado o significado e qual a função daquele componente, para em seguida, após o preenchimento da lacuna, inserir ao ambiente um novo elemento, a régua de madeira com três resistores.

Os alunos conseguem identificar todas as partes da régua e, ao fazer seu reconhecimento, seguram-na de maneira firme, inclusive, em alguns instantes, batendo com o material contra a mesa, parecendo estar testando sua resistência e características.

P1: *Eu posso dizer que tem resistor aí?*

A1: *É resistor né?*

P1: *A1, tu consegues me descrever o que tu tens na mão aí?*

A1: *Espera aí! Deixa-me ver.*

A2: *Eu já achei o resistor.*

A1: *Isto aqui é uma espécie de isolante não é?*

P1: *Aham! (Concordando com A1).*

P1: *Tem madeira aí?*

A1: *Tem.*

A2: *Tem.*

P1: *Então o que vocês têm nas mãos são três resistores. Conseguiram contar que tem três?*

A2: *Uhum. (Concordando).*

A1: *É! Tem três é.*

Percebe-se assim, a importância que a simplicidade e robustez do material atribuem ao seu reconhecimento. O mesmo acontece com o porta-pilhas e o tabuleiro. Os alunos ainda percorrem o equipamento gradativamente com as mãos, enquanto o professor vai questionando e, sempre que necessário, descrevendo para eles as partes que tocam.

A etapa destinada ao encaixe de todas as partes do tabuleiro e a montagem do circuito, exige o maior tempo. Para isso, primeiro solicita-se que cada aluno encaixasse, da forma que achar melhor, uma das régua com resistores nos vãos do tabuleiro. Na sequência, o mesmo é feito com as demais régua. Observa-se que ambos os alunos encaixam-nas na parte central do tabuleiro. Em seguida, os alunos são convidados a encaixá-las nas extremidades do tabuleiro.

(b)_Atividade experimental comprobatória- Verificam-se poucas dificuldades na montagem, as quais são gradualmente superadas através da repetição do procedimento. Após a montagem completa do tabuleiro, os alunos percorrem-no com as mãos, identificando e relatando cada parte novamente. Houve a percepção da existência de uma continuidade no circuito, expressada por **A1** e **A2** através da frase “*parece um círculo*”. Aproveitando este momento, o professor falou que se tratava de um circuito série.

Atividade 3:

(a)_Atividade experimental de compartilhamento- são distribuídos os fios elétricos com conectores pinos banana. Os alunos identificam as partes plásticas e metálicas. Solicita-se então, que encaixem os pinos no tabuleiro de forma aleatória, para que seja possível praticar esta ação. Ao realizarem este procedimento, os alunos primeiramente seguram o pino com uma das mãos e com a outra percorrem tatilmente o tabuleiro procurando o pino fêmea. Ao localizarem, aproximam as mãos uma da outra até haver o contato entre elas, a partir de então, cuidadosamente encaixam pino macho no pino fêmea.

Em seguida, apresentam-se os grampos de arame, que são identificados rapidamente pelos alunos. O professor então, os acopla ao tabuleiro, fixando todas as suas partes. A partir daí, os alunos são convidados a conectarem todos os fios, para completar a montagem do circuito. Para que isso seja possível, o tabuleiro é colocado entre os dois alunos, com o lado das pilhas voltado para eles. **A1** fica responsável por montar a parte esquerda e **A2** a direita.

Verifica-se que **A1** encontra maior facilidade que **A2**, que inicialmente precisa do auxílio docente. Após **A1** completar sua montagem, auxilia **A2** a terminar a tarefa, que ao ouvir o buzzer emitir som exclama “*fechou o circuito*”. Após o tabuleiro estar montado, os alunos o percorrem taticamente, no intuito de verificar a continuidade do circuito.

Atividade 4:

(a) Atividade experimental comprobatória- Utilizando-se da montagem feita na atividade anterior, solicita-se que **A1** desconecte um dos fios. Ao realizar esta ação, provoca o término do som emitido pelo buzzer. O professor então afirma que ele abriu o circuito. Em seguida pede para que ele o feche novamente. A reação apresentada é inserir o pino banana macho no fêmea. **A2** é convidado a fazer o mesmo procedimento, que é realizado sem problemas.

Em seguida, retira-se o material do ambiente e entrega-se novamente o buzzer e a pilha, solicitando que montem o circuito. Observa-se que os alunos não precisam de ajuda, conectando facilmente a pilha ao buzzer. Ao realizar esta ação, verifica-se que **A2** é mais rápido que **A1**, indicando com isto sua instrumentalização. Durante esta atividade, percebe-se que o termo fechado e aberto é novamente utilizado pelos alunos, mostrando a sua apropriação.

Análise:

Na primeira atividade, ao manusear a pilha e o buzzer, evidenciou-se a ocorrência de dúvidas com as percepções táteis dos estudantes. Houve uma grande dificuldade inicial apresentada por **A2**, não observada em **A1**, sugerindo que os primeiros encontros auxiliaram na sua desenvoltura. O compartilhamento dos dados táteis ocorreram na medida em que o professor informou como proceder com os componentes e quando **A2** foi auxiliado por **A1** na montagem do circuito.

Durante a “Atividade 2”, foi requerido novamente o uso do sentido tátil, o que por sua vez, suscitou dúvidas e compartilhamentos com os dados percebidos. Estas dificuldades foram minimizadas com a forma de proceder a entrega dos materiais. No caso dos resistores, a apresentação e o manuseio de um único elemento permitiram a inserção da régua de madeira com os três resistores. De igual forma, a apresentação inicial de apenas uma régua com os três resistores auxiliou na inserção das três régua de madeira, gerando um melhor reconhecimento do grande número de componentes que compunham o tabuleiro.

No decorrer da “atividade 3”, constatou-se maior troca de conceitos (**Elemento AC2**). Isto se deve, em parte, ao direcionamento que foi dado ao encontro, no qual, a intenção maior consistiu em utilizar-se do conhecimento obtido na atividade anterior, referente ao reconhecimento das partes do tabuleiro, para oferecer condições à montagem do circuito através da conexão dos fios.

A quarta atividade demonstrou que **A2**, apresentava maior habilidade com os materiais, conseguindo construir os circuitos com facilidade. A atividade comprobatória surgiu no momento em que foi feita uma revisão tátil dos componentes e da montagem.

Quanto a descrição dos materiais, foram identificados os elementos **DM1** (Operacionalização do material) e **DM2** (Descrição de eventos), indicando haver boa aceitação dos materiais. Tal constatação originou-se da facilidade atribuída ao seu manuseio, permitindo que os materiais fossem corretamente descritos, auxiliando na indução dos conceitos referentes aos circuitos aberto e fechado.

Síntese:

Com a entrada de **A2**, houve a necessidade de uma revisão mais detalhada do funcionamento do buzzer. Constatou-se que o aluno, após a primeira atividade ficou a par do que estava sendo trabalhado. Além disto, durante a “Atividade 4” ele apresentou melhoras na sua motricidade e intimidade com os circuitos elétricos, conseguindo montá-los com maior rapidez.

Na segunda atividade, os alunos mostraram-se bastante motivados na identificação tátil dos materiais. Quanto ao procedimento necessário à montagem do tabuleiro, em muitos momentos houve a necessidade da intervenção docente. Ao encaixar as réguas com resistores na base, evidenciou-se que as inseriam nos vãos centrais e quando solicitados a encaixarem nas extremidades, não conseguiam de imediato. Ao realizar a conexão dos fios ao tabuleiro, averiguou-se que **A1** auxiliou **A2** nesta tarefa. Após desmontarem e remontarem o tabuleiro, os alunos pareceram ter desmistificado todas as partes do equipamento, procedendo corretamente às montagens necessárias.

Ao final do encontro, pode-se concluir que da forma como foram apresentados os materiais, eles apresentaram-se seguros, pois não houve nenhum instante em que os alunos foram postos sob algum perigo, resistentes e com design simples, visto que foram identificados pelos estudantes sem grandes dificuldades, facilitando o seu manuseio e

induzindo a ligação série de resistores e pilhas ao aluno, já que os resistores encontravam-se dispostos nesta configuração, assim como as pilhas no porta-pilhas.

3.5.4 – QUARTO ENCONTRO: CORRENTE ELÉTRICA E RESISTÊNCIA ELÉTRICA

O encontro anterior evidenciou que o tabuleiro obteve boa aceitação pelos alunos. Sendo assim, para atingir o objetivo deste encontro, trabalhar a associação em série de resistores, voltou-se a fazer o uso do tabuleiro, acrescentando um novo componente, o fio com conectores “jacarés”.

Preparação:

O encontro será dividido em duas atividades. A primeira procurará revisar o procedimento da montagem do tabuleiro trabalhado no encontro anterior, verificando as mudanças relativas ao manuseio e montagem do equipamento. Na “Atividade 2” será entregue um novo componente, fios com conectores “jacarés”, a fim de poder auxiliá-los a percorrer o circuito, para que por meio da audição, possam perceber a variação do som emitido pelo buzzer, relacionando esta variação sonora com o aumento ou diminuição de resistores no circuito. Deste modo, o professor induzirá a variação sonora com a variação da “energia elétrica”. O motivo pela escolha do conector utilizado resultou da sua praticidade em acoplar-se e desacoplar-se do circuito. Em outras palavras, consiste em um equipamento que “morde” o ponto de contato elétrico, permitindo assim maior facilidade na execução da tarefa.

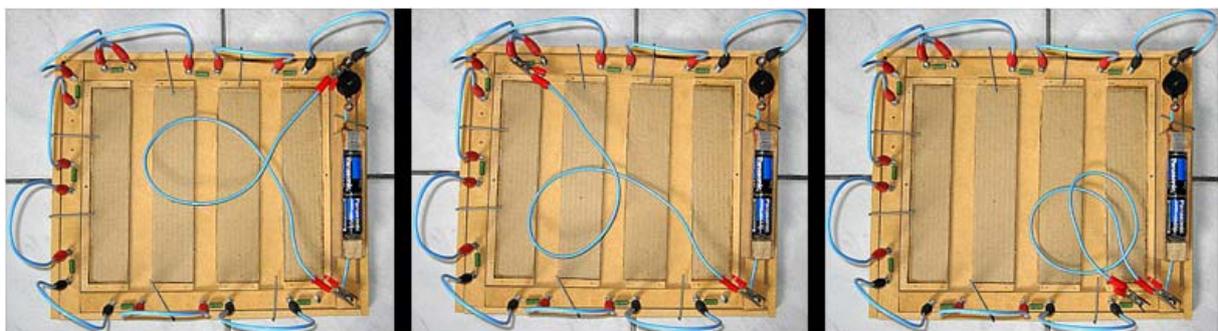


Figura 8: Fio com conectores jacarés percorrendo o circuito no sentido anti-horário.

A figura 8 retrata a segunda atividade. O primeiro quadro, da esquerda para direita, mostra a ligação sem resistores, o segundo com três resistores e o terceiro com todos os resistores inseridos no circuito.

Execução:

Inicialmente estava presente apenas **A1**. O aluno **A2** chegou quinze minutos atrasado. Sendo assim, deu-se início aos estudos apenas com **A1**, realizando uma revisão oral da aula passada, sobre as características dos fios utilizados para a montagem do circuito e ressaltando qual era a parte condutora do fio elétrico (as pontas metálicas) e qual era a isolante (a capa do fio).

Atividade 1:

(a) Atividade experimental comprobatória- Entrega-se ao estudante um dos fios pertencentes ao tabuleiro, solicitando que ele descreva qual a parte condutora e isolante do material. Ação realizada com facilidade.

Em seguida é entregue a **A1**, um buzzer e uma pilha, para recordar como se constrói o circuito utilizando estes componentes. Fica evidente neste momento a habilidade adquirida em realizar esta ação. Rapidamente é identificado o fio com o nó e em seguida, ligado corretamente os dois fios do buzzer nos pólos da pilha. Após esta montagem, o professor requerer que ele abra o circuito, sendo prontamente atendido pelo aluno, que desconecta um dos fios. Ao ser convidado a fechar o circuito, ele reconecta o fio.

Na seqüência, **A1** é convidado à montar o circuito no tabuleiro, a fim de relembrar o que havia sido trabalhado no encontro precedente. O aluno, ao conectar os fios, deixa um pino fêmea sobrando. O professor pede que ele percorra o circuito com as mãos, para que perceba onde está o erro. Sendo detectado o erro, organizam-se as conexões, de modo a sanar o problema. Ao fazer isto, surge a oportunidade de revisar novamente o circuito aberto e fechado, onde o professor repete o procedimento utilizado no circuito anterior. Observa-se que para abrir o circuito o aluno retira um dos fios e, para fechar o recoloca.

Após esta revisão, chega **A2**. Por este motivo é refeito todo o processo com ele, para assim poder contar com a sua participação. No intuito de evitar que **A1** fique ocioso, ele é convidado a montar o circuito juntamente com **A2**. Averigua-se que **A2** também apresenta com maior habilidade na montagem, pois, assim como **A1**, realiza a tarefa com facilidade.

Atividade 2:

(a)_**Revisão e reconhecimento do material- P1** relembra aos estudantes no que consiste um circuito série, requerendo que o mesmo seja montado pelos alunos no tabuleiro. Na seqüência é solicitado a eles que expliquem como a “energia elétrica” percorre o circuito. Nenhum dos alunos consegue explicar a contento, sendo necessário uma breve revisão deste assunto. Após esta etapa, para iniciar o estudo referente a relação de proporcionalidade da “energia elétrica” com a resistência, é entregue a cada estudante, um fio com conectores “jacarés” nas pontas e, em seguida, solicitado que manuseiem o material e descrevam o que percebem. Há certa dificuldade no manuseio e reconhecimento inicial dos conectores, tratando-se de um componente desconhecido. Os alunos identificam a parte metálica e plástica do material, porém, não entendem qual a função deste componente. **P2** os auxilia, segurando em suas mãos e fazendo com que eles abram e fechem a parte referente aos “dentes” do conector, explicando em seguida sua função e utilização no circuito.

(b)_**Atividade experimental de compartilhamento-** Os conectores “jacarés” devem percorrer todo o circuito montando no tabuleiro, “mordendo” pino por pino. Para a realização desta atividade seguiram-se alguns passos. O primeiro é desconectar o fio da primeira conexão, substituindo-o pelo novo componente. Para isto, **P1** segura a mão de **A2**, que segura o conector e, percorre o circuito, mostrando como deve ser realizada a atividade. O aluno é convidado a repetir o procedimento sozinho. O mesmo foi feito com **A1**. O segundo passo consiste em fechar o circuito sem a utilização dos resistores (figura 9).

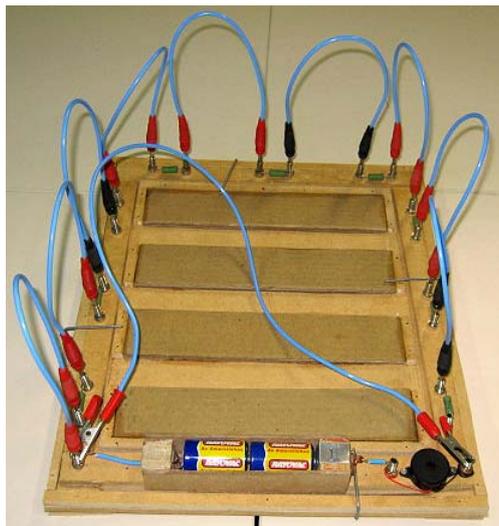


Figura 9: Segundo passo.

Os alunos conseguem realizar a tarefa e são convidados a prestarem atenção na intensidade sonora. O terceiro passo é iniciar a inserção de resistores ao circuito, para isto, desconecta-se um dos “jacarés” e o reconecta de modo que insira alguns resistores ao circuito (figura 10).

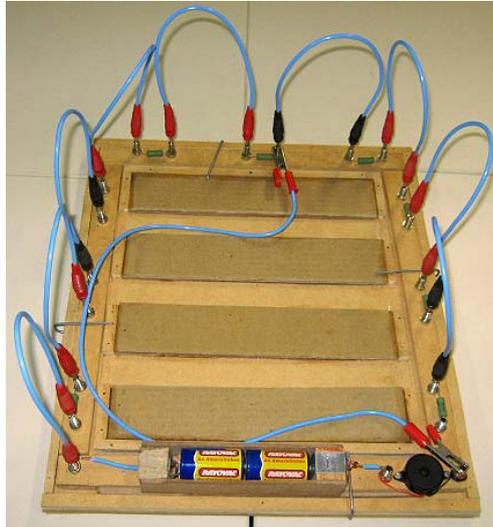


Figura 10: Terceiro passo.

O procedimento é realizado com facilidade pelos alunos, que percebem uma pequena variação na intensidade sonora. O quarto passo é inserir todos os resistores ao circuito (figura 11).

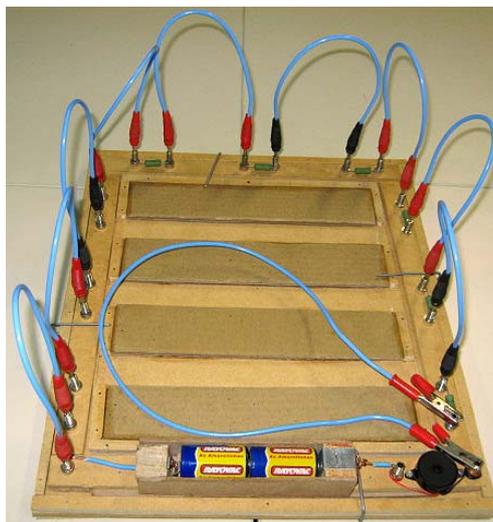


Figura 11: Quarto passo.

A2, então, afirma que o som está diminuindo na medida em que percorre o circuito (**Elemento AC1**). O mesmo é dito por **A1**.

(c)_Atividade experimental comprobatória- Após este procedimento, é proposto a sua repetição, porém agora, pulando do segundo passo para o quarto, no intuito de tornar mais nítido a variação sonora, mais intensa no início e menos, no final. Os alunos mostram-se participativos e atentos, parecendo desconfiarem de que os resistores interferem no som emitido. O professor então, enfatiza o que ocorre com o número de resistores à medida que se percorre o circuito, que aumenta. Estabelece-se então uma relação de que, quanto maior o número de resistores no circuito série, menor é o som emitido pelo buzzer. A partir disto, é possível explicar o ocorrido na atividade usando os conceitos, ou seja, quanto maior a resistência oferecida pelo circuito, menor é a passagem da “energia elétrica”.

Ao final do encontro faz-se uma comparação entre o circuito aberto e fechado trabalhado em sala, com o rádio, o qual ao ser ligado, funciona devido ao fechamento do circuito e ao ser desligado, não funciona, devido à abertura.

Análise:

A primeira atividade comprovou que os alunos conseguiram realizar a montagem do circuito com facilidade. Este fato sugere que equipamentos com características que auxiliem no seu manuseio se fazem necessários. Aliado a estes, se deve fomentar a repetição da montagem dos circuitos para que os alunos adquiram a prática.

Na segunda atividade, constatou-se que a inserção do novo componente, fios com conectores “jacarés”, fez emergir entre os alunos dúvidas quanto ao seu manuseio. Neste momento, a intervenção docente auxiliou no reconhecimento do material, pois, o professor ao manusear juntamente com os alunos, os instruiu quanto ao procedimento necessário ao seu uso. Outro ponto relevante foi a simulação inicial de como realizar a tarefa referente a inserção dos resistores no circuito, onde **P1** percorreu juntamente com o aluno o circuito e em seguida, permitiu que ele repetisse o processo sozinho. Isto permitiu que após perceberem a ação que deveria ser realizada, adquirissem maior liberdade nos seus atos, evitando preocupações com acertos e erros. Ao realizar esta tarefa, ficou nítido que os alunos perceberam a relação da intensidade sonora emitida pelo buzzer com o aumento dos resistores no circuito.

Síntese:

Durante o encontro, os alunos mostraram facilidade na montagem dos circuitos. Este fato evidenciou que houve desenvolvimento da sua motricidade, ocorrendo também uma retenção do conhecimento referente a disposição dos componentes no mesmo. No entanto, ao ser solicitada a explicação de como a “energia elétrica” percorria o circuito, **A1** e **A2** mostraram-se inseguros em suas explicações, não havendo a certeza do local de onde ela deveria partir ou chegar. Este fato já era esperado, visto que, o estudo de tal assunto foi iniciado no último encontro, ocorrido quinze dias atrás. Porém, mesmo diante deste intervalo de tempo entre um encontro e outro, os alunos memorizaram o procedimento necessário para a montagem do circuito, mostrando que a prática não foi esquecida. Esta por sua vez, foi reutilizada por **P1**, a fim de facilitar a revisão do conteúdo esquecido.

Quanto a escolha pelo uso dos conectores “jacarés”, mostrou-se satisfatória, visto que, as dificuldades no reconhecimento inicial por parte dos estudantes, foram superadas após alguns esclarecimentos feitos por **P1**. Ao referir-se a atividade sugerida, onde os alunos percorreram o circuito com os conectores, esta, depois de explicada por **P1**, foi realizada a contento, servindo como ferramenta no ensino da relação inversamente proporcional existente entre a resistência e a “energia elétrica”.

Ao final do encontro, os alunos explicaram o porquê da variação do som emitido pelo buzzer. Durante seus relatos, percebeu-se que recorriam mais aos elementos no circuito em suas falas do que a teoria. Citavam resistores ao invés de resistência e som em vez de “energia elétrica”. Este fato mostrou a necessidade em dar mais ênfase aos termos científicos.

3.5.5 – QUINTO ENCONTRO: ELÉTRONS, CORRENTE ELÉTRICA E DIFERENÇA DE POTENCIAL ELÉTRICA.

Este encontro irá trabalhar a corrente elétrica real¹⁸ e a sua relação com a diferença de potencial elétrica, enfatizando os nomes científicos. Para isto, foram acrescentadas duas maquetes, desenvolvidas no intuito de facilitar a indução do conceito clássico da estrutura cristalina de um fio condutor e da corrente elétrica. Pretende-se ainda, verificar a aceitabilidade dos equipamentos pelos estudantes, verificado através do seu manuseio e descrição.

¹⁸ Foi trabalhado o modelo clássico da corrente elétrica, ver mais em GREF, 1991.

Preparação:

O encontro será dividido em três atividades. A primeira revisará alguns dos conceitos trabalhados até então, circuitos abertos e fechados e a relação de proporcionalidade entre corrente elétrica e resistência elétrica. Para isto, os alunos serão convidados a remontarem o circuito no tabuleiro e o circuito com o buzzer e as pilhas. Deste modo, deseja-se verificar se houve mudanças na habilidade motora dos sujeitos e na assimilação dos conceitos. A “Atividade 2” procurará induzir o estudante a perceber como a corrente elétrica é representada no modelo clássico. Para isto se utilizará duas maquetes.



Figura 12: Maquete 1, fio condutor não submetido a diferença de potencial.

A primeira, chamada “Maquete 1”, faz analogia com o fio condutor em circuito aberto. Utilizou-se uma garrafa PET, com pedaços de isopor e rolhas de cortiça em seu interior, que são relacionados com os elétrons livres. Com isso, ao “chacoalhá-la”, procura-se evidenciar tatilmente a existência de partes soltas em seu interior. A inserção dos isopores serve para amenizar o grau do impacto das rolhas com a garrafa, evitando que se distribuam uniformemente pelo recipiente, mudando a zona de impacto à medida que se realiza a ação.



Figura 17: Maquete 2, fio condutor cortado ao meio

A segunda, “Maquete 2”, consiste em uma garrafa PET cortada longitudinalmente ao meio, com esferas de isopor fixadas com arame em seu interior. Estas esferas simulam os átomos. Os alunos serão convidados a entre passá-los com os dedos, representando os elétrons livres. A idéia é percorrer o material de “ponta a ponta”, procurando o caminho mais fácil. Pretende-se construir uma analogia entre a maquete e a movimentação dos elétrons livres em um condutor submetido a uma diferença de potencial, além de relacionar a resistência elétrica às partículas existentes no trajeto.



Figura 18: Pilhas conectadas em série envoltas numa folha de papel.

Na atividade seguinte, “Atividade 3”, será trabalhada a relação entre a corrente elétrica a diferença de potencial. Serão entregues pilhas e buzzer’s, no intuito de solicitar que os alunos montem circuitos com pilhas conectadas em série. Para trabalhar com mais de uma pilha ao mesmo tempo, estas foram apresentadas envoltas num papel, a fim de que, deste modo, os alunos não encontrem dificuldades em manuseá-las. A figura 14 mostra na parte superior uma única pilha, ao meio, duas pilhas envoltas por uma folha de papel e no parte de baixo, três pilhas envoltas.

Execução:

Atividade 1:

(a)_Atividade experimental comprobatória- O encontro tem início com a revisão de assuntos trabalhados nos dois encontros anteriores. Os alunos são convidados a manipularem e reconhecerem todas as partes do tabuleiro (**Elemento DM1, DM2**). Ambos mostram-se mais confiantes e desinibidos durante esta ação. Eles também não apresentam dificuldades ao serem requeridos na montagem do circuito constituído por uma pilha e um buzzer. Ao iniciar a revisão do tabuleiro, mostram-se também hábeis na montagem do circuito e encaixe de suas partes.

No entanto, durante este momento, duas dificuldades ficam evidentes: A primeira, referente aos encaixes dos grampos de arame para fixação das partes ao tabuleiro e a segunda quanto à organização espacial deste equipamento. Nesta última, há inicialmente certa inquietação dos estudantes, pois o tabuleiro, que normalmente ficava com o lado das pilhas voltado para eles, é inserido ao ambiente numa posição diferente. Como a ligação sempre iniciava a partir das pilhas em direção aos resistores, ao se depararem com esta disparidade espacial, os alunos não conseguem efetuar as devidas conexões. Sendo assim, o professor após encaixar os grampos de fixação, reposiciona o tabuleiro, que por sua vez, permitiu a montagem do circuito.

Ao fim da atividade, os alunos ainda recordam quando um circuito é chamado aberto ou fechado e relacionam corretamente a intensidade sonora emitida pelo buzzer com a inserção dos resistores no circuito, afirmando haver diminuição do som conforme se dá o aumento do número de resistores no circuito série.

Atividade 2:

(a)_Inserção dos termos científicos- Esta atividade tem a intenção de retificar dois equívocos que perduraram durante todos encontros. O primeiro relativo à pouca ênfase dada aos nomes dos pólos das pilhas, que até então eram representados pelas suas diferentes elevações, tendo o pólo positivo um desnível mais proeminente que o negativo. O segundo, referente a inserção do termo corrente elétrica, que até então era tratada como “energia elétrica”.

Ao serem questionados se já haviam ouvido falar em corrente elétrica, **A1** comenta sobre o fenômeno do raio (**Elemento AC1**) e **A2** exemplifica através da “*queda*” de um disjuntor ocorrido em sua casa (**Elemento AC1**). O professor então pergunta qual a relação existente entre o termo científico mencionado e os fenômenos comentados por eles, recebendo como resposta apenas “já terem ouvido falar a respeito”, porém sem saber especificar a origem. O professor então afirma que o nome do fenômeno tratado até então como “energia elétrica” deve ser substituído por corrente elétrica. Os alunos aceitam a renomeação sem questionamentos.

(b)_Atividade experimental de compartilhamento e modelizadora- É pedido que os alunos tenham em mãos os buzzer’s e as pilhas e pergunta qual o sentido da corrente elétrica nos circuitos montados na “Atividade 1”. Tanto **A1** quanto **A2**, responderam ser no sentido do pólo positivo para o negativo (**Elemento AC1**), ou seja, no sentido convencional (GREF, 1991). Os dois alunos recebem então, fios encapados. O professor pergunta se eles

sabem como é um fio “por dentro”, procurando motivá-los a pensar na estrutura do fio a nível atômico. **A1** e **A2** respondem que não (**Elemento AC1**). Em seguida, apresenta-se a eles a “Maquete 1”, entregando apenas uma para a dupla. **P1** enfatiza que a função da garrafa PET é fazer uma analogia, procurando com isto tornar nítido aos estudantes o significado da atividade feita. Logo após, eles são convidados a manusear o mesmo material (**Elemento DM1**), o que por sua vez, resultou em identificações semelhantes.

Dando prosseguimento a atividade, são entregues duas esferas de isopor, as quais assumiram a função dos átomos e os dedos indicadores dos alunos receberam a função dos elétrons livres. Após esta analogia, é entregue a “Maquete 2”. Permite-se um momento ao reconhecimento do material e suas partes, a fim de que percebam qual a analogia a ser feita. Na realização desta atividade, os alunos são convidados a entre passar o dedo indicador (elétron livre) por dentro da garrafa (fio condutor) e relatar o que dificulta este percurso. Primeiramente, **A1** efetua o procedimento e na seqüência **A2**, em seguida, ambos os alunos, juntamente com o professor, realizam esta tarefa ao mesmo tempo, o que faz despertar a noção da dificuldade (resistência) encontrada pelos dedos (elétrons livres) para atravessar a maquete de um lado ao outro.

(c)_Atividade experimental crítica e modelizadora- Após esta etapa, o professor encosta a maquete no pólo negativo da pilha e solicita aos alunos que, com o dedo indicador, repitam a atividade, porém agora, atentando para a origem do movimento dos elétrons, mostrando assim o caminho real da corrente elétrica, ou seja, do pólo negativo ao positivo. Em seguida, entrega aos alunos uma pilha e um buzzer, para que montem novamente o circuito. Após a montagem, o professor segura a mão dos alunos, um de cada vez, e percorre o circuito, saindo do pólo negativo em direção ao positivo da pilha, salientando que no interior do fio, os elétrons livres seguiam este caminho.

Atividade 3:

(a)_Atividade experimental de compartilhamento- Aqui é trabalhado a relação de proporcionalidade entre a diferença de potencial elétrica e a corrente elétrica. Nesta etapa, os alunos são convidados a montarem o circuito com o buzzer, uma, duas e três pilhas, prestando atenção à diferença ocorrida na intensidade sonora emitida pelo buzzer. Após a entrega das pilhas, torna-se evidente que os estudantes não têm noção de como ligar as pilhas em série, colocando-as uma ao lado da outra, ou conectando-as com os pólos de mesmo sinal (**Elemento DM2**), fato este corrigido com a intervenção docente, por meio de explicações. Em seguida, são retirados estes materiais e entregues as pilhas envoltas por papel. A atividade tem início e os estudantes demonstram perceber que quanto maior o número de pilhas maior é

o som emitido. Relaciona-se, então, o número de pilhas com a diferença de potencial elétrica e a intensidade sonora com a corrente elétrica.

Por fim, realiza-se uma revisão oral com os alunos, os quais respondem corretamente as perguntas sobre o caminho realizado pela corrente real e convencional, assim como também a sua relação de proporcionalidade com a diferença de potencial e a resistência elétrica. No entanto, observa-se que nas respostas, os termos científicos não são tão utilizados quanto os nomes dos equipamentos e materiais, mostrando ter ocorrido o aprendizado dos fenômenos, mas não a incorporação dos termos científicos a contento.

Análise:

A primeira atividade evidenciou um ponto importante em relação a noção espacial dos sujeitos, que ao serem apresentados ao tabuleiro fora da posição espacial que até então era feita, não identificaram os pontos de início e término do circuito. Este fator deve ser levado em consideração, a fim de evitar que barreiras como esta, provinda da ingenuidade docente, dificultem ainda mais o andamento das atividades. Esta atividade mostra ainda, que houve uma melhora na identificação tátil dos componentes do circuito, indicando que o pré-reconhecimento realizado nos três encontros anteriores através das repetidas atividades de revisão auxiliaram nesta memorização.

Durante toda a seqüência de ensino, não se procurou dar ênfase aos termos científicos. Este equívoco é contemplado na segunda atividade, onde se observa que o professor substituiu o nome “energia elétrica” por corrente elétrica. Os alunos demonstraram aceitar esta nomenclatura, porém não a incorporaram no seu diálogo, indicando a necessidade de realçar os termos científicos desde o primeiro encontro, na prerrogativa de que, aos poucos, ocorra a sua assimilação e utilização. Ainda nesta atividade, é importante salientar outro fator decorrente do processo metodológico utilizado. Ao trabalhar com as analogias, o professor primeiramente apresenta a maquete, em seguida, após a identificação tátil de todas as suas partes, explica o que será feito para então salientar a função da analogia, evitando ao máximo que os alunos assimilem erroneamente que o elemento percebido tatilmente se iguala, em formato, ao modelo conceitual dos elétrons e átomos.

Quanto as maquetes desenvolvidas, é importante ressaltar os limites teóricos impostos pela simplicidade de sua confecção. Do ponto de vista da Física a resistência elétrica não tem relação com as colisões dos elétrons nos átomos, e sim, com a vibração destes. Porém, verificou-se que sendo uma primeira aproximação, demonstrou ser adequada ao seu objetivo,

pois ao aluno deficiente visual até então, não se era oferecida nenhuma forma de auxílio no entendimento da questão atômica da corrente elétrica. Mesmo diante das dificuldades, não há como negar que houve uma primeira aproximação e, deste modo, a indução de alguma noção.

A “Atividade 3” evidenciou que os estudantes não conseguiam conectar as pilhas em série, este fato foi solucionado por meio de explicações docente e pela inserção das pilhas envoltas por papel. A escolha deste artifício permitiu que os estudantes, ao tatearem o equipamento, percebessem onde começava e onde terminava cada pilha, visto que a folha de papel, por ter espessura fina, consentiu este procedimento. Tal simplicidade, possibilitou ainda que ao término da montagem do circuito, os alunos retirassem o invólucro de papel e percebessem como a ligação foi feita.

Síntese:

A revisão feita na primeira atividade, destinada verificar se houve mudanças na habilidade motora dos sujeitos e na assimilação dos conceitos, ofereceu indícios de que houve uma melhora tanto na parte estrutural, referente à identificação tátil dos objetos e montagem dos circuitos, como da parte conceitual, através da assimilação dos conceitos referentes a corrente elétrica e sua relação de proporcionalidade com a resistência elétrica.

A segunda atividade consistiu em auxiliar os alunos numa construção mental do modelo atômico do fio, no qual fosse possível perceber a existência de elementos em movimento no seu interior. A analogia foi feita através dos pedaços de rolha e isopor inseridos na garrafa. Verificou-se que não houve, por parte dos estudantes, nenhum questionamento nesta etapa.

Na terceira atividade, os alunos encontraram dificuldades em manusear mais de uma pilha ao mesmo tempo, sendo este problema sanado ao envolvê-las com uma folha de papel. Ao final desta atividade, observou-se nos relatos discentes que os termos científicos, diferença de potencial elétrica, resistência elétrica e corrente elétrica, não foram tão mencionados quanto os nomes dos equipamentos e materiais utilizados, mostrando não ter ocorrido a incorporação, a contento, dos termos científicos, apesar de ter ocorrido a assimilação conceitual das relações Físicas trabalhadas.

3.6 – CONCLUSÕES E FATORES PARA REFORMULAÇÃO

Os objetivos da seqüência piloto restringiram-se em dois pontos principais:

- a) Desenvolver as categorias de análise dos materiais e da apreensão do conteúdo;
- b) Observar os limites e possibilidades do material e do procedimento metodológico utilizado, visando a sua reestruturação para a elaboração e aplicação de uma segunda seqüência, capaz de ser aplicada junto a **estudantes com e sem deficiência visual**.

No primeiro encontro, pôde-se observar que mesmo sem uma estrutura adequada, o fato de existir a oportunidade de trabalhar com o concreto relacionado ao teórico tornou o ambiente educacional mais descontraído, resultando numa maior liberdade dos estudantes, observados nas exposições de seus questionamentos e compartilhamentos.

A inserção do buzzer, inicialmente provocou certa dificuldade em sua utilização, porém, com suas repetidas solicitações, necessárias a realização das atividades, foi bem aceito pelos alunos. A escolha dos materiais condutores e isolantes e a forma de apresentá-los, também foram avaliadas, mostrando-se satisfatória, pois todos os materiais foram corretamente relacionados com suas respectivas condutividades.

Averiguou-se que a importância de se oportunizar momentos destinados ao reconhecimento tátil dos objetos, assim como a forma progressiva de suas apresentações, evitando inseri-los todos de uma única vez ao ambiente foi fundamental para o domínio espacial e descrição dos elementos. O tabuleiro mostrou-se adequado a manipulação dos alunos com deficiência visual, facilitando a montagem dos circuitos e auxiliando na compreensão dos fenômenos corrente elétrica, diferença de potencial elétrica e resistência elétrica, visto que, as descrições de todas as suas partes foram realizadas com sucesso e, a relação conceitual foi estabelecida, permitindo perceber a relação inversamente proporcional da resistência elétrica com a corrente elétrica, o significado de circuitos séries e de circuitos abertos e fechados. Fatos estes, constatados por meio das corretas realizações das tarefas e respostas discentes frente às perguntas docentes aos referidos fenômenos. A robustez das partes do tabuleiro também obteve relevância, permitindo com que os alunos manuseassem os mesmos, sem receio de quebrá-los ou danificá-los.

As duas maquetes, criadas para auxiliar no estudo da corrente elétrica a nível atômico, mostraram-se eficazes. A forma de apresentação, onde primeiramente se reconhecia as partes para em seguida o equipamento completo, auxiliou na identificação tátil e descrição dos materiais. A explicação docente sobre a função da analogia, contribuiu para que os alunos não construíssem falsas interpretações, evitando relações equivocadas entre os conceitos

trabalhados, elétrons e átomos com as partes do modelo, isopores, rolhas e esferas de isopor, não lhe conferindo uma falsa realidade do fenômeno.

A maneira como foi realizado o estudo da relação existente entre diferença de potencial e corrente elétrica, utilizando a atividade com as pilhas, foi considerada positiva, visto que a entrega progressiva do material auxiliou na desmistificação de como se realizava a ligação série. O fato de entregar as pilhas novamente aos alunos, envoltas por um papel, auxiliou no manuseio, permitindo um melhor andamento da atividade e, por conseqüência, um aprendizado mais eficaz, observado por meio das falas dos alunos na revisão realizada ao final do encontro.

Os alunos referiram-se a elementos do seu cotidiano (AC4), questionaram as explicações realizadas pelos colegas (AC3), compartilharam concepções (AC2) e construíram hipóteses (AC1). Isto se deve, em parte, a opção metodológica adotada, pois, ao apresentar novas perguntas no lugar das respostas, o professor procurou dar voz aos estudantes, visando com isto, provocar questionamentos e promover situações que fomentassem o troca e a construção de hipóteses.

Quanto às categorias destinadas a descrição dos materiais, verificou-se a operacionalização dos materiais (DM1), descrição de eventos (DM2) e propostas de atividades (DM3). Tal constatação, indica que houve boa aceitação dos materiais por parte do alunos, tornando o ambiente educacional mais descontraído, proporcionando aos estudantes, uma maior liberdade quanto a exposição de suas concepções, sem receio de julgamento ou avaliação, auxiliando também na conciliação das diferentes interpretações.

Observou-se ainda que a paciência docente, o respeito ao tempo de aprendizagem discente, as sucessivas revisões realizadas no decorrer dos encontros e a participação ativa dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem, mostraram-se decisivas para o bom andamento do curso, traduzido na compreensão e assimilação dos conceitos. Os objetivos propostos em cada encontro foram parcialmente atingidos. Os alunos mostraram ter entendido o modelo da corrente elétrica, assim como suas relações com a resistência elétrica e diferença de potencial, além de apresentarem uma melhora notável na motricidade, observada através da maior segurança e habilidades demonstradas na montagem dos circuitos, porém, os termos científicos não foram assimilados a contento.

É possível inferir ainda que, para o processo de ensino e aprendizagem onde há **alunos com e sem deficiência visual estudando no mesmo ambiente do ensino regular**, o tabuleiro não se apresenta na forma mais adequada. O tempo despendido para o seu reconhecimento foi/será muito grande; a liberdade do aluno também ficou/ficará

comprometida, evitando que realize ações voluntárias ou sugira, espontaneamente, novas configurações para o circuito.

Ao contemplar essa realidade, alunos com e sem deficiência visual. Os novos materiais didáticos desenvolvidos deverão permitir o acesso aos mesmos dados, através dos diferentes sentidos, visão e tato, sem com isso, acarretar numa discrepância acentuada no período de identificação e reconhecimento dos equipamentos. Sendo no aluno vidente o sentido da visão preponderante e no com deficiência visual o tato, é importante desenvolver equipamentos e estratégias metodológicas que equiparem o tempo de reconhecimento visual e tátil, ou pelo menos, minimizem esta discrepância.

A preocupação será respeitar tanto um lado quanto o outro, os aparelhos que permitirem a utilização pelos videntes, deverão contemplar concomitantemente elementos que admitam seu emprego aos alunos com deficiência visual, considerando suas particularidades táteis, auditivas e de noção espacial, sem com isso, abnegar-se da simplicidade no seu manuseio e reconhecimento. Sendo assim, algumas modificações foram efetuadas, resultando numa reelaboração da seqüência de ensino.

CAPÍTULO 4

CONSTRUÇÃO, APLICAÇÃO E ANÁLISES DA SEQÜÊNCIA DE ENSINO

4.1 – INTRODUÇÃO

A nova seqüência, detalhada neste capítulo, trata de verificar o grau de adequações necessárias ao seu desenvolvimento junto a estudantes com e sem deficiência visual. Deste modo, utilizou-se como alicerce as observações do ensaio piloto, referentes à adequação dos materiais e procedimentos utilizados. Os materiais aqui apresentados encontram-se em novas configurações, porém, respeitando as características tidas como pertinentes aos sujeitos desta pesquisa, proporcionando a indução quanto a sua montagem, liberdade no seu manuseio, segurança, resistência mecânica e durabilidade.

A seqüência de ensino foi totalmente planejada com antecedência, resultando num plano de aulas composto por cinco encontros de uma hora de duração cada, culminando em uma avaliação final realizada separadamente com cada aluno em horários diferentes.

Cada encontro foi dividido em três partes: preparo, execução e análise. O “preparo” destina-se a relatar as atividades que serão feitas durante o encontro, descrevendo os materiais e equipamentos elaborados. O segundo, “execução”, retrata a intervenção em processo, dividida e nomeada por momentos, com transcrições das falas discentes e docentes. Cabe ressaltar que nem todas as atividades são experimentais, sendo que a classificação destas atividades como modelizadora, de compartilhamento, crítica ou comprobatória ocorre no decorrer da atividade. As relações discentes, com os materiais e conceitos, também são classificadas por intermédio das respectivas subcategorias de análise, Descrição dos Materiais (**DM**) e Apreensão do Conteúdo (**AC**). A terceira parte, “análise”, avalia o grau de assimilação dos conceitos trabalhados, resume os principais pontos e verifica se os objetivos específicos foram alcançados.

4.2 – READEQUAÇÕES DA SEQUÊNCIA PROPOSTA E DOS MATERIAIS

A nova seqüência didática e as alterações propostas em relação ao ensaio piloto estão na tabela abaixo, para efeitos comparativos;

| Ensaio Piloto | Nova Seqüência Didática |
|---|---|
| 1º Encontro: Primeiras Concepções. | 1º Encontro: Primeiras Concepções. |
| 2º Encontro: Condutores ou Isolantes? | 2º Encontro: Condutores ou Isolantes, Circuito Fechado ou Aberto? |
| 3º Encontro: Circuitos Elétricos. | 3º Encontro: A Corrente Elétrica em Nível Atômico. |
| 4º Encontro: Corrente Elétrica e Resistência Elétrica. | 4º Encontro: Corrente Elétrica, Resistência Elétrica e Diferença de potencial elétrico. |
| 5º Encontro: Elétrons, Corrente Elétrica e Diferença de potencial elétrico. | 5º Encontro: Circuitos Elétricos Residenciais. |
| Não houve uma avaliação final. | Avaliação. |

Tabela 5: Comparação entre as seqüências didáticas desenvolvidas.

A nova seqüência manteve a opção de coletar das concepções dos estudantes no primeiro encontro. O segundo, além de trabalhar materiais isolantes e condutores, contemplou o estudo de circuitos abertos e fechados. O estudo da corrente elétrica a nível atômico foi situado no terceiro encontro. O quarto ficou responsável por trabalhar a relação entre corrente elétrica, resistência elétrica e diferença de potencial elétrico. A quinta intervenção focou os circuitos série e paralelo, enfatizando os circuitos elétricos residenciais. Ao final dos encontros, uma avaliação será aplicada.

No ensaio piloto, ficou evidente que os equipamentos desenvolvidos (tabuleiro e maquetes) demonstraram-se eficientes frente às necessidades da realidade educacional proposta. Em outras palavras, verificou-se que os equipamentos contemplaram a simplicidade, segurança, facilidade no manuseio, indução das ações que deveriam ser realizadas, durabilidade, robustez do material e o auxílio à indução dos conceitos relevantes. No entanto, para o processo de ensino e aprendizagem inclusiva, onde há **alunos com e sem deficiência visual**, haverá limitações tanto no tempo despendido para o reconhecimento do tabuleiro quanto na liberdade do aluno em realizar ações voluntárias e poder “errar” durante a construção dos circuitos. O êrro, aqui trabalhado se faz importante na medida em que procura motivar novos pensamentos, direcionados para suas soluções, proporcionando algo a ser resolvido, apresentando-se desta forma, não mais como uma “pedra no caminho” educativo, mas sim, em algo a examinar.

Os materiais da nova seqüência serão apresentados separadamente. A seguir, uma tabela que cita as principais modificações realizadas entre o ensaio piloto e a nova seqüência.

| | Ensaio Piloto | Seqüência de Ensino |
|-----------------------------|---|---|
| Fontes | - Porta-pilhas para duas pilhas médias ligadas em série. - Pilhas apresentadas separadamente. | - Tomadas com duas pilhas ligadas em série. - Porta-pilhas para duas pilhas ligadas em série. - Pilhas apresentadas separadamente. |
| Resistores | - Réguas de madeira com três resistores cada. - Resistores com um valor de resistência. | - Resistores apresentados separadamente. - Resistores com dois valores de resistência. |
| Noção espacial | - Apresentada através das bordas do tabuleiro. | - Apresentada através da inserção de tiras de borracha E.V.A ¹⁹ nas bordas das mesas. |
| Conectores | - “Pino banana” macho. - “Pino banana” fêmea. | - Conectores RCA macho. - Conectores RCA fêmea. |
| Maquetes | - Garrafa PET para a analogia com um fio condutor não submetido a uma diferença de potencial elétrico. - Garrafa PET cortada longitudinalmente para a analogia de um fio condutor submetido a uma diferença de potencial elétrico. | - Cilindro de papel para a analogia com um fio condutor submetido ou não, a uma diferença de potencial elétrico. |
| Textos | - Não foram utilizados. | - Textos retirados do GREF (1991). |
| Circuitos trabalhados. | - Série. | - Série. - Paralelo. |
| Buzzer's | - Acoplado ao porta-pilhas. - Apresentado separadamente. | - Apresentado separadamente. |
| Ênfase na contextualização. | - O primeiro encontro utilizou o alto-falante. - O professor mencionava oralmente as relações com o rádio, chuveiro elétrico, etc... | - Todos os encontros contaram com a utilização de aparelhos e equipamentos eletro-eletrônicos. - Presença concreta de Chuveiros elétricos, motores elétricos CC ²⁰ de doze volts, rádios CC de três volts, ebulidores elétricos ²¹ , tomadas, fios com plug's e interruptores. |

Tabela 6: Comparação entre os materiais e relações do Ensaio Piloto e a Seqüência de Ensino.

Ao se tratar das fontes, será acrescentada o uso de tomadas elétricas residenciais e modificado o formato do porta-pilhas, para que possa ser inserido aos novos circuitos. Os resistores serão apresentados de forma independentes e por meio de duas resistências distintas. O limite espacial oferecido pelo tabuleiro será transferido para a mesa do aluno através de tiras de borracha E.V.A fixadas em suas bordas. Os conectores tipo “pino banana” serão substituídos por conectores RCA, que também oferecem segurança, robustez e

¹⁹ A borracha EVA é uma mistura de Etil, Vinil e Acetato. Conhecido entre artesões e artistas, como EVA, o Etil Vinil Acetato é uma borracha não tóxica que pode ser aplicada em diversas atividades artesanais.

²⁰ Motor movido a corrente contínua, que suporta até 12 volts.

²¹ Equipamento constituído basicamente por uma resistência elétrica, utilizado para aquecer líquidos, conhecido comercialmente como “Rabo Quente”.

simplicidade, porém, são muito mais usuais que os primeiros, utilizados normalmente em conexões de televisores, aparelhos de som e DVD's.

As maquetes dos fios condutores, antes apresentadas separadamente, serão unificadas em um único cilindro de papel, oferecendo condições para que se realizem analogias com fios submetidos ou não, a uma diferença de potencial elétrico. Quanto à leitura, haverá a presença de textos²² retirados do GREF (1991), procedimento anteriormente não utilizado no ensaio piloto. Pretende-se com isto, inserir os termos científicos ao ambiente educacional já a partir do primeiro encontro, a fim de torná-los mais familiares aos estudantes. Durante o procedimento da leitura, visto que, no ensaio piloto, verificou-se que os estudantes tornavam-se rapidamente sonolentos ao serem colocados na posição de ouvintes passivos, o professor passou a oportunizar interações, promovendo constantes momentos que requisitavam a participação ativa dos estudantes durante a leitura. Deste modo, proporcionou-se a ocorrência de uma “leitura interativa”, atribuindo aos alunos à condição de agente ativo no processo. Este procedimento surgiu como uma alternativa, a fim de manter os alunos atentos, relacionando o conceito lido com os materiais e atividades realizadas, procurando desta forma, auxiliar na elucidação dos significados terminológicos, eventos e relações Físicas.

Quanto aos circuitos trabalhados, irá ser contemplado o circuito série e o paralelo. O buzzer, anteriormente apresentado acoplado ao porta-pilhas, será empregado separadamente nas atividades. A ênfase atribuída a contextualização dos assuntos trabalhados, contará com o auxílio de aparelhos e equipamentos eletro-eletrônicos utilizados em todos os encontros.

A seguir, serão detalhados todos os novos materiais citados na tabela 01, assim como também a nova seqüência de ensino proposta.

4.3 – SEQUÊNCIA DE ENSINO FINAL PROPOSTA

A seqüência de ensino foi aplicada pelo próprio pesquisador com o auxílio de seu co-orientador junto a alunos da ACIC. Nenhum dos alunos apresentava desenvoltura à leitura Braille. Os encontros foram realizados semanalmente, nas segundas e quartas feiras, registrados por meio de gravações em áudio, com o consentimento dos alunos e da instituição (Anexo 7).

O objetivo é proporcionar condições para que os alunos definam corrente elétrica como o movimento ordenado dos elétrons em um circuito fechado, sob a influência de uma diferença de potencial. Espera-se também, que aprendam corretamente a relação de

²² Os textos trabalhados não foram passados para o Braille, pois os alunos não apresentavam aptidão quanto a este tipo de leitura. Por este motivo, os textos foram lidos pelo professor.

proporcionalidade existente entre o fenômeno da resistência elétrica, da diferença de potencial elétrico e da corrente elétrica. Pretende-se ainda, que os alunos relacionem os assuntos estudados em sala com eventos do seu cotidiano, auxiliando assim na contextualização dos fenômenos físicos trabalhados, na prerrogativa de que consigam distinguir os benefícios e malefícios acarretados por estes a suas vidas.

Os nomes dos sujeitos desta pesquisa serão preservados e substituídos por codinomes. O primeiro, denominado **A1**, tem 24 anos de idade, perdeu a visão aos 15 anos de idade, cursa o ensino médio em colégio supletivo por meio da tele-aula e está a seis anos na ACIC. O segundo, **A2**, tem 23 anos de idade, perdeu a visão aos seis anos, cursa o nível médio em colégio supletivo por meio da tele-aula, faz estágio na área de impressão Braille e está a cinco anos na ACIC. O terceiro, denominado **A3**, ficou cego aos 13 anos, tem 19 anos de idade e o segundo grau completo, cursado em escola pública estadual, está a oito meses na ACIC e faz reabilitação nesta instituição. O quarto, **A4**, tem baixa visão, 19 anos de idade, estudou até a quinta série do ensino fundamental, está a quatro meses na ACIC e faz reabilitação. O pesquisador e seu co-orientador serão denominados **P1** e **P2** respectivamente.

Nas seções seguintes, serão realizados o detalhamento e as análises dos materiais e procedimentos metodológicos empregados na seqüência de ensino. As transcrições dos relatos das falas dos professores e dos alunos foram submetidas à supressão de algumas partes, a fim de proporcionar uma melhor compreensão do transcrito, não alterando com isto, a idéia presente nos mesmos.

4.4 – PRIMEIRO ENCONTRO: PRIMEIRAS CONCEPÇÕES.

O encontro foi realizado no dia 26/11/2007 com duração de uma hora. A idéia principal é saber quais as pré-concepções dos estudantes com relação aos assuntos vinculados ao tema Eletricidade. Procura-se ainda, situar no cotidiano do estudante onde há eletricidade, conceituar este termo e definir equipamentos elétricos como fontes e receptores.

Ademais, o preparo do ambiente conta com algumas adequações que pretendem auxiliar na noção espacial dos estudantes. Para isto, as carteiras foram organizadas em sala na forma de um semicírculo e sobre a borda de cada uma, colocada uma tira de borracha de E.V.A (**Em rosa na figura 15**).



Figura 15: Mesa com borracha E.V.A fixada nas bordas.

A escolha pelo uso do E.V.A, veio da necessidade de delimitar o espaço de trabalho e evitar que os materiais saiam do perímetro da mesa, permitindo que os estudantes dispensem maior atenção a realização das atividades. A intenção é manter esta adequação presente nos cinco encontros aplicados.

Preparo:

O encontro será dividido em três momentos. O primeiro, composto pela “Atividade 1”, procura motivar os alunos a relatarem o que fizeram durante o seu dia até a chegada na sala do encontro, direcionando o diálogo no sentido de os fazerem perceber a eletricidade no seu dia-a-dia (GREF, 1991). O segundo momento, possui duas atividades, cujo o objetivo é colocá-los em contato com alguns equipamentos eletro-eletrônicos, observando sua manipulação.



Figura 16: Equipamentos do CExp.

Serão utilizados chuveiros elétricos, motores elétricos CC de doze volts, rádios CC de três volts, ebulidores elétricos, tomadas, fios com plug's, interruptores e pilhas médias de um volt e meio, que formam o **Conjunto experimental (CExp.)**(figura 16). No terceiro

momento, se fará uso de um recorte do texto “Onde não está a eletricidade?” (Anexo 1) retirado do GREF (1991), para revisar o que foi estudado durante o encontro, inserindo a terminologia científica.

Execução:

Primeiro momento

Após a apresentação dos professores e da proposta de trabalho a ser desenvolvida, evidenciando o assunto a ser estudado, os alunos se apresentaram informando sua idade, grau da deficiência visual, formação e profissão. Iniciou-se então as atividades.

Atividade 1:

(a)_**Sondagem**- O professor convida os alunos a descreverem como foi o seu dia, desde a hora que levantaram até a chegada ao local do encontro. Após os relatos, é perguntado se algum dos eventos mencionados depende da eletricidade para ser realizado. Nas falas de **A1**, estavam presentes o chuveiro elétrico e o rádio (**Elemento AC1**); de **A2**, o celular, o rádio, o chuveiro elétrico e o computador (**Elemento AC1**); de **A3**, o computador e o rádio (**Elemento AC1**); de **A4**, o computador (**Elemento AC1**).

Durante este primeiro contato, houve algumas controvérsias a respeito da dependência elétrica dos equipamentos (**Elemento AC3**), oportunizando o surgimento de um debate entre os estudantes. A seguir, um trecho que retrata o momento em que **P1** pergunta a **A1** sobre o funcionamento do rádio e em seguida **A3** inicia uma discussão sobre a dependência ou não da eletricidade deste equipamento;

P1: *No caso, quando tu (referindo-se a **A1**) escutou a música, tu achas que dependeu da eletricidade?*

A1: *Sim, porque eu ligo na tomada. (Elemento AC1).*

P1: *Todo mundo está de acordo com **A1**, que o rádio dependeu da eletricidade?*

A3: *Depende do rádio dele né, tem rádio que é a pilha. (Elemento AC3).*

P1: *Quais são as diferenças **A3**?*

A3: *A pilha é considerada eletricidade, mas eletricidade que o pessoal fala é a corrente elétrica né. (Elemento AC1).*

A2: *Mas a pilha também tem corrente elétrica só que é baixa voltagem, a pilha armazena energia. (Elemento AC3).*

P1: *E aí **A3**, que tu achas disso que o **A2** falou?*

A3: *Acho que tá certo (...) O A2 é um grande electricista. (Elemento AC2).*

P1: *A2 gosta de mexer com electricidade?*

A2: *Eu mexo com estas coisas sim.*

A3: *Arruma TV e tudo.*

A conversa iniciada por **P1**, gera uma dúvida em **A3**, que deixa a entender que a “energia” oferecida pela pilha e a corrente elétrica são fenômenos de naturezas distintas. **A2** participa da conversa contestando a fala de **A3**, explicando que a pilha tem corrente elétrica, mas a diferença está na sua voltagem, que é menor. **P1** retorna a pergunta a **A3**, que parece aceitar o que seu colega disse, pois como ele mesmo menciona, “**A2 é um grande electricista**” e sob estas circunstâncias, para ele não há o porquê duvidar do seu colega. Percebe-se ainda que, **A1** e **A4** omitem-se durante a conversa e que, **A2** e **A3** mostram deter algum conhecimento referente aos conceitos “corrente elétrica” e “voltagem”. A partir das falas deste trecho, o professor motiva uma nova discussão, a fim de verificar quais as concepções discentes sobre a “energia elétrica” oferecida pela pilha e pela tomada;

P1: *Electricidade é aquela que vem da onde A3?*

A2: *Da tomada. (Elemento AC1).*

A3: *É da tomada é (Concordando). (Elemento AC2).*

P1: *Por que tu achas que é diferente da tomada e da pilha?*

A3: *É como A2 falou (...) a voltagem. (Elemento AC2).*

A2: *Tem um monte de coisa diferente né, a voltagem, a corrente, quanto menor a voltagem maior é a corrente né, quanto menor a tensão maior é a corrente. (Elemento AC1).*

A4: *A pilha é algum objeto considerado a mesma coisa que energia elétrica (...) É alguma coisa elétrica? (Elemento AC3).*

P1: *Alguém sabe responder para o A4?*

A2: *A pilha é, porque ela transforma a energia quem vem (...) armazena energia através da química ali, tem compostos químicos. (Elemento AC1).*

P1: *A3 podes colaborar com alguma coisa sobre o que A2 falou?*

A3: *Não, agora não sei.*

P1: *A1 tens algum complemento a fazer?*

A1: *Eu acho que é a mesma coisa, só que (...) na tomada é mais perigoso (...) a energia é mais forte. (Elemento AC1).*

P1: *Esta pergunta é bem interessante, a gente já volta nela A4 (...) a próxima parte do trabalho vai ser responder esta tua questão.*

O trecho evidencia o compartilhamento da concepção de **A2** por **A3**, ao tratar da diferença entre a “*eletricidade*” da pilha e da tomada. Em seguida, **A2** completa a fala do colega afirmando haver outras diferenças além da “*voltagem*”, ressaltando com isso, a existência de uma relação entre este fenômeno e a corrente elétrica sendo que, em sua concepção, apresentam-se inversamente proporcionais. **P1** não aprofundou esta questão, visto que, tais conceitos seriam mais bem trabalhados no quarto encontro. Percebeu-se ainda, que debate motivou **A4** a perguntar sobre a relação existente entre a pilha e a eletricidade. **P1**, por sua vez, perguntou aos demais alunos se poderiam responder a questão. **A2** respondeu ao colega e complementou que a energia deste equipamento vem de uma reação química. **P1** tentou inserir **A3** novamente ao debate, mas este se recusou, então, fez o mesmo com **A1**, que não havia se manifestado espontaneamente até o momento. Este mostrou que mesmo não participando do debate estava atento a conversa, inserindo uma nova concepção ao afirmar que tanto a energia da pilha como a da tomada tratavam-se do mesmo fenômeno, diferindo apenas por sua periculosidade, proporcional a sua intensidade. **P1**, não respondeu a questão feita por **A4**, pois a atividade seguinte trataria dela, permitindo que ele mesmo, no decorrer do encontro, tentasse construir sua resposta.

Segundo momento

É entregue aos alunos os materiais do CExp., um de cada vez, com o objetivo de saber quais as concepções e dúvidas existentes acerca dos equipamentos elétricos.

Após a apresentação de cada material, o professor disponibiliza um período para o reconhecimento tátil, solicitando que interajam livremente com o material, a fim de que percebam todas suas partes.

Atividade 2:

(a)_Atividade experimental de compartilhamento- Primeiramente apresenta-se o chuveiro elétrico. Ao manuseá-lo, os alunos identificam a chave responsável pela mudança de temperatura e **A2** e **A3** os fios fase, neutro e terra (**Elemento DM1**). A seguir um relato feito por **A2**, evidencia seu conhecimento técnico a respeito deste equipamento;

P1: *Estes três fios aqui, tu sabes para que serve?*

A2: *Este aqui é o terra (segurando no fio verde), os outros dois é o fase e o neutro (...) Esse daqui (referindo-se ao fio terra) que geralmente a maioria das pessoas liga com o neutro, mas não pode, tem que ligar o terra no terra, ou então deixa desligado se não tiver aterramento (...) E daí tem o fase e tem o neutro, agora*

aqui eu não sei, porquê tem que ter cor dos fios, e tem chuveiro que geralmente a cor dos fios é tudo igual né, só muda a cor do terra, é verde né. (Elemento DM1).

P1: *A3, estás analisando estes três fios?*

A3: *Imagino que eles sejam diferentes, este aqui (segurando o fio fase) é o diferente, porque ele é o mais grosso (Elemento DM1).*

A3: *O terra é o mais fininho A2? (Elemento AC3).*

A2: *O mais fino é (Respondendo afirmativamente). (Elemento AC1).*

A2 apresenta um conhecimento expressivo referente à instalação de um chuveiro elétrico, demonstrando saber ainda a diferenciação entre o fio fase, neutro e terra, além de mencionar o erro cometido por alguns técnicos, que tem o hábito de conectar o fio terra ao neutro. Um fato intrigante é à classificação das cores dos fios, visto que, este aluno perdeu a visão aos seis anos de idade e, estando agora com vinte e três anos, sua memória visual provavelmente não teria guardado este detalhe. O pesquisador, no entanto, deduz que ele provavelmente deve ter ouvido falar nas cores em situações anteriores. O trecho mostra também, que **A3** identifica a diferença existente nas espessuras dos fios (**Elemento DM1**), e pergunta a **A2** se o mais fino corresponde ao fio terra, o que é prontamente respondido pelo seu colega. Nesta parte da atividade, os demais estudantes contam com as explicações docentes sobre cada parte do equipamento entregue.

Na seqüência, **A2** desmonta o chuveiro (**Elemento DM2**), retira sua resistência elétrica e afirma que sua função é de esquentar a água (**Elemento AC1**). Em seguida, entrega a resistência a **A3** e ajuda-o a desmontar o seu aparelho (**Elemento DM2**). **A3**, por sua vez, pergunta a **A2** o que ocorre na resistência ao queimá-la (**Elemento AC3**), o qual diz “*arrebenta*” (**Elemento AC1**), afirmando assim, que a continuidade do fio é desfeita. Logo após, **A2** monta novamente os dois chuveiros (**Elemento DM2**). Quanto aos demais alunos, **A4** é auxiliado a desmontar o chuveiro por **P1**, e **P2** auxilia **A1**. Ambos os alunos interagem com o material (**Elemento DM1**) e questionam o significado de cada parte (**Elemento AC3**), sendo respondidos pelos professores. Durante o processo, **A4** consegue montar sozinho o chuveiro (**Elemento DM2**), porém, **A1** conta com o auxílio docente. Os estudantes ainda relacionam o material em sala, com os existentes em suas residências, afirmando inclusive, que os chuveiros ali trabalhados assemelhavam-se aos seus (**Elemento AC4**).

O segundo equipamento entregue, o rádio, é rapidamente identificado pelos estudantes (**Elemento DM1**), mostrando-se hábeis em seu manuseio, visto que, logo alertam o professor que o equipamento esta sem pilha (**Elemento DM2**). **A4** percebe a existência de duas

conexões no aparelho (**Elemento DM1**), questionando seu significado (**Elemento AC3**). **A2** responde que, uma é para o fone de ouvido e a outra para uma fonte²³ de três volts (**Elemento AC1**).

O terceiro material apresentado, o aquecedor elétrico, assim como o rádio, também é rapidamente identificado (**Elemento DM1**) e definido quanto a sua função, esquentar água (**Elemento AC1**). O material é desmontado pelos alunos (**Elemento DM2**) e em seguida, o professor explica que este aparelho, ao ser conectado a tomada sem estar com a resistência imersa em água, rompe-a, pois a função da água é justamente roubar o calor, evitando o rompimento. Em seguida, é feita uma relação entre este aparelho e o chuveiro, permitindo que os estudantes percebam a semelhança entre os dois. **A4** comenta ainda, sobre um exemplo de seu cotidiano, que também se utiliza da resistência para aquecer líquidos, a cafeteira elétrica (**Elemento AC4**), mostrando assim, o seu entendimento quanto à função da resistência.

O quarto material entregue é o fio com plug com as pontas desencapadas. Após seu reconhecimento tátil (**Elemento DM1**), **A4** pergunta se o plug tem os pólos definidos e se, para conectá-lo a tomada deve-se levar em conta este detalhe (**Elemento AC3**). Para isso, ele cita o exemplo do conector denominado “T” (**Elemento AC4**), responsável por permitir três conexões ao mesmo tempo em uma única tomada, perguntando se ao utilizá-lo deveria ater-se a polarização. O professor explica ao aluno que neste caso não é necessário, pois se trata de um outro tipo de energia, que será falado mais adiante, durante os encontros. Logo após, é perguntado aos estudantes se eles sabem que parte do fio conduz eletricidade e qual não conduz. Verifica-se que todos têm este conhecimento (**Elemento AC1**).

O quinto objeto entregue, à tomada, é identificada (**Elemento DM1**) e em seguida conectada ao fio com plug (**Elemento DM2, DM3**). **A4** pergunta como proceder para montar uma “extensão” utilizando aqueles dois materiais (**Elemento AC3, AC4**). **P1**, então, explica que basta conectar o plug numa extremidade do fio e a tomada na outra. O professor ainda fala que durante os encontros, este equipamento terá uma particularidade inexistente nas tomadas residenciais, a polaridade defina. Maiores detalhes sobre esta alteração não são dados neste momento, pois o segundo encontro terá esta função.

O sexto material apresentado, o interruptor, é identificado pelos alunos por sua função de ligar a lâmpada (**Elemento DM1, DM2**). **A2** cita o exemplo de um interruptor paralelo (**Elemento AC4**), normalmente utilizado em escadas, ou em locais que se necessita ligar a mesma lâmpada a partir de locais diferentes. Explica ainda que, para isto, tal equipamento

²³ O rádio possui duas conexões, uma para a entrada do fone de ouvido e outra, referente ao local destinado a um transformador, que permite a conexão às tomadas residências.

deve dispor de três conexões na parte traseira, porém, o que foi entregue, apresenta apenas duas (**Elemento DM1**), (**Elemento AC1**).

Ao entregar o sétimo equipamento, às pilhas (**Elemento DM1**), o professor solicita aos alunos que as “ligem”, sem especificar de qual modo. Os alunos então, encostam o pólo positivo de uma no pólo negativo da outra (**Elemento DM2**), mostrando corretamente como proceder à ligação em série, afirmando que era da mesma forma que se procede em alguns rádios (**Elemento AC4**). É possível responder a pergunta realizada por A4 “*A pilha é alguma coisa elétrica?*”, feita anteriormente.

Logo após, entrega-se o motor elétrico, que é rapidamente reconhecido por todos (**Elemento DM1**) e identificado como “*motor de carrinho*”. Os alunos, então, ligam-no em uma pilha (**Elemento DM2, DM3**), sendo que A2 e A4 ainda o ligam em duas (**Elemento DM2, DM3**), mostrando-se hábeis nesta ação.

Atividade 3:

(a) **Atividade experimental de compartilhamento-** Direccionam-se as perguntas para assuntos referentes à função dos equipamentos, classificando-os em fontes, receptores²⁴ e condutores elétricos.

É estabelecida uma conversa entre o professor e os alunos, sobre a transformação de energia em cada equipamento. Desta forma, procura-se evidenciar uma importante diferença entre a fonte e o receptor, a transformação que o segundo faz da “energia elétrica” recebida do primeiro.

Para isto, o professor questiona novamente os alunos sobre os equipamentos, a fim de revisar com eles, a função e a localização de cada um nos seus cotidianos. Pergunta-se então, se eles sabem identificar quais dos equipamentos são classificados como fonte elétrica. O trecho a seguir retrata este momento;

P1: *Quais destes equipamentos são fontes de energia elétrica?*

A2: *Pilha. (Elemento AC1).*

P1: *Só tem a pilha que é fonte de energia elétrica?*

A4: *O chuveiro. (Elemento AC1).*

A2: *Olha (...) eu acho que é só a pilha. (Elemento AC3).*

P1: *O que na casa de vocês funciona como fonte de energia elétrica?*

A3: *As tomadas. (Elemento AC1).*

²⁴ Durante o encontro utilizou-se também o termo consumidor elétrico.

P1: *Todos concordam com o que o A3 disse?*

A2: *Acho que a fonte de energia elétrica seriam as subestações. (Elemento AC3, AC4).*

P1: *Pode contar um pouco mais sobre isto A2?*

A2: *Da usina tem as turbinas que são movidas pela água né (...) A maioria delas né (...) Tem os geradores, que a turbina vai girando eles (...) e a energia do movimento se transforma em energia elétrica. (Elemento AC1).*

P1: *Todos entenderam o que A2 falou?*

(Os alunos acenaram positivamente).

P1: *Mas quando chega a nossa casa a energia chega por... (Estendeu a frase sem dar a resposta).*

A2: *Por meio de fios. (Elemento AC1).*

P1: *Que levam até aonde?*

A3: *Tomada. (Elemento AC1).*

A2: *Tomada, lâmpadas. (Elemento AC2).*

P1: *Então a gente pode considerar a tomada uma fonte?*

A1: *Sim. (Elemento AC1).*

A2: *A tomada seria uma fonte também. (Elemento AC2).*

O debate iniciado com a pergunta feita por **P1**, motiva **A2** e **A4** a citarem pilha e chuveiro como exemplos de fontes elétricas, porém, **A2** retifica seu colega, afirmando ser apenas as pilhas e não o chuveiro. **P1** então, levanta a questão das fontes residenciais, motivando **A3** a mencionar a tomada. Com isto, **A2** traz um novo elemento à discussão, as usinas hidrelétricas, que em suas palavras aparecem como “subestações”, mostrando saber como ocorre a transformação da energia mecânica em elétrica, através do movimento impresso pelas águas as turbinas. A partir disso, **P1** procura chegar ao cenário relativo à parte interna de uma residência, obtendo a resposta “tomada” como fonte de “energia elétrica”. Ao final, **A1** participa respondendo a última questão proferida, mostrando estar acompanhando a discussão.

Na seqüência, o professor levanta a questão dos condutores, perguntando quais dos materiais conduzem eletricidade, obtendo como resposta, os fios dos equipamentos. Durante este momento, os alunos levantam os respectivos materiais durante as respostas, procurando evidenciar sobre o que falavam (**Elemento DM1**). Durante a conversa, **A4** pergunta sobre o interruptor (**Elemento AC3**), que é classificado como um novo elemento, que permite a condutividade em certo momento e em outro não. Ao serem questionados sobre qual parte do

fio conduz eletricidade, **A3** e **A2** responderam “o cobre” (**Elemento AC2**). Após esta etapa, inicia-se a classificação dos receptores, retratado no trecho abaixo;

P1: *O que é receptor aí?*(Referindo-se aos materiais colocados sobre as mesas).

A3: *Tomada. (Elemento AC1).*

A2: *Tomada, o rádio também. (Elemento AC2).*

P1: *Tomada, como assim?*

A2: *Aqui ó (erguendo o plug), o plug macho aqui. (Elemento DM1).*

P1: *Mas o que seria um receptor para vocês?*

A2: *É o que recebe a energia. (Elemento AC1).*

A3: *Chuveiro. (Elemento AC1).*

P1: *Em vez de receptor, vamos trabalhar então com outra palavra, consumidor de energia elétrica.*

A2: *O rádio, o chuveiro, o rabo quente. (Elemento AC1).*

P1: *E além do que tem na mesa de vocês.*

A2: *Computador, lâmpada. (Elemento AC4).*

A3: *Televisão. (Elemento AC4).*

A2: *Geladeira, microondas. (Elemento AC4).*

Após o professor motivar os alunos a classificarem quais dos elementos apresentados são receptores, **A3** e **A2** indicam a tomada. Ao serem questionados sobre o significado do receptor, **A2** responde com uma explicação e **A3** com um exemplo. Fica evidente que, na concepção de **A2**, o plug comporta-se como um receptor, pois recebe “energia elétrica”. **P1** verificando o ocorrido substituiu o termo receptor por consumidor, permitindo assim, que os alunos classificassem corretamente os elementos. Ao final, **P1** procura-se expandir o cenário, motivando-os a citarem materiais do dia a dia, verificando que **A2** e **A3** têm conhecimento a respeito destes. **A1** e **A4** mantêm-se em silêncio, porém, atentos às falas dos colegas.

Em seguida, **P1** pergunta quais dos materiais produzem calor, som e movimento. **A3** e **A2** respondem corretamente, mencionando o chuveiro e o aquecedor elétrico para o primeiro, o rádio para o segundo e o motor elétrico para o terceiro (**Elemento AC1**). O professor, observando a omissão de **A4** e **A1** procura motivá-los a participarem da discussão em vários momentos, através de questionamentos, no entanto, eles apenas concordam com o que seus colegas afirmavam.

Terceiro momento

É feita a leitura em voz alta do texto (Anexo 1) pelo professor, no intuito de revisar o conteúdo trabalhado e conceituar o termo eletricidade. Denominou-se este procedimento de “leitura interativa”, na qual há características que permitem uma leitura contínua. Em outras palavras, na “leitura interativa” o professor lê trechos do texto e questiona os estudantes, de modo a manter a atenção dos mesmos e verificar o grau de compreensão. Além disso, relaciona-se o conceito lido com os materiais e atividades realizadas, ou seja, estando o aluno manuseando o concreto e escutando o conceito lido, pretende-se auxiliar na elucidação dos significados terminológicos e eventos físicos.

Em seguida é oportunizado um momento para que os alunos comentem sobre o que mais lhes chamou a atenção durante o encontro.

Atividade 4:

(a)_Leitura interativa- Realiza-se a “leitura interativa” do texto. Neste momento, o professor pergunta repetidas vezes se os alunos estão acompanhando a leitura, no intuito de manter suas atenções. A seguir, um trecho que retrata esta interação, enquanto **P1** realiza a leitura da parte final do texto;

P1: *Todo mundo já ouviu falar de carga elétrica?*

A2: *Uhum (Confirmando).*

P1: *Já ouviram falar em elétrons?*

A2: *Já.*

A4: *Não.*

A3: *Elétrons, prótons e nêutrons. (Elemento AC1).*

A1: *Não.*

P1: *Ok, não se preocupa, nós vamos ver isto mais a frente.*

Nem todos os alunos haviam ouvido falar em elétrons, prótons e nêutrons. Esta questão não foi aprofundada, pois o terceiro encontro trará atividades direcionadas a trabalhar mais efetivamente estes conceitos.

Na seqüência, faz-se uma breve revisão do encontro e os alunos são convidados a relatarem o que mais lhes chamou a atenção. **A4** é o único a se expressar, mencionando o fato do “*rabo quente queimar*” ao ser ligado a fonte elétrica sem estar com sua resistência imersa em água (**Elemento AC1**).

Análise:

Na primeira atividade, constatou-se a presença das subcategorias **AC1**, **AC2** e **AC3**, mostrando que houve a elaboração de hipóteses, conflitos e compartilhamentos conceituais. **A2** demonstrou saber que há uma relação entre “voltagem” e “corrente elétrica”, afirmando serem inversamente proporcionais. Este fato mostrou que, mesmo equivocadamente, **A2** tem a noção de que “voltagem” e “corrente elétrica” são duas entidades físicas distintas e que interferem uma na outra, fato este não observado nas falas dos demais colegas.

Na segunda atividade, verificou-se que todas as subcategorias de Apreensão Conceitual (**AC1**, **AC2**, **AC3** e **AC4**) e Descrição dos Materiais (**DM1**, **DM2** e **DM3**) apareceram. Isto indica que os materiais foram manuseados, identificados e relacionados com o cotidiano, permitindo liberdade aos estudantes para que tivessem ações espontâneas. O procedimento de entrega também surtiu efeito. Os materiais foram apresentados progressivamente, um de cada vez, possibilitando efetuar uma interação mais direcionada onde, manuseando um mesmo equipamento, os alunos poderiam gerar discussões e questionamentos a partir de um mesmo ponto.

No decorrer da atividade tornou-se evidente o conhecimento técnico que **A2** tinha ao manusear o chuveiro, desmontando e remontando o aparelho (**DM2**), descrevendo todas as suas partes e procedimentos de instalação (**AC1**). Durante o manuseio deste equipamento, **A3** identificou a diferença existente nas espessuras dos fios (**DM1**) e contou com o auxílio de **A2** ao classificar o mais fino como sendo o “fio terra” (**AC2**). Estes dois alunos estavam sentados lado a lado, manuseando equipamentos semelhantes, fatos que provavelmente auxiliaram neste compartilhamento de conhecimentos. **A1** e **A4** demonstram menos intimidade com o chuveiro, sendo auxiliados pelos professores em sua descrição. Durante esta atividade, o uso dos materiais auxiliou na relação entre os alunos. **A3** foi auxiliado por **A2** na identificação da resistência elétrica deste aparelho e questionou o significado de “*queimar a resistência*”, sendo novamente auxiliado por **A2** que compartilhou de seus conhecimentos, afirmando que o fio “*arrebenta*”.

Ainda nesta atividade, o rádio demonstrou ser um aparelho usual para os alunos. Ao receberem o aparelho, alertaram em seguida para a falta de pilhas. O fato de se manusear o mesmo objeto motivou a origem de dúvidas e compartilhamentos. **A4** questionou o motivo de duas conexões e **A2** compartilhou novamente de seu conhecimento. Constatou-se ainda a relação que os estudantes fizeram com seu cotidiano (**AC4**), onde **A4** relacionou a resistência elétrica com a cafeteira elétrica e os demais alunos mencionaram a semelhança entre os

chuveiros de suas residências com os do encontro. Averiguou-se que todos os alunos tinham noção de como proceder a ligação em série das pilhas.

A2 e **A4**, ao receberem o motor elétrico, realizaram espontaneamente sua ligação (**DM3**) as pilhas, indicando a existência da liberdade proporcionada aos atos discentes. Em todos os equipamentos da primeira atividade, houve esta liberdade. Constatou-se também, que os estudantes não encontraram dificuldades em manusear e descrever os equipamentos e que, estes em sua maioria, faziam parte do cotidiano e do conhecimento dos alunos, visto que, estavam presentes em suas falas.

A terceira atividade comprovou que **A2** e **A3** apresentaram melhor desempenho na identificação das fontes, receptores e condutores (**AC1, AC2**). No entanto, em certo momento, **P1** percebeu que o termo “receptor” provocava conflitos, como no caso de **A2**, que classificou o plug como um receptor. Frente ao ocorrido, **P1** substituiu o termo usado por “consumidor”, o que pareceu sanar o problema.

Durante a quarta atividade, a leitura, constatou-se que **A2** e **A3** já ouviram falar em elétrons, no entanto os demais colegas não. Este fato mostrou a disparidade existente entre o nível conceitual dos estudantes.

A1 apresentou menor participação espontânea nos debates, falando apenas quando requisitado. Tendo este aluno uma característica mais introspectiva, decidiu-se aproxima-lo de **A2**, que se mostrou o mais participativo.

O tema Eletricidade, apresentou boa aceitação pelos estudantes, visto que, constatou-se um número significativo de concepções vinculadas a ele nos discursos discentes.

4.5 – SEGUNDO ENCONTRO: CONDUTORES OU ISOLANTES, CIRCUITO FECHADO OU ABERTO?

O encontro foi realizado no dia 29/11/2007 com duração de uma hora. Os objetivos consistem em trabalhar assuntos referentes a materiais condutores e isolantes e definir circuito aberto e fechado. Com isso, pretende-se verificar até que ponto os alunos conseguem identificar os diferentes componentes apresentados, classificá-los quanto a sua condutividade e relaciona-los com a abertura e fechamento de circuitos.

Preparo:

O encontro será dividido em três momentos. O primeiro constituído pela “Atividade 1” e “Atividade 2”, fará primeiramente uma revisão dos conceitos referentes aos receptores e fontes de energia elétrica e, em seguida, será entregue os equipamentos para o reconhecimento tátil. O CExp é composto por:

Tabela 7 - Materiais do CExp²⁵.

| Equipamentos | Materiais Condutores | Materiais Isolantes |
|--|---|---|
| 1- Um buzzer; 2- Um rádio; 3- Uma tomada; 4- Pilhas médias de 1,5 volts. 5- Fios com conectores RCA; 6- Fios com plug's; 7- Fios com conectores jacarés; 8- Um interruptor; | 1- Papel alumínio; 2- Clipes de metal. | 1- Palito de madeira; 2- Borracha; 3- Papelão; 4- Copo plástico. |

Dentre os equipamentos, alguns já trabalhados no primeiro encontro, houve a adequação da tomada. A fonte é composta por duas pilhas ligadas em série (**figura 17.a**) fixadas atrás da tomada por uma capa plástica (**figura 17.b**). Para indicar o pólo positivo, foi posta uma elevação de fita crepe no lado do respectivo pólo (**figura 17.c**).

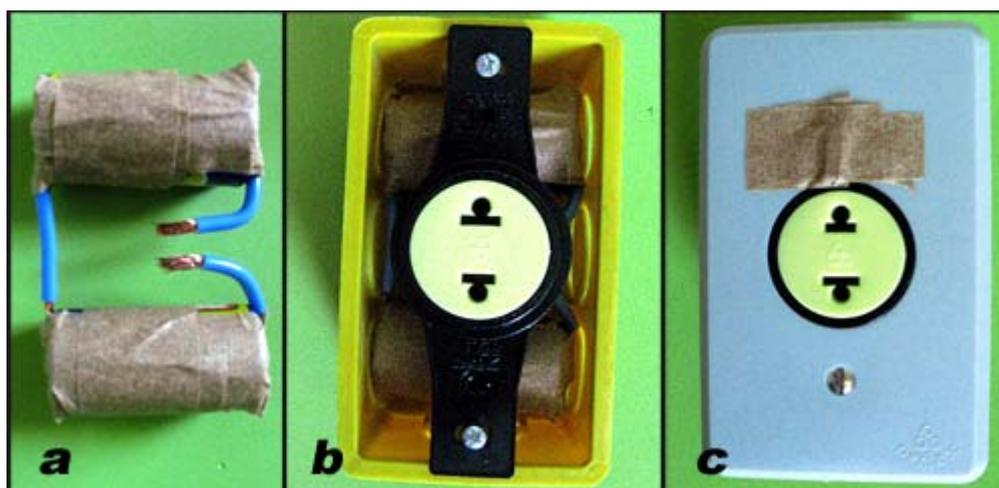


Figura 17: Tomada, alimentada por duas pilhas médias ligadas em série.

²⁵Conjunto experimental.

Estes cuidados são necessários para evitar que os alunos tenham contato com diferenças de potenciais²⁶ nocivas a sua segurança e possam adquirir independência na montagem dos circuitos.

Ao interruptor (**figura 18.a**) são acrescentados dois fios com conectores RCA fêmeas, que permitem sua conexão a futuras montagens. Este é apresentado de maneira a permitir que seus terminais de conexão sejam percebidos tatilmente, procurando com isto, evidenciar a função deste equipamento. Ao fio com plug (**figura 18.b**), também são inseridos dois conectores RCA fêmeas, sendo um deles envolto por fita crepe. O terminal correspondente no plug também tem fita, indicando a região referente a parte positiva.

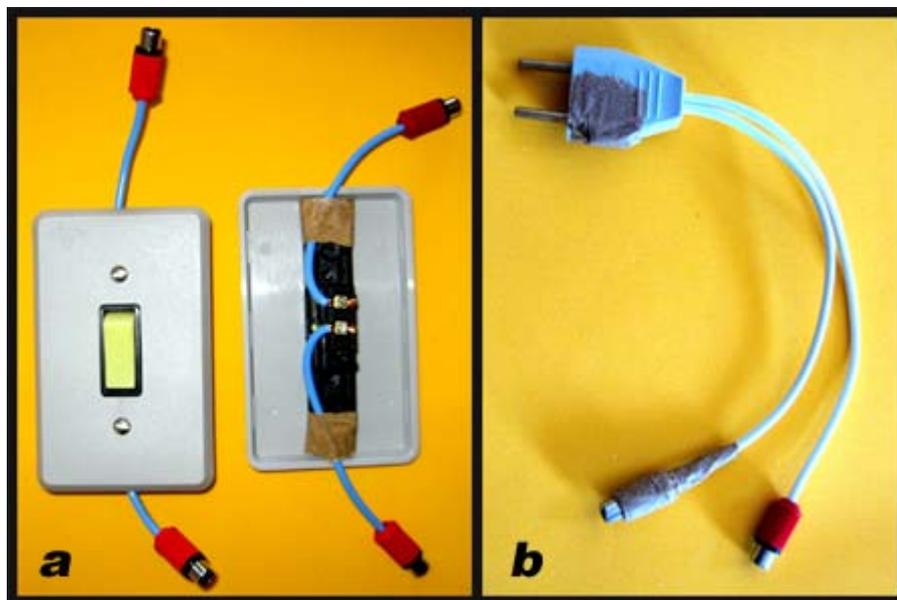


Figura 18: Interruptor (a esquerda) e fio com plug (a direita).

A escolha pelo conector RCA provém de sua robustez, segurança e simplicidade de manuseio, além de ser facilmente encontrado no cotidiano, presente em equipamentos eletro-eletrônicos como DVD's, televisores, aparelhos de som e vídeos cassetes. Ao rádio (**figura 19**) é inserido um fio plug, para permitir sua conexão à tomada. Devido à polaridade definida do aparelho, é acrescentada uma elevação ao lado referente ao pólo positivo, feita de fita crepe.

²⁶ No caso de Santa Catarina, o valor da diferença de potencial elétrico oferecida pelas tomadas bifásicas é duzentos e vinte volts (220 V).



Figura 19: Rádio com plug.

Outros materiais também são submetidos a adequações para a realização das atividades experimentais. Ao buzzer²⁷ (**figura 20**), foram conectados dois conectores RCA fêmea, onde em um deles, há uma elevação feita com fita crepe, que identifica a polaridade positiva.



Figura 20: Buzzer

Foram utilizados dois tipos de fios para conexões entre circuitos. Um deles com extremidade jacaré-RCA (**figura 21.a**) e outro com extremidades RCA-RCA (**figura 21.b**).

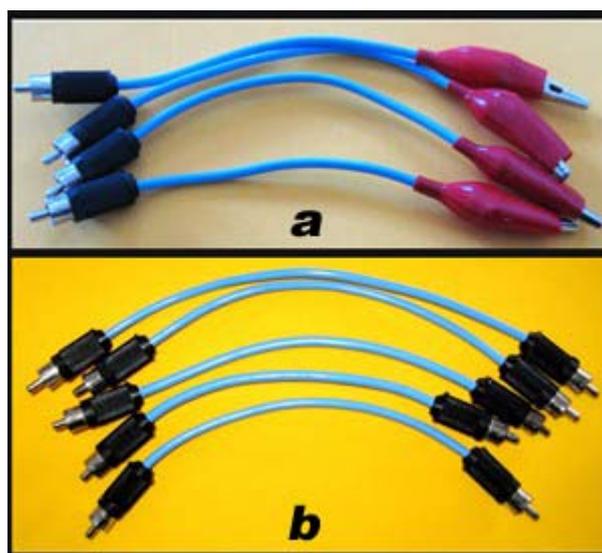


Figura 21: Fios com conectores RCA e jacarés.

²⁷ Componente eletrônico detalhado no capítulo 3.

O segundo momento, será composto pelas atividades 3 e 4. A primeira, destina-se ao estudo dos condutores e isolantes elétricos e a segunda para trabalhar com os conceitos de circuito aberto e fechado. O terceiro momento, responsável pela atividade 5, realizará a leitura de dois textos retirado do GREF (1991), “Elementos de um circuito” (Anexo 2) e “Choque elétrico” (Anexo 3).

Execução:

Durante este encontro, o aluno **A3**, por estar viajando, não pôde participar. **A1** e **A2** formaram uma dupla, a fim de permitir ao pesquisador a observação de suas relações. Na mesa de **A4** não foi inserida a tira de E.V.A, visto que, por possuir baixa visão, ele mesmo solicitou ao professor esta modificação.

Primeiro momento

Atividade 1:

(a)_Revisão- O professor revisa o que foi estudado no encontro anterior, enfatizando os conceitos referentes aos receptores e fontes de energia elétrica, procurando verificar o que foi assimilado pelos estudantes.

Inicia-se convidando os estudantes a relatarem o que lembram do encontro anterior. O primeiro a falar é **A4**, lembrando o chuveiro elétrico, o esquentador elétrico e a tomada (**Elemento AC1**). Já, **A2** referi-se os termos científicos, condutores de energia elétrica, isolantes, fontes de energia e receptores (**Elemento AC2**). Ao serem questionados sobre quais dos materiais representam as fontes elétricas, **A2** e **A1** citam as tomadas e as pilhas (**Elemento AC2**). Em seguida, os alunos são convidados a lembrar dos receptores, **A4** menciona o chuveiro e o esquentador elétrico e **A2**, o rádio (**Elemento AC2**). A partir disso, o professor diz que no presente encontro serão utilizados as tomadas e os rádios.

Atividade 2:

(a)_Atividade experimental de compartilhamento- O professor então explica que, o motivo para não se fazer uso das tomadas instaladas no ambiente é devido a periculosidade que a tensão de 220 V oferece para as atividades didáticas, sendo por isto, trabalhado com pilhas conectadas à tomada. Na seqüência, entrega-se uma tomada e um rádio para cada aluno, permitindo seu manuseio (**Elemento DM1**). **A2** afirma que deve haver uma

determinada posição para o encaixe do plug, devido à polaridade definida existente numa fonte de corrente contínua (**Elemento AC1, AC3**). Este fato permite que sejam atribuídas as funções das respectivas elevações feitas com fita crepe nos equipamentos, solucionando a questão. Os alunos então são convidados a conectarem os rádios às tomadas e os ligarem (**Elemento DM2**). Neste momento, **A4** conecta o plug e **A1** liga o rádio, porém, o equipamento não funciona, percebendo o ocorrido, **A4** inverte a posição do plug na tomada, fazendo o aparelho funcionar.

O professor revisa com os alunos o valor da diferença de potencial presente em cada pilha (um e meio volts), os nomes dos pólos da pilha (positivo e negativo) e a diferença existente entre a “energia elétrica” alternada e contínua, informando que o valor da frequência da alternada é de sessenta hertz. Na seqüência os alunos são convidados a relatarem as possibilidades existentes para desligar o rádio, retratado no trecho abaixo;

P1: *Como a gente poderia desligar este rádio?(...) O maior número de idéias possíveis.*

A4: *Tirando da tomada. (Elemento AC1).*

A2: *Desligando o botão (referindo-se a chave liga-desliga). (Elemento AC1).*

A1: *Desligando o botão. (Elemento AC2).*

A2: *Cortando o fio. (Elemento AC1).*

A4: *É! (Elemento AC2).*

A2: *Tirar a pilha aqui de dentro. (Elemento AC1).*

A1: *Tirando a pilha. (Elemento AC2).*

A2: *Pode deixar ligado até acabar a pilha dele. (Elemento AC1).*

P1: *Quando faz isso que vocês disseram, vocês abriram o circuito (...) E quando o rádio está funcionando tu fechou o circuito. Então quando o rádio está funcionando é um circuito...*

A1/A2/A4: *Fechado. (Ao mesmo tempo) (Elemento AC1).*

P1: *E quando ele está desligado, circuito...*

A1/A2/A4: *Aberto. (Ao mesmo tempo) (Elemento AC1).*

Todos os estudantes participam expressando suas idéias, relacionando ao final da conversa, o funcionamento do rádio com a abertura e o fechamento do circuito.

Em seguida, apresenta-se o buzzer, permitindo a sua identificação (**Elemento DM1**), **A2** afirma que conhece o equipamento, presente em alguns telefones (**Elemento AC4**). **P1** explica as particularidades e o motivo de sua escolha para as atividades. As pilhas são entregues para que seja feita a conexão com o buzzer. Ao efetuar a ligação, **A2** e **A4** seguram

a pilha entre as mãos e com os dedos, indicador e polegar, seguraram os fios, encostando-os nos pólos da pilha. Já **A1**, mantém a pilha sobre a mesa, encostada na tira de **E.V.A**, impedindo que gire, segurando os fios como seus colegas e efetuando a ligação (**Elemento DM2**). Neste momento, os alunos são questionados sobre a abertura e o fechamento do circuito, a fim de revisar estes conceitos. **A1** e **A2** respondem que ao emitir som fecha-se o circuito (**Elemento AC1**), porém **A4** afirma que abre (**Elemento AC3**). **P1**, então, faz **A4** perceber seu equívoco, lembrando a atividade anterior, com o rádio e a tomada, onde ele havia respondido corretamente.

Logo após, o professor retira as pilhas, deixando o buzzer e entrega a tomada e os fios. Ao tatear este último (**Elemento DM1**), **A2** afirma que se trata de conectores RCA (**Elemento AC1, AC4**). Os alunos, então, conectam os fios no buzzer (**Elemento DM2**). No entanto, **A4** tenta encaixar o conector RCA na tomada. Vendo isto, o professor apresenta o fio com plug, e explica como utilizar aquele material, realizando as devidas conexões. **A2**, monta o circuito primeiro que seus colegas (**Elemento DM2**). O professor então, faz novamente as relações entre os circuitos fechado e aberto.

Após o reconhecimento dos objetos, é entregue o interruptor. Os alunos percebem na sua parte traseira a separação entre os fios (**Elemento DM1**). Ao inseri-lo no circuito, **A2** chama a atenção para a falta de fios para realizar as conexões (**Elemento DM2**), **P1**, então, entrega o material e o aluno conclui a montagem. **A4** e **A1** após completarem a montagem, percebem que o buzzer não emitiu som. **P1** pergunta o que poderia ter ocorrido de errado e **A2** responde corretamente, dizendo que faltou acionar a chave do interruptor (**Elemento AC1**). Na seqüência é novamente feita uma revisão sobre circuito aberto e fechado, solicitando que os alunos falem algumas das possibilidades de abri-lo. Os alunos citam a abertura do interruptor e a falta de energia.

Segundo momento

É apresentado o fio com conectores jacarés, permitindo seu reconhecimento tátil (**Elemento DM1**). **A2** fala que já é do seu conhecimento, porém em um tamanho maior (**Elemento AC1, AC4**). Solicita-se que retirem o interruptor e em seu lugar insiram estes fios. **A2** é o primeiro a terminar e enquanto espera seus colegas concluírem, relata que já utilizou este conector para fazer “chupetas em baterias²⁸” (**Elemento AC4**). **A4** e **A1** precisaram do auxílio docente para a montagem, pois conectaram o buzzer com a polaridade invertida. Após

²⁸ Procedimento que se utilizam fios com conectores jacarés para transmitir corrente elétrica da bateria de um carro para outro.

as devidas correções, **P1** solicita que percorram o circuito com as mãos, para que percebam os detalhes da montagem.

Este momento é destinado ao estudo dos condutores e isolantes elétricos. Para isso, são distribuídos alguns materiais, solicitando aos alunos que os insiram ao circuito, um de cada vez, fixando-os com os conectores jacarés, a fim de classificá-los quanto a sua condutividade elétrica. Ao inserir o objeto no circuito, se não ocorrer emissão de som, significa que o material é isolante, caso contrário, é condutor.

Atividade 3:

(a)_Atividade experimental de compartilhamento- O professor pergunta se o material isolante permite ou não a passagem da “energia elétrica”. **A4** responde “*não deixa passar*” (**Elemento AC1**). Em seguida, entrega-se o palito de madeira, que é rapidamente identificado (**Elemento DM1**), pergunta-se então se ele é isolante ou condutor. Os alunos respondem simultaneamente “*isolante*” (**Elemento AC1**). O professor os convida a inseri-lo no circuito, fixando-o por meio dos conectores jacarés. Após realizar a tarefa são questionados se ocorreu a abertura ou o fechamento do circuito, **A1** e **A2** responderam que está aberto (**Elemento AC1**), porém **A4** afirmou que “*não passará energia, fechando o circuito*” (**Elemento AC3**). Este fato indica que houve a compreensão do fenômeno, visto que realmente não passaria “energia elétrica”, porém, não houve a correta utilização do termo fechado. Frente a isto, o professor explica novamente a relação do circuito aberto e fechado com o som emitido pelo buzzer.

(b)_Atividade experimental de comprobatória- Em seguida os alunos realizam novamente a ação, percebendo a não emissão de som. O mesmo é realizado com o alumínio, borracha, copo plástico, cliques e papelão, identificando-os e classificando-os quanto a sua condutividade, assim como também, relacionados com a abertura ou fechamento do circuito. Os alunos acertam todas as suas hipóteses. Um fato interessante é a resposta dada por **A2** quanto a condutividade do cliques: “*Aí depende, se o cliques for de plástico não, se for de ferro vai ser condutor né.*”(**Elemento AC1**), demonstrando ter a noção de que a condutividade não depende do objeto, mas sim do material que o compõe.

Atividade 4:

(a)_Atividade experimental de comprobatória- Em seguida, os alunos são convidados a montarem o circuito, inserindo todos os equipamentos (**figura 22**).

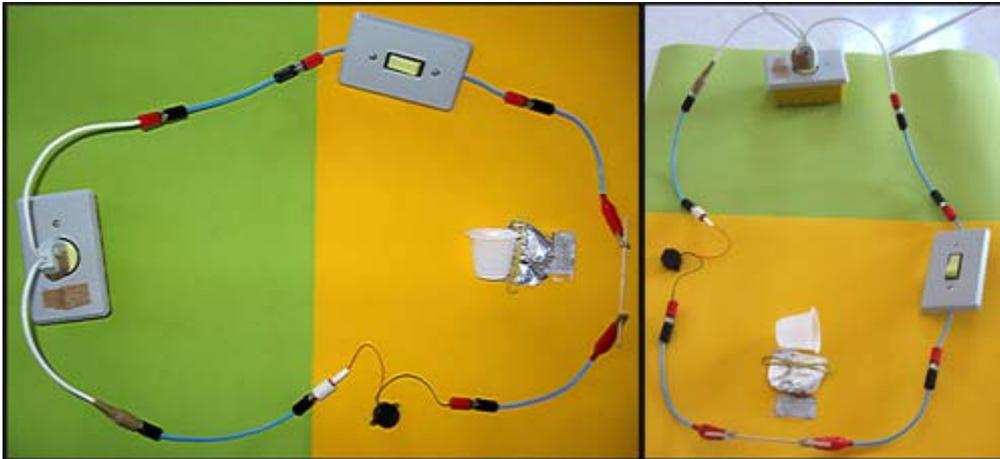


Figura 22: Circuito montado com todos os equipamentos. Visto de cima (a esquerda) e de perspectiva (a direita).

Todos os alunos conseguem conectar corretamente as partes sem demonstrarem grandes dificuldades (**Elemento AC2**). A partir disso, é realizada novamente uma revisão sobre o conceito aberto e fechado, lembrando quais dos materiais ali presentes abrem ou fecham o circuito. Revisam-se também os conceitos fontes, receptores e condutores.

Terceiro momento

São lidos os textos (Anexo 2) e (Anexo 3), aproveitando assim, para situar os elementos do circuito através da revisão do conteúdo e ainda, oportunizar uma discussão sobre a relação existente entre os choques elétricos e os elétrons. Ao final do encontro os alunos foram convidados a falar dos pontos que mais lhes chamaram a atenção.

Atividade 5:

(a)_Leitura interativa- Durante a “leitura interativa” do texto, **P1** realiza algumas paradas para verificar se os alunos estão acompanhando. A partir da leitura motiva-se uma conversa sobre o termo corrente elétrica, afirmando que será mais bem detalhada no encontro seguinte. O professor relaciona o choque elétrico com o fechamento do circuito, sendo que, a pessoa envolvida neste evento, para sofrer um choque elétrico deverá estar inserida no circuito. Na seqüência, cada aluno foi convidado a ilustrar o encontro com um episódio onde vivenciaram este fenômeno;

P1: *Se vocês estivessem usando a tomada (referindo-se a de 220 volts) vocês acham que teriam levado choque?*

A2: *Uhum (afirmando).*

A4: *Sim.*

P1: *Vocês já tomaram algum choque?*

A2: *Vários.*

A1: *Eu já.*

A4: *Já.*

P1: *Vocês se lembram de algum destes episódios para contar?*

A4: *Eu morava no interior (...) aí tinha a cerca elétrica e eu não vi os arames, aí eu fui caminhando e bati neles e eles estavam ligados. Não era aquele choque forte né, mas eu senti o choque. (Elemento AC3).*

A1: *Eu estava ligando o som na tomada, e aí levei o choque. (Elemento AC3).*

A2: *Foi tantos, mas o último, eu desmontei a televisão e esqueci de tirar a carga do tubo, esqueci de descarregar o tubo. (Elemento AC3).*

P1: *E vocês sabem por que levaram choque?*

A2: *Porque tinha corrente elétrica passando... (Elemento AC1).*

P1: *Passando por vocês, ou seja, vocês começaram a fazer parte...*

A2: *Do circuito, fechamos um curto. (Elemento AC2).*

P1: *Vocês fecharam o circuito concordam? (Os alunos acenaram positivamente com a cabeça).*

Partindo do material que os alunos têm em mãos, inicia-se uma conversa que leva os estudantes a relatarem exemplos do seu cotidiano. **A2** demonstra, através de seus relatos, que possui grande intimidade com aparelhos elétricos, mencionando inclusive o termo corrente elétrica, conceito que será tratado no próximo encontro.

Ao término do encontro, **A2** sugere ainda a utilização do buzzer no lugar da lâmpada de uma chave de teste (**Elemento DM4**), porém, chega-se a um consenso que não será possível, visto que a energia fornecida pela tomada é alternada.

Análise:

Durante a primeira atividade, verificou-se que **A2** demonstrou ter assimilado os termos científicos, condutores de energia elétrica, isolantes, fontes de energia e receptores, ao contrário de **A1** e **A4**, que remeteram seus pensamentos aos materiais. Este fato indicou que já

se encontrava inserido no discurso dos dois últimos os materiais utilizados, sugerindo a necessidade de enfatizar o uso dos termos científicos.

Na segunda atividade, após o professor evidenciar as funções dos detalhes em fita crepe inseridos à tomada e ao plug do rádio, **A1** e **A4** não realizaram a conexão adequadamente. Este fato indicou que mesmo havendo uma explicação docente precedente a ação, os alunos não fizeram relação com a atividade, sendo esta, realizada somente após a ação. Durante a atividade, os alunos demonstraram estar entendendo a relação do funcionamento do rádio com a abertura e fechamento do circuito. **A2** demonstrou saber que o nome dos conectores utilizados é RCA. Durante a conexão do buzzer, **A4** e **A1** realizaram-na equivocadamente, **P1**, no entanto, não relatou qual o erro, mas perguntou o que pôde ter ocorrido. **A2** compartilhou seu conhecimento dizendo que o interruptor “não estava ligado”, solucionando o problema. Ficou evidente que a entrega progressiva do material permitiu que os alunos o identificassem e realizassem algumas operacionalizações, até chegar ao circuito completo. Este procedimento mostrou-se eficaz, visto que, poucas foram as dificuldades referentes à montagem dos circuitos, solucionadas com a intervenção docente por meio de explicações verbais.

Na terceira atividade, o procedimento utilizado procurou levantar os pré-conceitos dos estudantes, para então realizar a ação. Os materiais utilizados mostraram-se simples e de fácil reconhecimento tátil, visto que, os alunos os relacionaram corretamente com suas respectivas condutividades. Apenas **A2** afirmou que no caso do clipe, sua condutividade depende do material que o compõe.

Na quarta atividade, averiguou-se que houve a relação entre o conceito aberto e fechado com a emissão ou não de som pelo buzzer.

A quinta atividade oportunizou uma discussão sobre a relação existente entre os choques elétricos e os elétrons. Esta atividade, procurou motivar os alunos a pensarem no porquê se leva choque, no intuito de motivar o surgimento de questionamentos referentes a corrente elétrica, visto que este conceito será trabalhada no encontro seguinte.

Quanto à classificação dos aparelhos como fontes e receptores elétricos, os três alunos realizaram corretamente as relações, mostrando terem assimilado os conceitos. Durante as atividades, os alunos não encontraram dificuldades quanto ao manuseio dos materiais e sua identificação.

O procedimento utilizado para ensinar os conceitos referentes ao circuito aberto e fechado, onde trabalhou-se primeiro a ação, ou seja, a montagem dos circuitos, para em seguida, então, trabalhar os conceitos, apresentou-se adequada. Durante as atividades

realizaram-se várias revisões. Este procedimento foi efetuado na intenção minimizar as disparidades na assimilação dos conceitos, procurando assim, promover um ambiente onde todos os alunos encontrassem condições de atingir o mesmo nível de aprendizado. Um indício desta importância, foi observado nas relações conceituais construídas por **A4**, que demonstrou ter tido dificuldades em relacionar o termo aberto e fechado aos variados circuitos montados, porém, as sucessivas revisões auxiliaram-no nesta questão. Percebeu-se ainda, que no decorrer do encontro, mesmo não havendo momentos específicos que motivassem a criação de novas atividades por parte dos alunos, **A2** propôs a utilização do buzzer no lugar da lâmpada da chave de teste.

Ademais, acredita-se que a reorganização dos alunos em sala surtiu efeito, pois **A1** apresentou maior participação, expressando suas opiniões e permanecendo ativo em todas as atividades. A relação entre **A1** e **A4**, mostrou um caráter cooperativo, onde um auxiliava na dificuldade do outro, conseguindo assim, realizar todas as atividades sem grandes dificuldades.

4.6 – TERCEIRO ENCONTRO: A CORRENTE ELÉTRICA EM NÍVEL ATÔMICO.

O encontro foi realizado no dia 03/12/2007, com duração de uma hora. O objetivo deste encontro foi conceituar corrente elétrica, estudando o movimento dos elétrons livres dentro de um fio condutor, submetidos ou não a uma diferença de potencial.

Preparo:

O encontro será dividido em quatro momentos. O primeiro, composto pela “Atividade 1”, tratará de revisar o conceito de circuito aberto e fechado e o fenômeno do choque elétrico. O segundo momento, contém a atividade 2 e 3, para motivar uma discussão sobre o que irá ocorrer no interior do fio elétrico para que ele forneça um choque elétrico. Estabelecer a diferença entre corrente elétrica alternada e contínua, assim como também, corrente convencional²⁹ e real.

O terceiro momento, composto pela “Atividade 4”, será destinado ao estudo da corrente elétrica a nível atômico. Para isto será utilizada uma maquete (**figura 23.b**), que representa um fio condutor. Composta por um canudo de papelão com grãos de milho em seu

²⁹ Corrente elétrica convencional, constitui-se naquela que percorre o circuito do pólo positivo ao negativo, já a corrente real, percorre no sentido contrário GREF (1991).

interior, os quais são relacionados aos elétrons livres de um fio. Esta maquete é projetada para ser aberta (**figura 23.a**). Em seu interior há esferas de isopor fixas, representando os átomos³⁰ e grãos de milho, que representam os elétrons.



Figura 23: Maquete, desmontada (a cima) e montada (a baixo).

A maquete permite a percepção do som emitido pelo arraste dos grãos no interior do tubo. As extremidades são compostas por “tampas” plásticas, que permitem uma boa percepção tátil/auditiva dos grãos em movimento.

O quarto momento proporcionará a leitura de um recorte do texto “A corrente elétrica vista por dentro” (GREF 1991) (Anexo 4) e a procura induzir a correta utilização do termo “corrente elétrica”.

Execução:

Estavam presentes os alunos **A1**, **A2** e **A4**. O aluno **A3** não pode comparecer, pois estava viajando. O primeiro momento foi dedicado à revisão do encontro passado.

Primeiro momento

É feita a revisão verbal do o circuito aberto/fechado e também do fenômeno do choque elétrico.

³⁰ O modelo do átomo é tratado a nível informativo.

Atividade 1:

(a)_**Revisão**- Durante a revisão, **A4** menciona o uso dos fios e as variadas conexões realizadas (**Elemento AC1**), **A2** lembra do buzzer, dos conectores jacarés, do procedimento realizado com o rádio e a tomada (**Elemento AC1**), dos circuitos aberto e fechado (**Elemento AC2**) e o uso do interruptor para esta atividade (**Elemento AC1**). A partir disto, **P1** direciona as perguntas referindo-se a este último conceito, conforme o relato;

P1: *O rádio ligado é que tipo de circuito?*

A1/A2/A4: *Fechado.* (simultaneamente) (**Elemento AC1**).

P1: *E quando ele está desligado?*

A1/A2/A4: *Aberto.* (simultaneamente) (**Elemento AC1**).

Os alunos relacionam corretamente o evento citado, com o conceito aberto e fechado, demonstrando a ocorrência de sua assimilação. Em seguida, **P1** prossegue, motivando os alunos a recordarem dos equipamentos trabalhados no primeiro encontro, com isso, **A2** menciona o chuveiro, o ebulidor elétrico, a tomada, o plug, os fios e o interruptor (**Elemento AC1**); **A4** cita o rádio (**Elemento AC1**) e **A1** as pilhas (**Elemento AC1**), lembrando ainda da sua conexão as tomadas. Pergunta-se “quais são classificados como fontes e receptores?”. **A1** e **A2** respondem, tomadas, para o primeiro e rádios para o segundo (**Elemento AC2**), **A2** ainda menciona o chuveiro e o buzzer. Em seguida o professor revisa o que foi discutido sobre o evento choque elétrico, iniciando o novo conteúdo a partir deste tópico.

Segundo momento

Atividade 2:

(a)_**Atividade experimental de compartilhamento**- Entrega-se um fio com as pontas desencapadas para cada aluno, perguntando em seguida se ele está “*dando choque ou não?*” (**Elemento DM1**). Com isso, procura-se dar início a uma discussão que visa chegar ao conceito de corrente elétrica. O trecho a seguir retrata este momento;

P1: *Este fio está dando choque na mão de vocês?*

A1/A2/A4: *Não.* (simultaneamente) (**Elemento AC1**).

P1: *Por que vocês não estão tomando choque com este fio?*

A2: *Porque ele não está ligado numa fonte de energia né.* (**Elemento AC1**).

P1: *E se ele estivesse ligado numa fonte de energia, que diferença ele teria?*

A2: *Teria corrente elétrica passando por ele né.* (**Elemento AC1**).

P1: *Todos estão de acordo com o que A2 falou?*

A1/A4: *Sim.* (simultaneamente) **(Elemento AC2)**.

P1: *Eu queria que vocês me dessem algumas sugestões (...) para que este fio provocasse um choque elétrico.*

A4: *Colocando na tomada.* **(Elemento AC1)**.

A2: *A tomada.* **(Elemento AC1)**.

P1: *Concorda A1?*

A1: *Sim.* **(Elemento AC2)**.

P1: *Será que algo passa por nós quando a gente leva um choque?*

A2: *Passa.* **(Elemento AC1)**.

A4: *Passa.* **(Elemento AC1)**.

P1: *O que você acha A1?*

A1: *Quando leva um choque (...) fecha um circuito (...) passa uma... (não completou a resposta).* **(Elemento AC1)**.

A2: *Passa corrente elétrica por nosso corpo.* **(Elemento AC2)**.

P1: *O que seria esta corrente que passa por dentro de vocês?*

A2: *São os prótons e os elétrons circulando pelo nosso corpo (...) somos condutores de eletricidade.* **(Elemento AC1)**.

P1: *Todo mundo sabe o que é próton e elétron?*

A1/A4: *Não.* (simultaneamente).

P1: *A2, o que tu considera prótons e elétrons?*

A2: *São as cargas positivas e negativas.* **(Elemento AC1)**.

P1: *Quem são as negativas e as positivas?*

A2: *Agora eu não lembro.*

A partir da constatação de que o fio não está “*dando choque*”, a conversa suscita termos importantes, como os prótons, elétrons, cargas positivas e negativas. Percebe-se ainda que, **A2** oferece maior participação, porém, não sabe responder a última questão. **A4** e **A1** mostram-se atentos, o primeiro com algumas exposições espontâneas e o segundo, quando diretamente questionado. No entanto, mostram não saber do que se tratam esses termos. **P1**, então, verifica o surgimento de uma lacuna conceitual. Sendo assim, redireciona as perguntas, a fim de suprir esta falta, retratado no trecho;

P1: *Se vocês cortarem este fio (...) mil vezes ele vai ficar bem pequenininho concordam?*

A1/A4: *Sim.* (simultaneamente) **(Elemento AC2)**.

P1: *Tu pegas e corta mais (vezes), tu achas que vai chegar a um limite (...) ou tu vais cortar infinitamente?*

A4: *Vai chegar a um limite. (Elemento AC1).*

P1: *E este limite, no modelo clássico, é o átomo.*

A4 comenta a existência de um limite mínimo da matéria, **P1**, então, atribuiu a este, o nome de átomo. Em seguida, na tentativa de ilustrar a informação, o professor segura a mão direita, fechada, de **A4**, relacionando-a com o núcleo atômico. Com os dedos da mão esquerda realiza voltas em torno da primeira, atribuindo-lhes a função dos elétrons. Processo repetido com os demais alunos.

Em seguida, relaciona a palavra eletricidade com o movimento dos elétrons, procurando relacionar a primeira parte da palavra, “eletri”, com os elétrons e a segunda, “cidade”, com o movimento. Logo após, inicia uma nova conversa, no intuito de evidenciar o significado da palavra elétron, conforme o trecho;

P1: *Será que no fio que está nas mãos de vocês tem elétrons?*

A1/A2: *Não. (simultaneamente) (Elemento AC1).*

A4: *Agora não. (Elemento AC1).*

P1: *Tem corrente elétrica neste fio?*

A1/A2/A4: *Não. (simultaneamente) (Elemento AC1).*

P1: *Mas a corrente elétrica (...) é o movimento de quem?*

A2: *Dos elétrons. (Elemento AC1).*

P1: *Então, aonde tem elétrons tem corrente elétrica?*

A4: *Acho que sim. (Elemento AC1).*

A2/A1: *Acho que não. (Elemento AC1).*

P1: *E aonde tem corrente elétrica, tem que ter elétrons?*

A2: *Tem. (Elemento AC1).*

A4/A1: *Sim. (Elemento AC1).*

P1: *Mas este metal aí, é feito de que particulazinhas?*

A2: *Núcleo. (Elemento AC1).*

P1: *Que é dividido em prótons e nêutrons.*

A2: *E o elétron. (Elemento AC1).*

P1: *Então, tem elétrons neste fio ou não tem?*

A2: *Agora tem. (Elemento AC2).*

A4: *Tem. (Elemento AC2).*

P1: *Na corrente elétrica, quem está se movendo no fio?*

A2: *O elétron. (Elemento AC1).*

Os alunos não se referem aos elétrons como parte da matéria, visto que, suas falas evidenciam que a presença deles esta vinculada apenas a passagem da corrente elétrica. No entanto, com o decorrer da conversa, é construído um modelo mental da estrutura cristalina, onde os alunos parecem estar de acordo com a teoria. Verifica-se ainda, que **A2** e **A4** mudam de resposta após **P1** questioná-los sobre a presença do elétron no fio, afirmando haver estes elementos no material mesmo sem a existência da corrente elétrica.

Atividade 3:

(a)_Atividade experimental de compartilhamento- Na seqüência, **P1** entrega um buzzer e uma pilha para cada aluno, revisando os respectivos pólos da última, solicitando em seguida que realizem a conexão (**Elemento DM1, DM2**). Durante este procedimento, **A1** não obtém êxito, sendo auxiliado por **A2**.

Logo após, o professor revisa os circuitos abertos e fechados, para então trabalhar com o sentido da corrente elétrica. Ao serem questionados sobre isto, todos os alunos afirmam que ela sai do pólo positivo da pilha e retorna para o negativo (**Elemento AC1**). O professor então realiza uma explicação, onde relaciona o sinal das cargas dos elétrons com a palavra, eletro-negatividade. Os alunos então, mudam sua resposta, afirmando agora que a corrente elétrica sai do pólo negativo (**Elemento AC2**). Neste momento é mencionado o fato histórico que trata da diferença existente entre a corrente convencional³¹ e a real, a primeira referente ao movimento das cargas positivas e o segunda, das negativas. Os alunos então, são convidados a mostrarem, com as mãos, o caminho que os elétrons percorrem no circuito (**Elemento DM2**), conforme o trecho;

A2: *Ele sai da pilha, do negativo, percorre o fio, o elétron, passa pelo buzzer e volta por este outro fio que é o positivo. Fica circulando aqui dentro. (Elemento AC1).*

A4: *Sai do positivo e volta pro negativo. (Elemento AC1).*

P1: *Tá certo o que ele falou A2?*

A2: *Não, ele (o elétron) sai do negativo. (Elemento AC3).*

P1: *Tu (A4) falou da corrente convencional, não está errado, mas a gente está tratando do movimento dos elétrons.*

³¹ Corrente elétrica convencional, constitui-se naquela que percorre o circuito do pólo positivo ao negativo, já a corrente real, percorre no sentido contrário GREF (1991).

A4: *A tá. Então sai do negativo e passa pelo fio e chega até aqui (indicando o pólo positivo) e daí continua (repete o processo). (Elemento AC2).*

A1: *Sai aqui do negativo, passa pelo fio, chega até aqui (indicando o buzzer) e daí vem até o positivo. Aí gira de novo. (Elemento AC1).*

A2 e **A1** respondem corretamente, no entanto, **A4** não. Após auxílio de **A2** e o relato de **P1**, **A4** demonstra ter entendido a questão, reelaborando sua resposta. Os alunos ainda citam a existência da continuidade do circuito, fato este, intensamente revisado durante o encontro anterior.

Terceiro momento

Atividade 4:

(a) **Atividade experimental modelizadora** - Apresenta-se a maquete, solicitando aos alunos que a “chacoalhem” e descrevam o que percebem (**Elemento DM1, DM2**). Todos perceberam que o som emitido indicava a presença de elementos móveis no seu interior. O professor atribui a função dos elétrons às partes moveis (os grãos) e faz uma analogia entre o movimento (dos grãos) com a corrente elétrica.

Em seguida, solicita-se que desmontem a maquete e retirem os grãos de milho do seu interior. No lugar destes, os estudantes são convidados a utilizar os seus dedos, percorrendo o tubo de um lado a outro (**Elemento DM2**). **P1** então, procura evidenciar o sentido da corrente elétrica, encostando a maquete no pólo negativo da pilha. Em seguida, segura uma das mãos dos alunos e, colocando-a em contato com o respectivo pólo, simula o movimento dos elétrons livres, percorrendo o tubo em direção ao pólo positivo (**Elemento DM2**), permitindo ao estudante construir uma imagem mental referente à continuidade do circuito.

Quarto momento

Atividade 5:

(a) **Leitura interativa**- Realiza-se a “leitura interativa” do texto (Anexo 4), procurando revisar e elucidar os conceitos referentes aos elétrons livres, composição do átomo, movimento caótico dos elétrons livres, a superposição do movimento térmico com o movimento adicional aplicado aos elétrons por uma diferença de potencial, velocidades dos elétrons, relação existente entre elétrons, suas cargas e o tempo de percurso e diferença entre corrente alternada e contínua.

Para explicar os elétrons livres, o professor procede de forma semelhante à explicação dada aos átomos, segurando a mão direita, fechada, de cada estudante. Com a esquerda, simula o elétron livre passando pelo átomo.

Para evidenciar a composição dos átomos, o professor segura uma das mãos dos alunos e, encostando-a na esfera de isopor da maquete, afirma que ali está o átomo.

Ao trabalhar o movimento caótico dos elétrons livres, **devido à energia térmica**, o professor, segura o dedo indicador dos estudantes, encosta-o na parte interna da maquete, e o vibra rapidamente para todos os lados, sem se deslocar pela extensão do tubo.

Quanto à superposição dos movimentos caóticos e ordenado, provocado por uma diferença de potencial elétrico, repete-se o procedimento anterior, porém, agora, empurrando lentamente o dedo do estudante em um sentido, deslocando-o pelo tubo, chamando a atenção para as diferentes velocidades, **sendo a de origem térmica muito mais rápida que a ordenada**, devido a diferença de potencial elétrico.

Ao procurar evidenciar a diferença das velocidades caóticas e ordenadas (a caótica, em torno de 100.000 m/s e a ordenada 1mm/s, GREF 1991), os alunos são convidados a abrirem seus braços horizontalmente, encostando suas mãos. Atribui-se então, a distância de um metro a cada braço, havendo então, seis metros. O professor, em seguida, percorre toda a extensão dos braços com um tubo de papel e, através do som emitido pelo arraste com os braços dos estudantes, constrói a relação da distância pelo tempo. Percorrendo toda a extensão no período de um segundo, afirma ter sido a velocidade de seis metros por segundo (6 m/s). Logo após, para dar continuidade a esta analogia, solicita-se que os alunos imaginem a presença de mais cinquenta mil alunos com os braços abertos e imaginem ainda, o tubo de papel percorrendo todos estes alunos em um segundo, ao ouvirem isto exclamaram “*É muito rápido*”, indicando terem entendido a dimensão deste valor (100.000 m/s).

Ao tratar da velocidade adicional (1mm/s), o professor une os dedos, indicador com o polegar, de cada aluno, deixando um espaço entre eles de aproximadamente um milímetro, para então, percorre-lo em um segundo, mencionando ser a velocidade de um milímetro por segundo. Deste modo, pôde-se evidenciar a diferença existente entre cem mil metros por segundo e um milímetro por segundo, referentes ao movimento caótico e ordenado dos elétrons livres.

Ao tratar da relação existente entre os elétrons e o tempo, solicita-se que os alunos percorram com dois dedos a maquete em um tempo de dois segundos, chamando a atenção que sua divisão terá como resultado o número um, referente ao valor da corrente elétrica.

Repete-se o processo, porém agora, com apenas um dedo percorrendo o tudo em um segundo, chegando ao mesmo valor.

Ao relacionar os elétrons com sua carga, primeiramente fala-se que ele possui massa e carga, e que, assim como a massa, a carga também é uma particularidade ou propriedade dele, que possui um valor muitíssimo inferior ao se relacionar com objetos perceptíveis tatilmente. Revisam-se então os dois sinais das cargas, positivo e negativo, a fim de relacionar com os conceitos já estudados. Em seguida, ao revisar o conceito de corrente alternada e contínua, o professor convida **A2** a relatar o que ele sabe sobre isto, recebendo como resposta o seguinte: “*ela não tem o negativo e o positivo definido, ela vai e volta por um caminho, ou pelo mesmo (...) a pilha não, é um sentido só*” (**Elemento AC1**). Esta fala é relacionada com a parte final do texto lido, que explica o fato da corrente elétrica se manter constantemente e com o mesmo sentido, quando um aparelho encontra-se ligado a uma pilha. Já na tomada, a corrente é alternada e, ora tem um sentido ora tem outro, oposto ao primeiro (GREF, 1991).

Atividade 6:

(a)_**Inserção de termos científicos-** Realiza-se uma revisão dos equipamentos trabalhados no primeiro encontro, concentrando-se nos receptores, onde é recordado o chuveiro, ebulidor elétrico e o rádio (**Elemento AC1**). Em seguida, uma discussão para proporcionar a substituição do termo “energia elétrica” por “corrente elétrica”, conforme retratado no trecho;

P1: *O que é necessário acontecer no interior dos fios de um circuito, para que os equipamentos citados funcionem?*

A4: *Passar corrente elétrica. (Elemento AC1).*

A2: *Ter uma força pra fazer girar mais forte os elétrons né. (Elemento AC1).*

P1: *E fazendo os elétrons se movimentarem você está ocasionando uma...*

A2: *Corrente elétrica. (Elemento AC1).*

P1: *Estás de acordo A1?*

A1: *Sim. (Elemento AC2).*

P1: *Então de hoje em diante, a gente vai substituir o termo energia elétrica por corrente elétrica.*

A4: *Ah tá. (Elemento AC2).*

Observa-se que os alunos já citam o nome “corrente elétrica” e que, o relacionam corretamente com o movimento dos elétrons, desta forma **P1** apenas evidencia ao final da conversa a substituição do termo.

Ao serem convidados a relatarem o que mais lhes chamou a atenção, apenas **A4** se pronuncia, mencionando ser novidade para ele a existência dos obstáculos no caminho da corrente elétrica (**Elemento AC1**). Este fato será comentado no próximo encontro, responsável por aprofundar a relação existente entre resistência elétrica, diferença de potencial e corrente elétrica.

Análise:

Na primeira atividade, quanto ao procedimento durante a revisão, a conversa foi conduzida por perguntas, que partiam sempre de termos suscitados pelos relatos discentes. **A4** lembrou dos fios e das conexões realizadas, **A2** recordou do buzzer, dos conectores jacarés e da conexão realizada entre o rádio e a tomada, citando ainda, os circuitos aberto e fechado e a relação do interruptor para este caso, onde ele pode tanto abrir como fechar o circuito. Constatou-se que os alunos ainda focavam mais os materiais em seus relatos do que os conceitos.

Na segunda atividade, averiguou-se que após a distribuição dos fios de cobre para os alunos, facilitou-se a inserção das questões realizadas, que por sua vez, auxiliaram na coleta das concepções dos alunos. Dentre elas, **A2** mencionou alguns termos importantes, como os prótons, elétrons, cargas positivas e negativas. No entanto **A1** e **A4** não reconheceram estes termos, surgindo uma lacuna. Frente a isto, o professor explicou a existência destas partículas utilizando-se das mãos dos estudantes, atribuindo a mão direita a função do núcleo e aos dedos da mão esquerda os elétrons. Após outros debates, verificou-se que todos os alunos concordam que há elétrons no material mesmo sem a existência da corrente elétrica.

Durante a terceira atividade, observou-se que os alunos mostraram ter compreendido o objetivo da analogia feita, encontrando facilidade no manuseio e reconhecimento deste material. Através do manuseio do buzzer e das pilhas (**DM1, DM2**), os estudantes mostraram o caminho que os elétrons percorrem no circuito. O material apresentou-se simples, o que auxiliou na indução do conceito corrente elétrica. **A4** afirmou ser no sentido do pólo positivo para o negativo, já **A1** e **A2** disseram ser o sentido contrário. Tal situação oportunizou um momento para discutir a diferença existente entre corrente elétrica convencional e real, assim como também, corrente alternada e contínua. Ao final da explicação, ficou evidente a mudança na resposta de **A4**, que concordou com seus colegas. Assim, verificou-se que a maquete auxiliou no ensino da corrente elétrica, assim como também, na composição da estrutura cristalina de um fio condutor.

Ao trabalhar a quarta atividade, entregou-se a maquete, disponibilizando um tempo para que os alunos a manipulassem e descrevessem. Os alunos perceberam as partes moveis em seu interior, que foram relacionadas aos elétrons e, seu movimento a corrente elétrica. Esta relação foi mais bem detalhada quando os alunos utilizaram os dedos, percorrendo o tubo de um lado ao outro. No intuito de revisar o sentido da corrente real, o professor encostou a maquete na pilha e explicou novamente como ocorria o movimento dos elétrons, segurando a mão dos estudantes e com ela, percorrendo o circuito, partindo do pólo negativo da pilha, passando pela maquete em direção ao positivo. Os alunos demonstraram ter relacionando o sinal da carga dos elétrons com seu pólo de origem.

Quanto ao procedimento utilizado no decorrer do encontro, onde se apresentou primeiramente o circuito constituído pelo buzzer e pilhas, na seqüência a maquete, para em seguida reapresentar as pilhas juntamente com a maquete, mostrou-se eficaz, pois os estudantes, que não demonstraram dificuldades em manusear os materiais, entenderam o significado de corrente elétrica.

Na quinta atividade, durante a leitura do texto “A corrente elétrica vista por dentro” (Anexo 4), o professor utilizou-se dos corpos dos alunos para explicar alguns dos conceitos presentes no texto. Ao serem parte integrante da atividade, os alunos perceberam que o valor da velocidade estava relacionando com a distancia e o tempo. Os alunos mostraram-se participativos e permaneceram atentos durante toda a leitura.

4.7 – QUARTO ENCONTRO: CORRENTE ELÉTRICA, RESISTÊNCIA ELÉTRICA E DIFERENÇA DE POTENCIAL ELÉTRICO.

O encontro foi realizado no dia 06/12/2007, com duração de uma hora. O objetivo consistiu em iniciar os estudos referentes à associação em série de resistores e pilhas, para construção da relação existente entre a corrente elétrica, resistência elétrica e diferença de potencial elétrico nos circuitos.

Preparo:

Este encontro será dividido em três momentos. O primeiro constituído pela “Atividade 1”, será responsável pela revisão dos assuntos trabalhados através do um questionário com nove questões de múltipla (Anexo 5), lido pelo professor aos alunos, obtendo suas respostas por intermédio de tampas de garrafa PET, postas sobre a mesa, que representaram as

alternativas a, b e c. A tampa referente a alternativa escolhida como resposta, deverá ser virada ao contrário pelo estudante (boca para cima). O segundo momento composto pela “Atividade 2”, procurará auxiliar no estudo das relações de proporcionalidade existentes entre a corrente elétrica e diferença de potencial. Os materiais utilizados serão pilhas, porta-pilhas (**figura 24**), fios com conectores RCA macho e buzzer’s.



Figura 24: Porta-Pilhas.

O porta-pilhas é desenvolvido para comportar duas pilhas médias, conectadas em série. Possui ainda dois fios com conectores RCA fêmeas para permitir a ligação ao circuito. Um dos conectores, referente ao pólo positivo, encontra-se envolto por fita crepe, possibilitando a identificação tátil de tal polaridade.

O terceiro momento terá duas atividades. Haverá a inserção de “resistores modificados”, com duas resistências distintas (**figura 25**) representadas pelas diferentes aderências, provindas de cilindros feitos com papel-lixia. O “resistor modificado” possui um resistor no interior do cilindro. Foram conectadas às suas extremidades conectores RCA fêmeas. Apresentam-se robustos e sem pontas expostas, oferecendo total segurança em seu manuseio. A escolha, por utilizar diferentes aderências ao invés de diferentes tamanhos dos cilindros, proporciona uma analogia mais pertinente, visto que, a distinção de tamanhos dos resistores elétricos no cotidiano, não é a característica que define o valor da sua resistência elétrica, esta dependente de sua composição. A diferença dos tamanhos refere-se ao valor da potência suportada pelo equipamento. Sendo assim, com o intuito de evitar futuros equívocos, a analogia feita relaciona o mais áspero (**figura 25.a**) com a maior resistência elétrica e o menos áspero (**figura 25.b**) com a menor resistência elétrica.

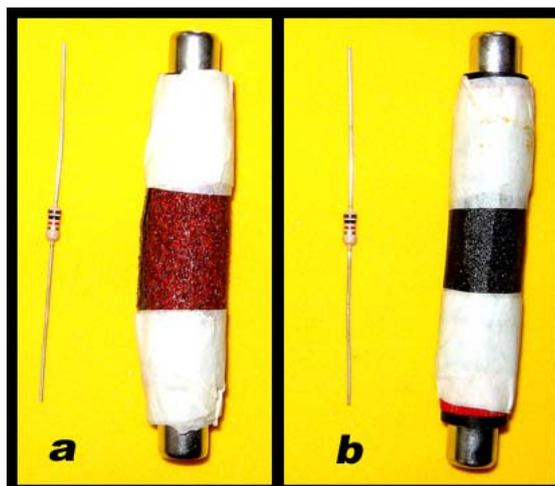


Figura 25: Resistores modificados e a comparação com o resistor comum.

Ao final será feita uma revisão sobre o encontro, através de um questionário com cinco questões, obtendo suas respostas também por intermédio de tampas de garrafa PET.

Execução:

Estavam presentes os alunos **A1**, **A2**, **A3** e **A4**. O primeiro momento foi dedicado à revisão dos encontros passados através de um questionário com nove questões de múltipla escolha (Anexo 5).

Primeiro momento

Para auxiliar os alunos a darem as respostas, entregam-se as três tampas e em seguida, explica-se como será sua utilização, para isto, elas são organizadas da seguinte maneira: uma no canto superior esquerdo da mesa, outra no centro e a restante no canto superior direito. A partir disto, os alunos devem virar ao contrário a tampa referente à alternativa considerada correta.

Atividade 1:

(a)_Revisão com questionário- As duas primeiras questões têm como objetivos, além de confirmar se os alunos memorizaram o valor da diferença de potencial de uma pilha, verificar a noção de que a ligação em série resulta na soma destes valores. A terceira pergunta recapitula a classificação dos equipamentos trabalhados no primeiro encontro, fontes e receptores elétricos. A quarta e a quinta questão recordam conceitos trabalhados no segundo encontro, referentes à condução elétrica e a abertura e o fechamento de circuitos, sendo que

esta última apresenta duas alternativas com a mesma resposta, porém expressas diferentemente, a letra “a” refere-se ao termo “aberto” enquanto a “c” mencionava a descontinuidade no caminho da corrente elétrica. As quatro últimas perguntas (6 à 9) referem-se ao que foi estudado no encontro anterior, procurando recordar as relações conceituais através do uso da terminologia científica.

A questão seis, assim como sua precedente, apresenta a mesma resposta em duas alternativas, “a” e “b”, referindo-se à corrente elétrica e ao movimento ordenado dos elétrons respectivamente. Este conceito é novamente requisitado na questão seguinte, a fim de verificar a assimilação do conceito referente ao sentido da corrente real. As questões nove e dez recordam conceitos trabalhados na “leitura interativa” do último encontro, tratando do movimento térmico e ordenado dos elétrons e das cargas atribuídas a eles.

A seguir, as respostas obtidas (**tabela 8**). As incorretas estão destacadas com fundo laranja, e as corretas estão em fundo branco.

| | A1 | A2 | A3 | A4 | Alternativas correta |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------|
| 01 | B | C | C | C | C |
| 02 | A | B | C | B | B |
| 03 | B | C | C | A | C |
| 04 | A | C | C | C | C |
| 05 | B | B | A | B | B |
| 06 | A | A | A | A | A |
| 07 | B | B | B | B | B |
| 08 | C | C | C | A | C |
| 09 | A | C | C | C | A |

Tabela 8: Respostas referentes ao primeiro questionário.

Analisando os resultados, **A1** apresenta 55% de acertos, **A4** e **A3** apresentam 67% e **A2**, 89%. Ao analisar a dificuldade encontrada pelos alunos em cada questão separadamente, verifica-se que 75 % dos estudantes encontram dificuldades em relacionar corrente elétrica com a carga dos elétrons na nona questão; 50% em relacionar a ligação em série com a soma dos valores da diferença de potencial, assim como identificar exemplos de fontes de energia elétrica, na segunda e terceira questão; 25% em memorizar o valor da diferença de potencial de uma pilha na primeira questão, identificar exemplos de materiais condutores na quarta questão e relacionar o movimento térmico com os elétrons livres na oitava questão. Não houve equívocos na sexta e sétima questões, indicando que os alunos assimilaram os conceitos referentes a corrente elétrica e seu sentido no circuito. O professor então, após coletar as respostas, discutiu os resultados com os alunos, para que pudessem perceber seus

equivocos. Durante este procedimento, os conceitos foram revisados verbalmente, enfatizando os conceitos referentes às questões equivocadamente respondidas.

Segundo momento

Durante a atividade serão aplicadas questões antes da realização das tarefas. O intuito será motivar os estudantes a exporem seus pré-conceitos para em seguida, comprovarem a veracidade dos mesmos através da montagem dos circuitos. As respostas serão obtidas por intermédio das tampas de garrafa PET.

Atividade 2:

(a)_ **Atividade experimental de compartilhamento-** Na seqüência, são entregues os buzzer's, fios, porta-pilhas e pilhas para seu manuseio (**Elemento DM1**). Antes de realizar a atividade, realiza-se uma pergunta;

| Pergunta | | | | Objetivo |
|---|----|----|----|--|
| 1. O que acontece quando se liga uma pilha no buzzer? a) Esquenta b) Emite som c) Pula | | | | As alternativas contém respostas relacionadas a som, calor e movimento, que exemplificam os três tipos de transformações realizadas pela energia elétrica, sonora, térmica e mecânica, trabalhadas no primeiro encontro. |
| Respostas | | | | |
| A1 | A2 | A3 | A4 | Alternativa correta |
| B | B | A | B | B |

Tabela 9: Primeira questão, objetivo e respostas.

Apenas **A3** responde equivocadamente. Em seguida é realizada a ligação do buzzer a uma pilha (**Elemento DM2**), ocorrendo à percepção do som, mas não do aquecimento. O aluno então muda sua resposta, afirmando ser a alternativa “b” a verdadeira. Para dar prosseguimento a atividade, aplica-se uma segunda questão;

| Pergunta | | | | Objetivo |
|--|----|----|----|--|
| 2- O que acontece quando se liga três pilhas em série no buzzer? a) Emite o mesmo som b) Pula mais alto c) Emite um som mais alto | | | | As alternativas permitem verificar através de um exemplo hipotético, se os alunos utilizam corretamente ou não, a noção de proporcionalidade entre o número de pilhas e o som. |
| Respostas | | | | |
| A1 | A2 | A3 | A4 | Alternativa correta |
| C | C | C | C | C |

Tabela 10: Segunda questão, objetivo e respostas.

Logo após, pede-se que montem o circuito (**figura 26**) com uma e duas pilhas, verificando a ocorrência ou não da variação na intensidade sonora emitida pelo buzzer (**Elemento DM2**). Procura-se assim, estabelecer a relação de proporcionalidade existente entre o número de pilhas e a intensidade sonora.

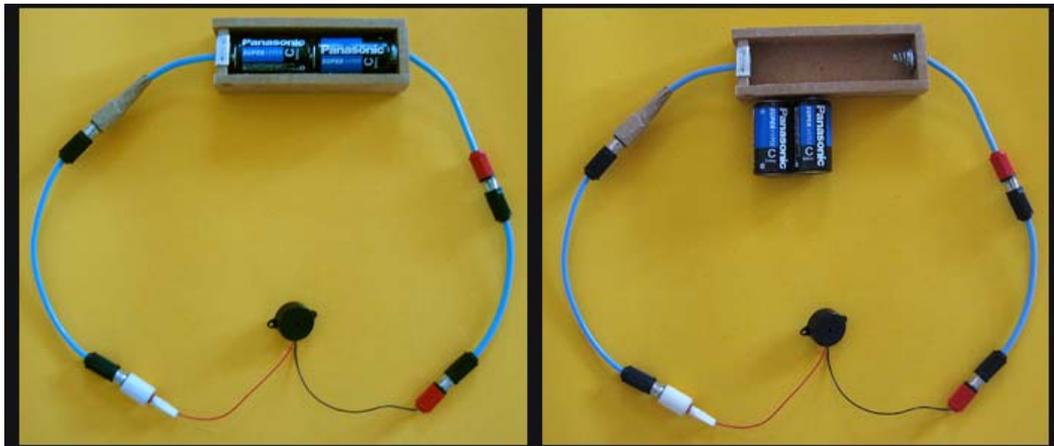


Figura 26: Circuito Simples, com pilhas (à esquerda) sem pilhas (à direita).

Os alunos percebem que o som aumenta proporcionalmente ao aumento do número de pilhas ligadas em série no circuito. Após as respostas, verifica-se que **A3** não responde a primeira questão como o esperado, no entanto responde corretamente à segunda. Este fato indica que, sendo uma pergunta complementar a outra, ele percebe que nas alternativas da segunda questão, não há uma alternativa “*esquenta mais*”, respondendo então, corretamente. Em seguida, o professor distribui três pilhas, já ligadas em série e os convida a realizar a atividade, montando o circuito com uma, duas e três pilhas.

Na seqüência, repetem-se as mesmas questões, comprovando a assimilação conceitual de **A3**, que responde corretamente à primeira questão. Neste momento **A2** coloca mais pilhas ligadas em série, procurando verificar se o buzzer suportava doze volts (**Elemento DM3**). **P1**, então, evidencia a relação de proporcionalidade existente entre o som emitido e o número de pilhas ligadas em série.

Terceiro momento

Na atividade 3 e 4, são utilizados questionários, onde o procedimento para coleta das respostas continua sendo por meio das tampas de garrafa PET.

Atividade 3:

(a)_ **Atividade experimental de compartilhamento-** É entregue um resistor comum, para cada aluno, permitindo um momento para sua identificação (**Elemento DM1**), apenas **A2** fala que é de seu conhecimento. Apresenta-se então, os “resistores modificados”, solicitando que os alunos tentem identificar qual deles possui maior e menor resistência (**Elemento DM1**). **A2** relaciona a diferença de tamanho entre eles como indicativo de sua maior resistência (**Elemento DM2**). Este fato representa um ponto falho nos equipamentos, visto que, sendo estes construídos de forma artesanal, não possuem exatamente o mesmo comprimento. No entanto, este episódio é importante, pois oportuniza uma discussão sobre o significado da variação de tamanho dos resistores comuns no cotidiano. O trecho a seguir retrata a apresentação dos resistores;

P1: *Vocês conseguem perceber alguma diferença entre os dois?*

A2: *Este aqui é maior* (indicando o tamanho do resistor de menor resistência). (**Elemento AC1**).

P1: *Mas só tem diferença no tamanho deles?* (Ficaram em silêncio).

P1: *Vocês percebem alguma diferença entre a aderência deles?*

A1: *Sim.* (**Elemento DM1**).

A3: *Um é mais áspero.* (**Elemento AC1**).

A2: *Ah tá, tá falando disso, ah tá.* (Referindo-se a diferença na aderência). (**Elemento AC2**).

P1: *A relação é a seguinte, o mais áspero tem maior resistência, o menos áspero tem menor resistência.*

A2: *Uhum.* (concordando). (**Elemento AC2**).

Ao serem questionados sobre outra característica além da disparidade do tamanho dos resistores, os alunos ficam em silêncio, voltando-se a pronunciar após **P1** proferir uma segunda pergunta específica, sobre a aderência do material. Isto indica que perguntas fechadas encorajaram os alunos **A1** e **A3** a participarem da conversa. Em seguida, o professor solicita que eles indiquem qual dos materiais apresenta menor resistência. Eles então, indicaram corretamente, levantando o de menor aderência. Procede-se da mesma forma para o com maior resistência. Logo após, o professor realiza as seguintes perguntas (**tabela 11**);

| Perguntas | | Objetivo | | | |
|---|----|---|----|----|---------------------|
| 1- Ao ligarmos no circuito o resistor com menor resistência: a) Não altera o som emitido pelo buzzer b) Diminui o som emitido pelo buzzer c) Aumenta o som emitido pelo buzzer | | As questões permitem verificar as concepções dos estudantes a respeito da relação existente entre a inserção de um resistor ao circuito e o som emitido pelo buzzer, permitindo ainda, observar as noções referentes às diferentes resistências e a intensidade do som. | | | |
| 2- Substituindo-o pelo resistor com maior resistência: a) Não altera o som emitido pelo buzzer b) Aumenta ainda mais o som emitido pelo buzzer c) Diminui ainda mais o som emitido pelo buzzer | | | | | |
| Respostas | | | | | |
| | A1 | A2 | A3 | A4 | Alternativa correta |
| 01 | B | B | A | A | B |
| 02 | B | C | B | A | C |

Tabela 11: Perguntas 1 e 2, objetivo e respostas.

Verifica-se que **A3** e **A4** não relacionam a presença do resistor no circuito como algo que interfere em alguma coisa; **A4** mantém esta resposta na segunda questão, no entanto, **A3** entende que aumentando a resistência, aumentará também o som, assim como no caso das pilhas, trabalhado na atividade anterior, parecendo ter importado esta concepção desta atividade. **A1** inicialmente afirma que o som irá diminuir, e em seguida, na segunda questão afirma que irá aumentar, mostrando-se confuso em suas respostas.

Após as perguntas, os alunos são convidados a realizarem a atividade (**Elemento DM2**), inserindo primeiramente o resistor de menor resistência e em seguida o de maior. **A2** age espontaneamente conectando os dois resistores em série (**figura 27**) e com uma ponta livre dos fios, percorre o circuito percebendo a variação sonora (**Elemento DM3**). Durante a montagem, **A1** e **A4** não entendem como devem proceder para inserir o resistor de maior resistência. São então auxiliados pelo professor, que na seqüência, os convida a fazer o mesmo que **A2**, ou seja, ligar os resistores em série e perceber a diferença sonora. A **figura 27** mostra o circuito aberto (**figura 27.a**), com um resistor inserido ao circuito (**figura 27.b**) e com os dois resistores (**figura 27.c**).

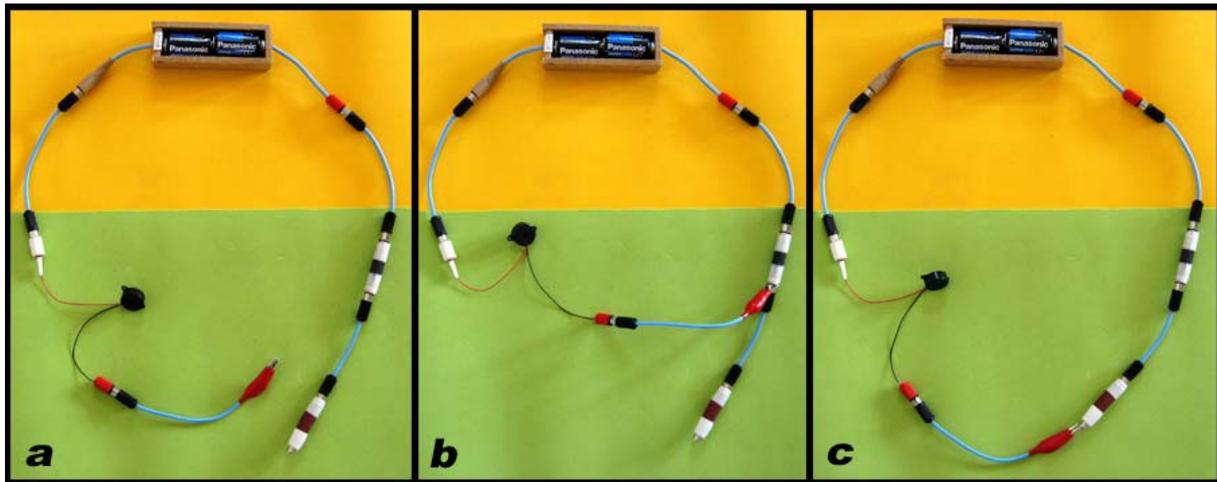


Figura 27: Circuito com resistores; Aberto (a esquerda), com um resistor (ao centro) e com dois resistores (a direita).

Durante a montagem, o circuito de **A1** não emite som, ao ser questionado pelo professor sobre o que poderia ter ocorrido, sua reação é inverter a posição do buzzer (**Elemento DM2**), promovendo o seu funcionamento. **A2** então, pede emprestado o buzzer de **A3** e o liga em seu circuito juntamente com os demais equipamentos (**Elemento DM3**), afirmando em seguida, que se inserisse um diodo, também ocasionaria a diminuição do som (**Elemento DM3**). **A4** pergunta se o comprimento dos fios também influencia na intensidade sonora (**Elemento AC3**). **P1** responde que pode influenciar, pois os fios também oferecem resistência elétrica e, no caso fio trabalhado, o material que o compõe (cobre) apresenta baixa resistência elétrica, porém, quanto maior seu comprimento, maior será esta resistência.

Ao final da atividade, foi feita uma revisão verbal sobre o que ocorria com o som emitido pelo buzzer ao se inserir resistores ao circuito. Todos os alunos demonstram ter entendido que este acréscimo reduz a intensidade sonora.

Atividade 4:

(a)_Revisão com questionário- Ao final do encontro, o professor faz uma revisão dos conceitos, diretamente e inversamente proporcional e aplica outro questionário (**tabela 12**). As questões apresentam como objetivo verificar a assimilação destes conceitos, relacionando o número de pilhas e de resistores com a diferença de potencial e corrente elétrica.

| Perguntas | | Objetivo | | | |
|---|----|--|----|----|---------------------|
| 1- No circuito, quanto maior o número de pilhas: a) Maior será a diferença de potencial. b) Menor será a diferença de potencial. c) Não altera a diferença de potencial. | | A quarta e quinta questão, perguntam o mesmo que as três primeiras, porém, inserindo os termos, diretamente e inversamente proporcional, procurando assim, verificar a relação destes com o conceito estudado e se, os equívocos nas respostas provém da falta de entendimento das relações conceituais ou da não apropriação terminológica. | | | |
| 2- No circuito, quanto maior o número de pilhas: a) Maior será a corrente elétrica. b) Menor será a corrente elétrica. c) Não altera a corrente elétrica. | | | | | |
| 3- No circuito, quanto maior a resistência do resistor: a) Maior será a corrente elétrica. b) Menor será a corrente elétrica. c) Não altera a corrente elétrica. | | | | | |
| 4- Com relação à corrente elétrica e a diferença de potencial elétrico: a) A corrente é diretamente proporcional à diferença de potencial. b) A corrente é inversamente proporcional à diferença de potencial. c) A corrente não tem relação com a diferença de potencial. | | | | | |
| 5- Com relação à resistência e a corrente elétrica: a) A corrente é diretamente proporcional à resistência elétrica. b) A corrente é inversamente proporcional à resistência elétrica. c) A corrente não tem relação com a resistência elétrica. | | | | | |
| Respostas | | | | | |
| | A1 | A2 | A3 | A4 | Alternativa correta |
| 01 | A | A | A | A | A |
| 02 | B | B | A | A | A |
| 03 | B | B | B | B | B |
| 04 | A | A | B | A | A |
| 05 | A | B | B | B | B |

Tabela 12: Perguntas, objetivo e respostas das questões referentes ao segundo questionário.

Ao responder a segunda questão, **A2** inicialmente havia marcado a alternativa “a”, porém, muda sua resposta para “b”, dando como justificativa o fato do cabo de uma bateria de automóvel ser mais grosso do que os fios utilizados nos circuitos residenciais, sendo que, a bateria tem doze volts e os circuitos residenciais duzentos e vinte, afirmando ainda que, ao substituir o cabo da bateria por um fio de luz, este derreteria (**Elemento AC3, AC4**). O professor explica ao aluno que o evento sugerido por ele, remete a um outro conceito, não trabalhado nos encontros, chamado Potência Elétrica e que, de certa forma, ele estava certo, pois a potência é diretamente proporcional ao aumento da corrente elétrica, no entanto, ele estava avaliando um caso baseando-se em outro, e desta forma, chegando a uma conclusão

errônea sobre o fenômeno. **A2** aceita a explicação, mas não se mostra convencido, o que, sob o ponto de vista docente, apresenta-se como uma reação normal, visto que seria necessária uma atividade que trabalhasse Potência Elétrica para melhor trabalhar este conceito.

A1, após o término do questionário, ao ser lembrado dos fenômenos estudados, percebe o seu equívoco na segunda questão, respondendo corretamente (**Elemento AC2**). Sobre as respostas dadas às duas últimas questões, os alunos **A1** e **A3** demonstram ter dificuldades em relacionar corretamente os respectivos termos, pois haviam procedido corretamente nas questões um e três. **P1** explica novamente o significado de cada termo, referindo-se as atividades realizadas, o que por sua vez, auxilia na compreensão dos alunos.

Análise:

A utilização das tampas de garrafa PET durante a aplicação dos questionários mostrou-se ao mesmo tempo, simples e extremamente eficaz. Os alunos puderam permanecer no mesmo ambiente e responder as questões individualmente, permitindo ainda, rapidez na elaboração das respostas e a não contaminação das respostas dos colegas.

Durante a primeira atividade, **A1** apresentou 55% de acertos, **A4** e **A3** apresentaram 67% e **A2**, 89%, estes dados indicam que os alunos assimilaram o conteúdo, porém, ainda se faz necessário enfatizar as revisões, para que as questões respondidas equivocadamente sejam elucidadas.

A segunda atividade procurou levantar as hipóteses, através do questionário, para em seguida realizar a ação, com o mesmo material. Durante este procedimento houve apenas um equívoco realizado por **A3**, entretanto, foi corrigido logo após a execução da tarefa. Isto indica que o material e o procedimento ajudaram na indução dos conceitos, pois permitiu que os alunos construíssem hipóteses a partir de um mesmo evento.

Durante a terceira atividade, o reconhecimento dos resistores foi feito através da apresentação inicial de apenas um componente, permitindo o seu reconhecimento tátil, seguido pela explicação do que consistia e de qual seria sua utilização na atividade. Após este primeiro contato, foi possível inserir os resistores modificados e explicar a analogia feita com as diferentes aderências. Mesmo com este cuidado, como os materiais foram feitos de forma artesanal e seus tamanhos apresentavam ligeiras distorções, **A2** fez referência a isto. Porém com a explicação, os alunos demonstraram ter compreendido a analogia entre as diferentes aderências e o valor das resistências elétricas. Desta forma, através desta atividade estabeleceu-se a relação inversamente proporcional existente entre os resistores e a

intensidade sonora e, a partir disto, pôde-se relacionar estas variáveis aos conceitos resistência elétrica e corrente elétrica, respectivamente.

Na “Atividade 4”, enfatizou-se os termos científicos corrente elétrica, diferença de potencial elétrico e resistência elétrica, articulando-os com o som emitido, as pilhas e aos resistores. As perguntas de múltipla escolha evidenciaram que **A1** e **A3** encontraram dificuldades em relacionar corretamente os termos diretamente e inversamente proporcionais com os conceitos trabalhados. Porém, após a correção e reexplicação, os alunos demonstraram ter compreendido a relação.

O procedimento utilizado no decorrer do encontro, além de permitir sucessivas revisões, procurou devolver as perguntas discentes com outras perguntas, a fim direcioná-los a encontrarem a resposta. Isto foi realizado tanto em relação a questões teóricas quanto as dúvidas na montagem e funcionamento do circuito. Quanto ao uso das tampas mostrou-se eficiente, evitando que os alunos expressassem suas respostas baseadas nas dos seus colegas, permitindo uma melhor análise das dificuldades existentes na compreensão dos alunos.

4.8 – QUINTO ENCONTRO: CIRCUITOS ELÉTRICOS RESIDENCIAIS.

Este encontro foi realizado no dia 10/12/2007, com duração de uma hora. Os objetivos consistem em dar continuidade ao estudo referente à relação existente entre diferença de potencial, resistência e corrente elétrica e trabalhar com circuitos ligados em paralelo, enfatizando os circuitos residenciais.

Preparo:

O encontro divide-se em três momentos. O primeiro trata de realizar uma revisão, utilizando o mesmo procedimento do encontro anterior, porém, as questões serão em número de seis, contemplando conceitos nos quais os alunos apresentaram maior dificuldade. O segundo momento, composto pela “Atividade 2” procurará fazer uma revisão sobre as atividades realizadas na quarta atividade do terceiro encontro. Com duas novas maquetes (**figura 28**) será estabelecida às relações entre diferença de potencial elétrico, resistência elétrica e corrente elétrica.

As novas maquetes consistem em dois tubos de papel-cartolina, com grãos de feijão no seu interior. As analogias com as diferentes resistências elétricas são feitas através da aderência externa. A “maquete a” referente à menor resistência elétrica (**figura 28.a**),

apresenta-se externamente lisa. Já, a “maquete b”, relativa à maior resistência elétrica (**figura 28.b**), possui fita crepe ao seu entorno. A resistência mecânica oferecida ao movimento dos grãos na “maquete a” provém do atrito existente entre os grãos e o papel-cartolina. Na “maquete b”, a resistência mecânica decorre de rugosidades feitas com fita crepe, inseridas em toda a sua extensão interna.

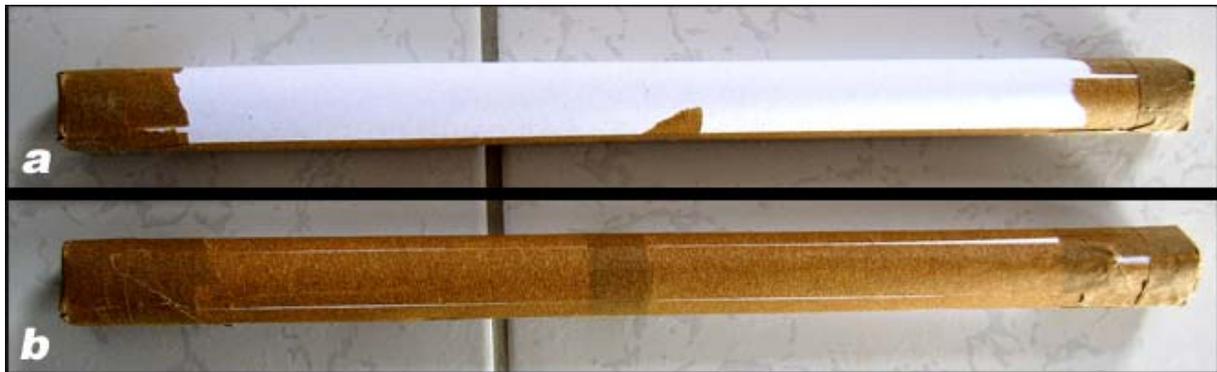


Figura 28: Maquetes referentes ao fio com baixa resistência (a cima) e com maior resistência (a baixo).

A percepção do movimento dos grãos ao longo do tubo ocorre através do som emitido pelo arrasto dos grãos e pela sensibilidade tátil que o papel permite. As extremidades que vedam o tubo, também são feitas de papel, permitindo maior sensibilidade tátil ao entrar em contato com os grãos. Estas maquetes, diferentemente das apresentadas no terceiro encontro, não permitem sua abertura.

O terceiro momento será destinado ao estudo do circuito série e paralelo, com enfoque nos circuitos residenciais. Aos materiais já utilizados, foi acrescentada uma tomada modificada (**figura 29**).

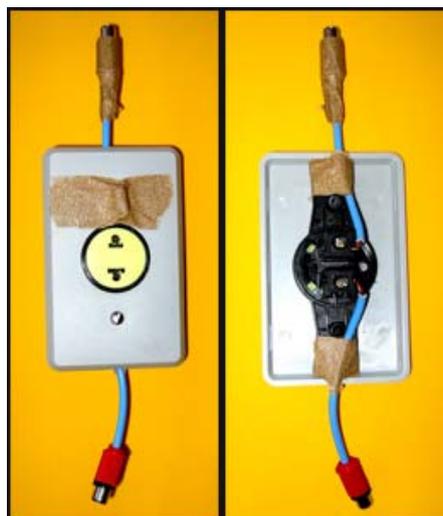


Figura 29: Tomadas com fios e conectores RAC fêmeas.

Nesta tomada são acrescentados dois fios com conectores RCA fêmea, onde em um deles há o acréscimo de uma elevação feita com fita crepe para determinar o lado positivo. O mesmo foi feito para o pólo positivo da tomada, auxiliando deste modo, sua ligação em circuitos séries e paralelos. Além dos elementos citados, foram inseridos dois novos objetos, grampos de cobre (**figura 30.a**) e fios específicos para ligação em paralelo (**figura 30.b**).

Os grampos de cobre em formato de “U” são elaborados para ser inseridos nas tomadas, ação esta, requisitada em algumas atividades. Os “fios paralelos” possuem três extremidades com conectores RCA’s machos conectados.

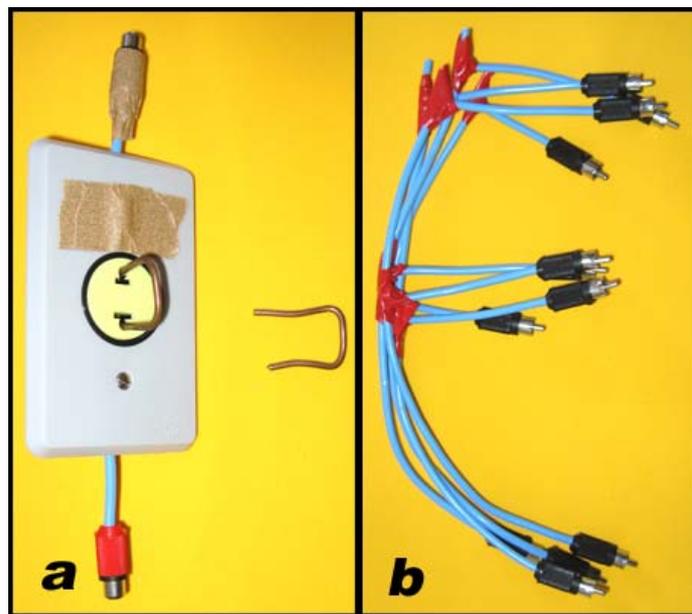


Figura 30: Grampos ligados à tomada (a esquerda) e fios para ligações em paralelo (adireita).

Várias revisões serão realizadas no decorrer do encontro, utilizando-se de pequenos questionários, averiguando a assimilação conceitual por parte dos alunos. Os materiais serão entregues separadamente, permitindo seu reconhecimento tátil e detalhamento.

Execução:

Estavam presentes os alunos **A1** e **A4**. **A2** e **A3** não puderam comparecer, pois estavam participando de um evento que ocorria na cidade. O primeiro momento foi dedicado à revisão dos encontros passados através do questionário. O processo de aplicação foi semelhante ao do encontro passado, isto é, fazendo-se uso das tampas de garrafa PET.

Primeiro momento

Foi aplicado de um questionário com seis perguntas de múltipla escolha para revisão. As questões contemplam conceitos referentes à condutividade dos materiais, circuitos abertos e fechados, corrente elétrica, elétrons livres e a relação de proporcionalidade existente entre diferença de potencial, resistência e corrente elétrica.

Atividade 1:

(a)_ **Revisão com questionário-** Aplicou-se o questionário constituído pelas seguintes questões (**tabela 13**);

| Perguntas | | Objetivos | |
|---|----|--|---------------------|
| 1. Ao inserir um material isolante elétrico em um circuito ligado em série: a) Ele interrompe a passagem dos elétrons livres, fechando o circuito. b) Ele interrompe a passagem dos elétrons livres, abrindo o circuito. c) Ele permite a passagem dos elétrons livres, fechando o circuito. | | A primeira questão relaciona os circuitos abertos e fechados com a condutividade dos materiais, evidenciando os termos elétrons livres neste contexto. | |
| 2. O material isolante elétrico se diferencia de um condutor por: a) Ter mais elétrons livres. b) Ter menos elétrons livres. c) Não ter elétrons livres. | | Enfatiza o fato de existirem elétrons livres nos isolantes elétricos, porém em menor quantidade. | |
| 3. Em um circuito elétrico, quem sai do pólo negativo da pilha, percorre o circuito e volta para o positivo: a) São os prótons e os elétrons livres. b) São os prótons. c) São os elétrons livres. | | Relaciona o pólo negativo da pilha com os elétrons. | |
| 4. Os elétrons livres têm carga: a) Negativa. b) Positiva. c) Nula. | | Verifica a assimilação discente do sinal das cargas elétricas. | |
| 5. Complete a frase: Em um circuito elétrico: a) A corrente elétrica diminui quando se aumenta a resistência elétrica. b) A corrente elétrica diminui quando se aumenta a diferença de potencial. c) A corrente elétrica não tem relação com a diferença de potencial. | | Enfatiza os termos corrente elétrica, resistência e diferença de potencial, averiguando-se a compreensão dos estudantes sobre suas respectivas relações. | |
| 6. Com relação à corrente elétrica, diferença de potencial elétrico e resistência: a) Não há relação entre eles. b) A corrente elétrica é inversamente proporcional à diferença de potencial e diretamente proporcional a resistência elétrica. c) A corrente elétrica é diretamente proporcional à diferença de potencial e inversamente proporcional a resistência elétrica. | | Trata do mesmo conceito da quinta questão, no entanto, expressada através de outros termos. O intuito é verificar se a dificuldade em relacionar os termos com os conceitos ainda permanece. | |
| Respostas | | | |
| | A1 | A4 | Alternativa correta |
| 01 | A | C | B |
| 02 | C | C | B |
| 03 | C | C | C |
| 04 | A | B | A |
| 05 | A | A | A |
| 06 | C | C | C |

Tabela 13: Perguntas, objetivos e respostas referentes ao questionário para revisão.

Observando os resultados, **A1** apresenta 66% de acertos e **A4** e **A1** apresentam 50%. Em comparação ao teste realizado na primeira atividade do encontro anterior, observa-se que **A1** obteve maior porcentagem de acertos, enquanto **A4** não. As duas primeiras questões são equivocadamente respondidas por eles, indicando haver dificuldades em relacionar os conceitos elétrons livres com os conceitos referentes a abertura/fechamento dos circuitos, condutividade de materiais e a presença do elétron na estrutura cristalina do metal. **A4** ainda equivoca-se na quarta questão, mostrando não haver assimilado o sinal das cargas dos elétrons, no entanto, responde corretamente a terceira, indicando ter entendido que são os elétrons que se movem no circuito. Percebe-se ainda, que os alunos respondem corretamente as duas últimas questões, indicando que compreenderam a relação existente entre os termos de proporcionalidade e os conceitos estudados.

Após aplicar o questionário, o professor discuti as respostas com os alunos, corrigindo as equivocadas e revisando verbalmente os conceitos referentes às questões.

Segundo momento

Atividade 2:

(a)_ **Atividade experimental comprobatória-** Inicia-se a atividade entregando-se a “maquete a” referente ao fio com menor resistência elétrica para seu reconhecimento tátil (**Elemento DM1**). Em seguida, o professor recapitula a analogia feita no terceiro encontro;

P1: *Isto é um canudo de papel, o que vocês estão percebendo?*

A4: *Deve ter feijão aqui dentro, milho, sementes. (Elemento AC1).*

P1: *Baseado no que?*

A4: *A gente sente aqui quando cai. (Referindo-se a sensação percebida ao tocar a extremidade do canudo). (Elemento AC1).*

P1: *E tu A1, que tu achas?*

A1: *Deve ter sementes também. (Elemento AC2).*

P1: *Vocês se lembram daquela aula que eu trouxe uns canudos de papel e falei para vocês imaginarem que eram fios?*

A1/A4: *Sim. (simultaneamente).*

P1: *Vocês podem me contar o que aconteceu naquela aula?*

A4: *Tinham uns grãos soltos e umas bolinhas de isopor grudadas, daí aquelas bolinhas interrompia os que estavam soltos. (Elemento AC1).*

A1: *Por causa que o fio elétrico, o elétron, no caso, ele (...) tentava passar pelos obstáculos que tava dentro.*(Referindo-se ao ato de percorrer o tubo com os dedos). **(Elemento AC1)**.

P1: *Quem fez o papel dos elétrons livres depois foi o dedo de vocês, se lembram?*

A1/A4: *Sim.* (simultaneamente). **(Elemento AC2)**.

P1: *E as bolinhas faziam o papel dos átomos, né?*

A1: *Sim.* **(Elemento AC2)**.

A4: *Isso.* **(Elemento AC2)**.

P1: *E os dedos de vocês eram os elétrons livres que tinham cargas negativas e passavam de um lado pro outro.*

A4: *Isso.* **(Elemento AC2)**.

A1: *Sim.* **(Elemento AC2)**.

O dialogo informa que os alunos compreenderam a analogia e os conceitos representados. O professor, então, fala que os elétrons livres na nova maquete são representados por grãos de feijões em seu interior e o tubo representa o fio. Em seguida, pergunta como eles devem proceder para que os elétrons (feijões) percorram o fio (tubo de papel) de um lado ao outro. Os alunos, então, começam a inclinar o material, erguendo uma das pontas, afirmando que “*tinham que mexer*” **(Elemento DM2)** para movimentá-los. Na seqüência, pede-se que inclinem as pontas dos tubos em diferentes alturas, para que percebam a variação na velocidade de queda dos feijões **(Elemento DM2)**. Neste momento, **P2** fala que é como se inserissem mais pilhas à medida que se ergue à ponta do tubo.

Após este momento, **P1** realiza as seguintes perguntas;

| Perguntas | | Objetivos | |
|---|----|--|---------------------|
| 1- Quanto maior o número de pilhas: a) Maior será a diferença de potencial elétrico b) Menor será a diferença de potencial elétrico c) Não altera a diferença de potencial elétrico | | Verificar se os alunos entenderam a analogia feita entre o número de pilhas e a diferença de potencial elétrico. | |
| 2- Quanto maior o número de pilhas e, consequentemente, maior a diferença de potencial elétrico: a) Maior será a corrente elétrica b) Menor será a corrente elétrica c) Não altera a corrente elétrica | | Verificar se os alunos entenderam a relação existente entre a diferença de potencial elétrico e a corrente elétrica. | |
| Respostas | | | |
| | A1 | A4 | Alternativa correta |
| 01 | A | A | A |
| 02 | A | A | A |

Tabela 14: Perguntas, objetivos e respostas das questões referentes às questões 1 e 2.

Ambos os alunos respondem corretamente, indicando terem assimilados os conceitos discutidos. Em seguida, entrega-se a “maquete b”, solicitando que a reconheçam tatilmente. Pergunta-se se há alguma diferença entre esta e a anterior. **A4**, então, afirma: “*Sim, este daqui tem obstáculos que atrapalham*” (**Elemento AC1**), **A1** também se expressa, referindo-se ao modelo anterior, dizendo: “*Este aqui vai mais rápido*” (**Elemento AC1**). Logo após são convidados a classificarem quais dos fios (tubos de papel) oferecem maior resistência elétrica. **A4** indica o primeiro e **A1** o segundo modelo (**Elemento DM2**). Observando o equívoco de **A4**, o professor então repete a pergunta, enfatizando que o termo resistência refere-se a dificuldade aplicada ao movimento dos grãos, que reduzem sua velocidade. Com isso, **A4** muda sua resposta (**Elemento AC2**). Em seguida, o professor solicita que inclinem as duas maquetes, com as pontas à mesma altura, a fim de comprovar a diferença existente na velocidade de queda dos feijões (**Elemento DM2**), **A1** então afirma: “*quanto maior a resistência diminui a corrente elétrica*” (**Elemento AC1**) e **A4**, sinaliza positivamente com a cabeça, concordando com o seu colega (**Elemento AC2**).

Ao final da atividade, o professor revisa verbalmente a relação diretamente proporcional que a diferença de potencial elétrico tem com a corrente elétrica. Em seguida, explica que, a relação feita entre a resistência elétrica e a corrente elétrica, trata-se de uma relação matemática de proporcionalidade entre duas variáveis, a corrente elétrica, referente ao movimento dos elétrons, expresso através do movimento dos grãos e a outra, a resistência elétrica, relacionada à resistência mecânica oferecida a esse movimento.

Terceiro momento

As atividades seguintes tratarão de contextualizar os fenômenos estudados, através da construção de um circuito série (atividade 3) e circuito paralelo (atividade 4) com tomadas. Todos os questionários utilizaram-se do procedimento com tampas de garrafas PET para coletar as respostas.

Atividade 3:

(a)_ **Atividade experimental de compartilhamento-** São entregues as tomadas, porta-pilhas, pilhas e os fios com conectores RCA (**Elemento DM1**) para reconhecimento tátil. Inicia-se a conexão das tomadas em série (**Elemento DM2**). Durante a montagem, os alunos apresentam dúvidas em relação à posição das tomadas no circuito (**figura 31**), sendo auxiliados por **P1**, que enfatiza a função das marcas e elevações inseridas com fita crepe, que devem ficar voltadas para o pólo positivo da fonte.

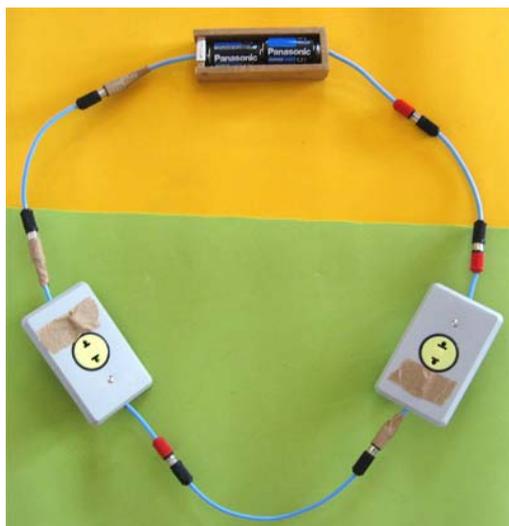


Figura 31: Ligação em serie de tomadas.

Após a montagem, pergunta-se;

| Pergunta | | Objetivo |
|---|----|--|
| 3- Ao ligar dois rádios de três volts nas tomadas: a) Os dois funcionarão b) Os dois não funcionarão c) Apenas um funcionará | | A questão procura coletar as concepções iniciais dos estudantes com relação ao funcionamento de dois rádios de três volts cada, em um circuito série, alimentado por uma fonte também de três volts. |
| Respostas | | |
| A1 | A4 | Alternativa correta |
| A | A | B |

Tabela 15: Pergunta, objetivo e respostas da questão três.

Ambos os alunos respondem equivocadamente, afirmando que os rádios funcionarão. Na seqüência, entregam-se os respectivos aparelhos, para que sejam ligados ao circuito, verificando a ocorrência ou não de seu funcionamento (figura 32).

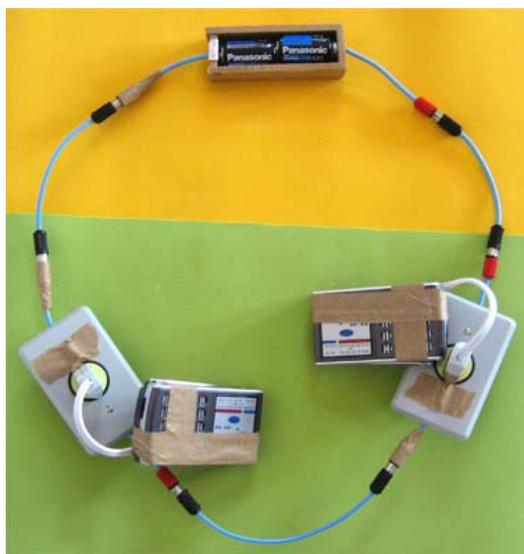


Figura 32: Circuito com tomadas ligas em série com rádios.

Os alunos, percebendo seus equívocos, mudam suas respostas (**Elemento AC2**). Logo após, o professor pede para que manuseiem a parte posterior da tomada, a fim de identificarem a descontinuidade do fio (**Elemento DM2**). Faz-se então, uma segunda pergunta:

| Pergunta | | Objetivo |
|--|----|--|
| 4- Ao retirar das tomadas um dos rádios: a) O circuito continuará fechado, permitindo o funcionamento do rádio. b) O circuito continuará fechado, mas o rádio não funcionará. c) O circuito estará aberto e o rádio não funcionará. | | Esta questão procura relacionar os conceitos referentes ao uso das tomadas em série com a abertura e o fechamento dos circuitos. |
| Respostas | | |
| A1 | A4 | Alternativa correta |
| A | B | C |

Tabela 16: Pergunta, objetivo e resposta da questão quatro.

A1 e **A4** não relacionaram o fato da abertura do circuito com a remoção de um dos rádios, afirmando que continuara fechado. Porém, **A1** diz que haverá o funcionamento do aparelho, ao contrário do relato de **A4**. Os alunos realizam novamente a atividade (**Elemento DM2**), retirando um dos dois rádios da tomada, procurando com isso, verificar o ocorrido. O que resulta na mudança de suas respostas (**Elemento AC2**).

Na seqüência, são distribuídos os grampos de cobre aos alunos e, a pedido do professor, são inseridos na tomada que está vazia (**figura 33**) (**Elemento DM1, DM2**). Os alunos, ao realizar o ato, percebem o funcionamento do equipamento.

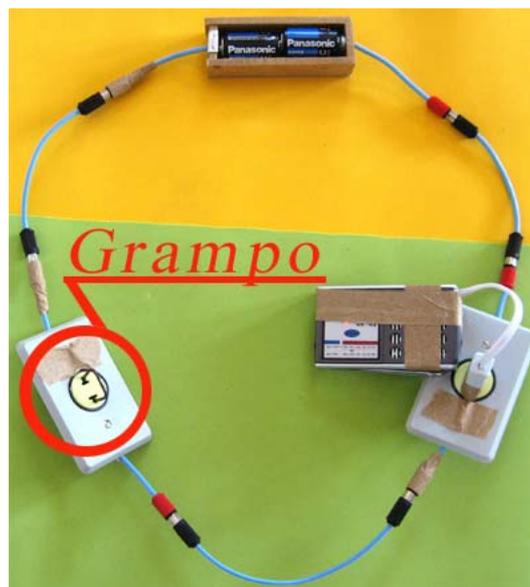


Figura 33: Circuito série, com um rádio e grampo inseridos na tomada.

Em seguida, repetiram o procedimento, retirando e inserindo o grampo, no intuito de enfatizar o ocorrido. A partir destes dados, classificam-se os circuitos com grampos inseridos nas tomadas como fechados e os sem os grampos como abertos. Promove-se uma discussão, procurando saber quais as diferenças entre o circuito série estudado e os circuitos residenciais, conforme o trecho;

P1: *Por que isto acontece?*

A4: *Eu acho porque, em casa tem um fio que está ligado direto com a rede, e aí naquele fio (...) cada tomada (ficou pensativo), daí seria igual aqui né, teria que botar os ganchinhos. (Elemento AC1).*

P1: *Pois é! E não tem os ganchinhos né?*

A4: *É, agora eu não sei não.*

A1: *Como ele (A4) falou, acho que cada tomada tem um fio elétrico que fecha o circuito (...) para não interromper a outra tomada. (Elemento AC2).*

P1: *Mas onde é que está este fio?*

A1: *Talvez a resistência, assim (...) não muito alta. (Referindo-se a uma resistência inserida na tomada). (Elemento AC1).*

Há uma interessante construção conceitual dos alunos. **A4** menciona que poderá existir um fio responsável por permitir esta ligação, mas logo em seguida, fica em dúvida sobre a sua manifestação. **A1**, no entanto, aceita sua resposta, afirmando ainda, que poderá se tratar de uma resistência, de valor definido, que assume esta função. Percebe-se que no último relato, o aluno relaciona o conceito resistência, em um novo contexto, na tentativa de solucionar dúvidas suscitadas. O que é plausível, por não ter-se estudado a ligação paralela.

Atividade 4:

(a)_ Atividade experimental de compartilhamento- O professor substitui os fios por dois “fios paralelos”, entregues para cada aluno, deixando os demais equipamentos sobre a mesa. Ao manusearem os fios (**Elemento DM1**) **A4** diz: “*ele é três fios em um*”. **P1**, então, fala que irá se trabalhar com um circuito chamado “paralelo”. Ele solicita na seqüência, que conectem as tomadas e porta-pilhas aos fios (**figura 34**). Durante este procedimento, **A1** demonstra não estar conseguindo conectar corretamente as tomadas, sendo auxiliado por **A4** a pedido do professor. Após esta ação, **A1** percorre tatilmente o circuito montado, percebendo sua composição.

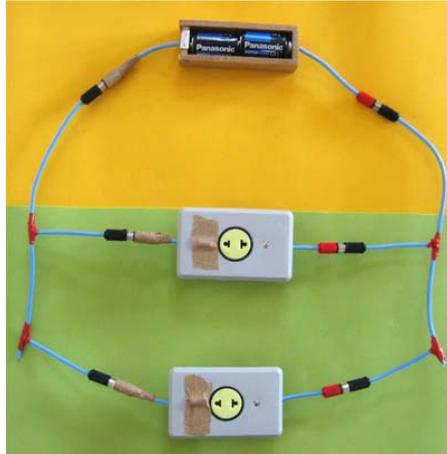


Figura 34: Ligação de tomadas em paralelo.

Em seguida, pergunta-se;

| Pergunta | | Objetivo |
|--|-----------|---|
| 5- Na ligação do circuito em paralelo: a) Os dois rádios funcionarão? b) Apenas um rádio funcionará? c) Os dois rádios não funcionarão? | | Esta questão busca coletar as concepções construídas pelos estudantes em relação à ligação em paralelo e o funcionamento dos aparelhos. |
| Respostas | | |
| A1 | A4 | Alternativa correta |
| A | C | A |

Tabela 17: Pergunta, objetivo e resposta da questão cinco.

A4 equivoca-se em sua resposta, afirmando que os aparelhos não funcionarão, pois como consta na sua explicação “*a metade da carga tem que ir para um rádio e a outra metade para outro*” (**Elemento AC1**). **A1**, porém, entendeu o objetivo da atividade e acerta a resposta. Os alunos em seguida, conectam os rádios as tomadas (**figura 35**), **A4**, então, muda sua resposta (**Elemento AC2**).

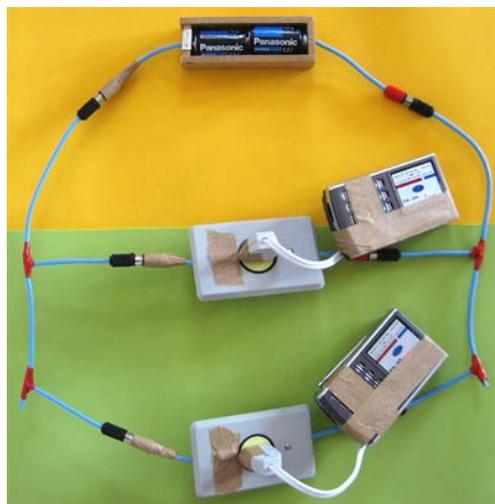


Figura 35: Ligação em paralelo com tomadas e rádios.

Fez-se uma revisão verbal sobre a ligação em série, lembrando que a corrente elétrica se mantém constante neste tipo de circuito, ao contrário da diferença de potencial. Ressaltou-se que este foi o motivo pelo qual os rádios não funcionaram ao serem conectados ao mesmo tempo no circuito, pois precisavam de uma tensão de três volts para funcionar.

Na seqüência, pergunta-se;

| Pergunta | | Objetivo |
|--|----|---|
| 6- Sabendo que cada rádio precisa de três volts para funcionar, e a fonte fornece esta voltagem, é correto afirmar que: a) A ligação em série, mantém a mesma diferença de potencial da fonte, nas tomadas. b) A ligação em paralelo, mantém a mesma diferença de potencial da fonte, nas tomadas. c) Tanto a ligação em série quanto a em paralelo, mantém a mesma diferença de potencial da fonte, nas tomadas. | | Esta questão pretende aprofundar os conceitos mencionados na anterior, procurando evidenciar que a ligação em paralelo mantém a mesma diferença de potencial. |
| Resposta | | |
| A1 | A4 | Alternativa correta |
| B | B | B |

Tabela 18: Pergunta, objetivo e respostas da questão seis.

Os alunos respondem corretamente, indicando terem entendido a relação conceitual existente entre a ligação realizada e a diferença de potencial. Em seguida, são convidados a retirar um dos rádios das tomadas, a fim de verificar o que ocorre com o funcionamento do rádio restante (**Elemento DM2**). Os alunos percebem que o aparelho permanece emitindo o mesmo som. Neste momento, **A4** mostra ter entendido o conceito, conforme o trecho;

A4: *Então professor isto quer dizer, se colocar mais duas tomadas assim, o que uma precisa, a outra também vai ter?* (**Elemento AC3**).

P1: *É.*

P2: *Todas as tomadas da sua casa têm duzentos e vinte volts não é?*

A4: *Aham.* (Concordando). (**Elemento AC2**).

P2: *Então significa que vem dois fios da rua e cada tomada está ligada nestes fios.*

A4: *Então daria de colocar outra tomada aqui e ia funcionar a mesma coisa?* (**Elemento AC3**).

P2: *Poderia botar três, quatro, mas chega uma hora que a pilha não iria agüentar, não teria como dar corrente pra todos, mas aí você põe uma pilha maior, por isso que tem pilha pequena, média e grande.*

A4: *A então quer dizer que a mesma carga que vai nessa vai naquela. (Elemento AC2).*

P2: *A mesma diferença de potencial.*

A4: *E daí no caso daquele primeiro circuito (referindo-se ao série) uma parte vai para um aparelho e outra parte vai pro outro. (Elemento AC1).*

P2: *Isso, (...) e quando você põe o grampo vai tudo para uma tomada só.*

A4: *Aí funciona. (Elemento AC2).*

A4 mostra entender qual a relação existente entre os circuitos série e paralelo com a diferença de potencial, chegando a conclusão, que ao acrescentar mais tomadas a este tipo de ligação, elas ofereceriam o mesmo valor, ao contrario da ligação em série, que dividiria o valor, permitindo o funcionamento do aparelho apenas com a inserção do grampo.

Eles, então, inserem o grampo de cobre na tomada que esta vaga (**figura 36**) a fim de verificar o que ocorre com o som emitido pelo rádio. Constatam seu desaparecimento (**Elemento DM2**). O professor explica que isto ocorre, pois os elétrons escolhem sempre o caminho mais fácil, ou seja, o de menor resistência.

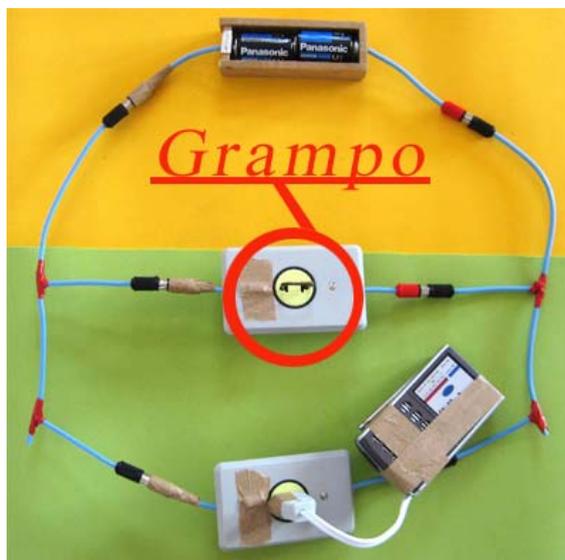


Figura 36: Circuito paralelo, com um rádio e grampo.

Enfatiza-se que eles não deveriam repetir este procedimento em suas casas, pois este ato provocará um curto-circuito. Ao final, **A4** faz referência ao uso do conector “T” (**Elemento AC4**), aparelho que permite ligar três aparelhos de uma só vez na tomada e que pode derreter ao ser utilizado excessivamente. **A1** cita o fato de ligar um rádio comprado em Curitiba queimar em Florianópolis, pois as tomadas da primeira cidade oferecem cento e dez volts e a da segunda, duzentos e vinte volts (**Elemento AC4**).

O professor pergunta qual é o tipo de ligação existente em suas residências. Ambos os alunos respondem “*paralela*” (**Elemento AC2**), usando como justificativa o fato de todas as suas tomadas fornecerem duzentos e vinte volts.

Análise:

Na primeira atividade, a revisão demonstrou que **A1** e **A4** apresentaram dificuldades em relacionar os circuitos abertos/fechados com a condutividade dos materiais, assim como também perceber que existem elétrons livres nos isolantes elétricos. **A4** mostrou não ter assimilado o sinal das cargas dos elétrons, porém, respondeu corretamente o sentido destes no circuito. Observou-se ainda que ao se referir aos termos de proporcionalidade, houve uma melhora na sua assimilação e relação conceitual.

Durante a segunda atividade, as maquetes demonstraram-se facilmente manuseáveis, visto que, os alunos “chacoalharam-na” e inclinaram-na em diferentes ângulos, percebendo, através do tato e audição, a diferença entre as resistências mecânicas oferecidas ao movimento dos feijões, o que por sua vez, auxiliou na assimilação dos conceitos referentes à relação existente entre corrente elétrica, resistência e diferença de potencial elétrico, observado nas respostas dadas às questões um e dois.

Outro fato, referente ao procedimento, ocorreu ao solicitar que os alunos relembassem da “Atividade 4” do terceiro encontro; **A4** mencionou os materiais constituintes da maquete e **A1** citou os termos científicos. Isto indicou a necessidade de focar mais os termos científicos. Ainda nesta atividade, as respostas discentes sugeriram que houve o entendimento da analogia feita, relacionando o número de pilhas com sua respectiva diferença de potencial elétrico, assim como a proporcionalidade entre este, com a corrente elétrica.

Durante a montagem dos circuitos série e paralelo, os alunos apresentaram poucas dificuldades, corrigidas com o auxílio docente, que também permitiu a colaboração entre os colegas evitando a competição, procurando evidenciar que o objetivo final era evitar o surgimento de uma disparidade conceitual acentuada entre eles. Sendo a utilização dos grampos uma alternativa, a sua inserção nas tomadas para estabelecer a continuidade do circuito série atingiu o objetivo, porém, é importante ressaltar a necessidade de uma reestruturação desta ação, pois isto vai contra o senso comum.

Ao realizar pequenas questões antes de cada ação nas atividades, o professor permitiu que o assunto abordado, fosse questionado antes de sua explicação, sendo que, normalmente, os alunos equivocavam-se em suas respostas e, após as atividades, reformulavam-nas. Ao

final, os alunos mostraram-se aptos a distinguir as ligações série e paralelo, relacionando corretamente esta última com a utilizada em suas residências.

4.9 – AVALIAÇÃO

No intuito de verificar a assimilação dos saberes e as relações conceituais construídas pelos estudantes, elaborou-se um questionário final. Este contém doze questões que visam detectar a compreensão referente aos seguintes conceitos: fontes elétricas, receptores elétricos, circuitos abertos e fechados, elétrons livres, corrente elétrica, circuitos série e paralelos e a relação de proporcionalidade existente entre corrente elétrica, diferença de potencial elétrico e resistência elétrica. Cabe ressaltar, que **não se fez uso das tampas de garrafa PET** neste questionário. O questionário final foi aplicado individualmente onde os alunos foram atendidos em horários distintos. As questões foram lidas e respondidas oralmente, sendo registradas em áudio. Após a aplicação do questionário, o professor discutiu as respostas com cada aluno e revisou verbalmente os conceitos referentes às questões equivocadamente respondidas.

As perguntas foram divididas em duas categorias: as ímpares permitem aos alunos expressarem suas concepções através de suas próprias palavras, auxiliando desta forma, na verificação das assimilações e importações terminológicas. As pares consistem em questões de múltipla escolha, compostas por três alternativas. Cada questão par trata do mesmo assunto que sua precedente ímpar, procurando deste modo, avaliar não apenas a assimilação dos conceitos e termos científicos, mas também, as relações existentes na fala discente com a terminologia presente nas alternativas das questões pares.

A primeira questão; *“Para você, existe diferença entre fonte de energia elétrica e receptor de energia elétrica? Se sim, quais?”*, tem como objetivo suscitar as noções sobre fontes e receptores elétricos. Todos responderam conforme os relatos:

A1: *Acho que sim. Acho que... O rádio só recebe energia, só funciona quando coloca a pilha... (a pilha) é uma fonte de energia.*

A2: *Existe, a fonte, a energia sai dela. O receptor é aquele que recebe a fonte... Através da energia elétrica ele transforma em outra energia.*

A3: *Tem diferença, o rádio recebe energia, e a fonte está transmitindo a energia.*

A4: *Sim, eu acho que sem as pilhas o rádio não funciona, porque precisa de energia para funcionar.*

A1, **A3** e **A4**, fazem referência a equipamentos utilizados nas atividades, como rádios e pilhas. **A2**, porém, menciona as características que os receptores têm de transformar a energia elétrica em outros tipos de energias, conceito este, trabalhado no primeiro encontro. Entretanto, verifica-se que nenhum dos estudantes fez uso da terminologia científica em seus relatos.

A segunda questão;

| Pergunta | | | | Objetivo |
|---|-----------|-----------|-----------|---|
| 2. Qual alternativa apresenta o exemplo de uma fonte de energia elétrica e um receptor de energia elétrica? a) Pilhas e usinas hidrelétricas. b) Pilhas e rádio. c) Rádio e chuveiro elétrico. | | | | Procura verificar se os alunos relacionam corretamente as noções de fonte e receptores elétricos com exemplos do cotidiano. |
| Respostas | | | | |
| A1 | A2 | A3 | A4 | Alternativa correta |
| B | B | B | B | B |

Tabela 19: Pergunta, objetivo e resposta referente a segunda questão.

Todos os alunos responderam corretamente, indicando ter noção do que se tratam fontes e receptores elétricos.

A terceira questão; “*Existe diferença entre um circuito aberto e um fechado? Se sim, quais?*”, pretende suscitar as concepções referentes aos circuitos aberto e fechado. Os quatro estudantes responderam corretamente, conforme segue os relatos:

A1: *Acho que existe. Aberto porque, se a gente pegar um rádio ele não dá som, fechado dá som.*

A2: *Sim. A diferença de um circuito fechado é que a energia elétrica... a corrente elétrica, ela vai e volta né (sai e volta para fonte). E aberto não tem nada funcionando ali, os elétrons estão circulando com pouca velocidade ali né.*

A3: *Existe (não soube explicar).*

A4: *Sim, o fechado quer dizer que está ligado, o circuito está trabalhando. O aberto não.*

A1 e **A4** utilizam-se de situações vividas durante os encontros, porém, apenas o primeiro cita exemplos de equipamentos trabalhados nas atividades, fazendo menção ainda, a existência do som como elemento indicador do fechamento ou abertura do circuito. **A2** fala em corrente elétrica e elétrons, comentando ainda, o fato de o circuito fechado ter como característica uma continuidade, com o ponto de partida e chegada na fonte elétrica. **A3** demonstra que sua ausência no segundo encontro prejudicou-o em sua resposta, não

conseguindo argumentar qual motivo o levou a afirmar que existe diferença entre circuitos aberto e fechados.

A quarta questão;

| Perguntas | | | | Objetivo |
|--|----|----|----|--|
| 4. Num circuito elétrico fechado: a) Existe corrente elétrica. b) Não existe corrente elétrica. c) Não é possível saber se há ou não corrente elétrica. | | | | Busca averiguar se os alunos relacionam corretamente as noções de circuito aberto e fechado com a passagem de corrente elétrica. |
| Respostas | | | | |
| A1 | A2 | A3 | A4 | Alternativa correta |
| A | A | A | A | A |

Tabela 20: Pergunta, objetivo e resposta referente a quarta questão.

Todos os alunos responderam corretamente, indicando ter noção de que o circuito fechado caracteriza-se por permitir a passagem da corrente elétrica.

A quinta questão; “*Em que caso você não recebe um choque elétrico ao tocar um fio condutor? Por quê?*”, procura motivar os alunos a falarem sobre o elemento causador do choque elétrico. A seguir, as respostas:

A1: *Não tem energia, não está ligado na energia.*

A2: *Quando não está ligado em uma fonte de energia, não tem uma coisa ali impulsionando os elétrons.*

A3: *Quando não está recebendo energia.*

A4: *Se encostar no negativo (segurar no fio) não. Por que ele não está conectado em nenhuma tomada... Ligado a corrente elétrica.*

Os três primeiros alunos direcionam suas respostas à presença ou não da energia elétrica, porém, **A4** menciona o termo “corrente elétrica” no lugar de diferença de potencial elétrico. Este fato indica a dificuldade existente na importação dos termos científicos aos relatos, não interferindo, no entanto, nas relações conceituais construídas.

A sexta questão;

| Pergunta | | | | Objetivo |
|---|----|----|----|--|
| 6. Em um pedaço de fio condutor, desligado de uma fonte de energia elétrica: a) Existem elétrons livres, mas não corrente elétrica. b) Existem elétrons livres e corrente elétrica. c) Não há elétrons livres nem corrente elétrica. | | | | Procura constatar se os alunos relacionam corretamente a eletrização de um fio condutor com a existência de corrente elétrica, assim como também, se a relacionam corretamente com os elétrons livres existentes na rede cristalina. |
| Respostas | | | | |
| A1 | A2 | A3 | A4 | Alternativa correta |
| A | A | A | C | A |

Tabela 21: Pergunta, objetivo e respostas referente a sexta questão.

A4 equivoca-se na resposta, porém os demais alunos a respondem corretamente, indicando que o a maioria assimilou o conceito referente a composição cristalina de um fio condutor, onde há elétrons independentemente da corrente elétrica.

A questão de número sete; “*Para você, o que significa corrente elétrica?*”, procura relacionar a corrente elétrica ao movimento ordenado dos elétrons livres. Os alunos responderam conforme os relatos:

A1: *Um fio elétrico que passa elétrons.*

A2: *Os elétrons circulando pelo condutor, com mais força, no mesmo sentido.*

A3: *Os elementos que se transformam em energia, coisa do tipo.*

A4: *Quando o eles (elétrons) estão correndo pelo condutor.*

O trecho mostra que os alunos, exceto **A3**, relacionaram corrente elétrica com o movimento de partículas em um fio condutor, indicando que houve assimilação do conceito. Verificou-se ainda que, **A1** e **A2** citaram os elétrons em suas falas, não observado em **A4**, que respondeu corretamente, porém, sem o uso do termo científico. **A3** deixou evidente que sua ausência nos encontros afetou seu aprendizado.

A oitava questão;

| Pergunta | | | | Objetivo |
|---|----|----|----|--|
| 8. O modelo de corrente elétrica afirma que ela é constituída por: a) Prótons, carga positiva. b) Nêutrons, carga nula. c) Elétrons, carga negativa. | | | | Tem o intuito de conferir se houve a apropriação do conceito que define ser a corrente elétrica composta por carga negativa, oriunda dos elétrons. |
| Resposta | | | | |
| A1 | A2 | A3 | A4 | Alternativa correta |
| C | C | B | C | C |

Tabela 22: Pergunta, objetivo e resposta referente à oitava questão.

A3 responde equivocadamente a questão, porém, os demais respondem corretamente. Este fato sugere que o modelo conceitual de corrente elétrica foi assimilado pela maioria dos estudantes.

A nona questão; “*Existe alguma relação entre a corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica? Se sim, quais?*”, procura verificar se houve o entendimento dos conceitos referentes às relações de proporcionalidade existentes entre a corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica. Todos os alunos afirmaram que havia relação, conforme os relatos:

A1: *Sim acho que tem. (Recorreu ao exemplo da tomada em paralelo) naquela hora os dois rádios não tocaram né. Eu acho que os dois rádios não tocaram porque as tomadas, não tinha três. Aí quando estava em paralela os rádios ligaram porque tinha três volts.*

A2: *Sim. Quanto maior a resistência menor é a corrente elétrica né. (Ficou pensativo) (Sobre diferença de potencial) Vou naquele esqueminha lá (referindo-se a atividade realizada no quarto encontro), maior.*

A3: *Acho que sim, dependendo da diferença de potencial a corrente é maior e dependendo da resistência também diferencia... Diminui a corrente elétrica.*

A4: *Sim, acho que sim, porque se colocar várias pilhas, conforme a quantidade vai aumentar, e colocando varias pilhas e vários aparelhos (resistor) aí vai diminuir, mesmo tendo varias pilhas.*

Os alunos relacionaram corretamente os três conceitos Físicos propostos. **A1** refere-se à última atividade realizada, lembrando que nas tomadas ligadas em série não havia o mesmo valor da diferença de potencial fornecida pela fonte, fato este, percebido na ligação em paralelo. Cabe ressaltar, que a atividade destinada a trabalhar as relações citadas, foi realizada no quarto encontro e não no quinto, sendo apenas revisada neste. Observou-se ainda que, materiais das atividades foram identificados nas falas de **A2** e **A4**, onde o primeiro utilizou-se de termos científicos, enquanto que o segundo, mencionou aos materiais utilizados. **A3** mostrou-se seguro em sua resposta, utilizando-se corretamente dos termos científicos.

A décima questão;

| Pergunta | | | | Objetivo |
|--|----|----|----|---|
| 10. Com relação à corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica: | | | | Busca verificar se os alunos compreenderam o significado do termo diretamente e inversamente proporcional, relacionando estes com os conceitos corrente elétrica, resistência elétrica e diferença de potencial elétrico. |
| a) A corrente elétrica é inversamente proporcional a diferença de potencial e diretamente proporcional a resistência elétrica. | | | | |
| b) Não há relação entre estas entidades físicas. | | | | |
| c) A corrente elétrica é diretamente proporcional a diferença de potencial e inversamente proporcional a resistência elétrica. | | | | |
| Resposta | | | | |
| A1 | A2 | A3 | A4 | Alternativa correta |
| C | C | C | C | C |

Tabela 23: Pergunta, objetivo e respostas referente a décima questão.

Todos os alunos respondem corretamente, indicando ter ocorrido o entendimento de que quanto maior a resistência elétrica menor é a corrente elétrica, representando uma relação

inversamente proporcional e que, quanto maior a diferença de potencial maior é a corrente elétrica, evidenciando uma relação diretamente proporcional.

A décima primeira questão; “Qual tipo de ligação é mais utilizado nas instalações elétricas residenciais, série ou paralela? Explique sua resposta.”, busca verificar se os alunos assimilaram as diferenças existentes entre as ligações série e paralelo. A seguir, as respostas:

A1: Paralela, porque se ele (os fios) é dividido né, uns fios no banheiro, mais as tomadas na sala.

A2: Paralela, porque... (não soube explicar).

A3: Sei lá!

A4: Paralela, porque pode ter várias tomadas, mas todas têm a mesma quantidade de energia.

No trecho acima, percebe-se que dos quatro alunos, três respondem corretamente, porém, apenas dois justificam sua resposta. Acredita-se que esta falta de justificativa originou-se da ausência de **A2** e **A3** no quinto encontro, onde se trabalhou os assuntos referentes ao circuito série e paralelo. Já **A1** e **A4** apresentam em suas argumentações indícios do entendimento de que, na ligação em paralelo, o valor da “energia” nas tomadas é o mesmo da fonte. **A1** afirma que é por isso que em sua residência há a “separação dos fios” conectados as tomadas da sala e do banheiro. **A4** demonstra ter compreendido que, na ligação em paralelo todas as tomadas oferecem o mesmo valor de “energia”, independente da quantidade. No entanto, nenhum dos alunos fez menção ao termo diferença de potencial em suas respostas.

A décima segunda questão;

| Pergunta | | | | Objetivo |
|---|----|----|----|--|
| 12. Em um circuito apenas com ligação paralela: a) A corrente elétrica se mantém constante. b) Nem a corrente elétrica nem a diferença de potencial se mantêm constantes. c) A diferença de potencial se mantém constante. | | | | Procura constatar se houve assimilação de qual entidade Física se mantém constante em uma ligação conectada em paralelo. |
| Respostas | | | | |
| A1 | A2 | A3 | A4 | Alternativa correta |
| C | A | C | C | C |

Tabela 24: Pergunta, objetivo e respostas referente a décima segunda questão.

Apenas **A2** se equivoca em sua resposta. Este fato indica que a maioria dos alunos assimilou o conceito que define corrente elétrica e diferença de potencial como fenômenos distintos e que, na ligação em questão, é a diferença de potencial que se mantém constante.

Organizando-se todas as respostas referentes as questões pares, obtém-se o seguinte:

| | A1 | A2 | A3 | A4 | Alternativa correta |
|----|----|----|----|----|---------------------|
| 02 | B | B | B | B | B |
| 04 | A | A | A | A | A |
| 06 | A | A | A | C | A |
| 08 | C | C | B | C | C |
| 10 | C | C | C | C | C |
| 12 | C | A | C | C | C |

Tabela 25: Respostas das questões pares, de múltipla escolha.

Com isso, é possível perceber que **A1** obteve 100% de acerto nas questões de múltipla escolha, corroborando com suas respostas referentes às questões de número ímpar, onde, mesmo sem utilizar os termos científicos, demonstrou ter uma boa noção dos conceitos trabalhados. Os demais alunos obtiveram 83,3% de acertos.

Ao relacionar as respostas das questões ímpares com as pares, verificou-se que **A2** equivocou-se na número onze e doze, afirmando ser a corrente elétrica que se mantém constante na ligação paralela ao invés da diferença de potencial. Este fato é um indício de que a ausência do aluno no quinto encontro, repercutiu nas suas respostas. Quanto a **A3**, esteve presente em apenas dois dos cinco encontros e em sua resposta da questão oito, verificou-se que afirmou ser a corrente elétrica formada por nêutrons ao invés de elétrons. Este fato pôde ser compreendido ao observar que ele não compareceu no terceiro encontro, que tratou justamente da corrente elétrica a nível atômico. No entanto, **A3** respondeu corretamente a questão de número doze, apesar de não saber responder a questão onze, indicando que, mesmo ciente da teoria, o aluno não a relacionou com seu cotidiano, fato também trabalhado no quinto encontro. **A4** equivocou-se na questão de número seis, afirmando não haver nem corrente elétrica nem elétrons em um fio condutor desligado de uma fonte elétrica. Desta forma, ao fazer relação com o método utilizado no segundo encontro, verificou-se a falta de sucessivas revisões nos três últimos encontros sobre o assunto em questão, visto que, **A4** já havia sido auxiliado por este método a superar uma dificuldade conceitual referente aos circuitos aberto e fechado.

De modo geral, observou-se que as concepções levantadas antes de cada ação, durante os encontros aplicados, sofreram transformações após passarem pelas respectivas atividades, mantendo-se assim até o dia da avaliação, indicando assim, que houve assimilação dos conceitos estudados. Cabe salientar, que praticamente todos os relatos dos estudantes, obtidos pelas questões ímpares, não mencionavam os termos científicos. Devido aos alunos não estudarem fora do período referente aos encontros, houve dificuldade em formar frases com conceitos e terminologias científicas. No entanto, nas questões pares, de números dois, quatro

e dez, verificou-se que todos os alunos obtiveram êxito, relacionando corretamente os conceitos com a respectiva terminologia, indicando que mesmo estando os termos científicos ausente nos seus discursos, as relações conceituais foram construídas.

Também encontramos amparo nos pensamentos de Vigotski (2001) quando afirma que o desenvolvimento dos conceitos, espontâneos e científicos, possuem íntima ligação, oriundos de um mesmo processo de formação de conceitos e, desta forma, não há exclusão de um para a substituição do outro. Sendo assim, a fala discente quando realizada em um discurso informal, representa um modo mais abrangente de se compartilhar significados (Greca & Moreira, 2002), ou seja, mesmo havendo a construção das corretas relações conceituais, por serem ainda construções pessoais, devem apresentar-se coerentes sob o ponto de vista do aluno. Desta forma, só muito mais tarde o aluno poderá apresentar, em relação aos conceitos científicos, o mesmo domínio e familiaridade que tem dos conceitos espontâneos.

No intuito de verificar a validade do uso dos materiais adequados para os encontros, sob o ponto de vista discente, ao final do questionário o professor perguntou a cada estudante sua opinião sobre este uso nas atividades realizadas. A seguir, os relatos referentes a esta questão;

A1: *Me ajudou muito, porque eu não sabia a velocidade (dos elétrons)... não sabia que na minha casa tem na tomada duzentos e vinte, em paralelo.*

A2: *Ajuda porque o cara faz na prática, porque não adianta ficar só ali falando, falando, falando, sem fazer, daí não adianta. Tu aprende mais na prática do que na teoria né. Eu acho pelo menos. Eu aprendo melhor na prática do que na teoria.*

A3: *É muito importante o material né. Dependendo de como a pessoa passa a teoria, dá um nó assim, um cara interpreta de um jeito, mas com o material e a explicação, assim, fica mais tranqüilo pra aprender.*

A4: *Foi bom... Eu descobri várias coisas sobre a eletricidade... Como este último que nós fizemos da tomada, de que se for paralelo daí pode ter várias tomadas, e só uma estando ligada ela vai ligar as outras.*

Fica evidente no discurso discente, a dificuldade encontrada em estudar sem os recursos necessários. Ao afirmarem que os materiais os ajudaram, uma importante idéia é reforçada. Ao trabalhar o concreto com o conceito, a construção do modelo mental ocorre com maior facilidade. A estimulação tátil auxilia enormemente na indução dos fenômenos físicos e, além de agilizar a o processo de ensino e aprendizagem, reduz substancialmente a

formação de diferentes interpretações sobre um mesmo fenômeno. Junto a isso, é importante lembrar que o aprendizado se dá em um ambiente mais descontraído, capaz de proporcionar situações motivadoras, incentivando ações espontâneas, refletindo numa maior atenção e a participação dos estudantes.

4.10 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS.

A presente pesquisa foi dividida em dois grandes momentos: o ensaio piloto e a seqüência de ensino. Os objetivos gerais do ensaio piloto restringiram-se em dois pontos principais: desenvolver as categorias de análise e observar os limites e as possibilidades que os materiais e os procedimentos metodológicos apresentavam junto aos estudantes com deficiência visual. Sua reestruturação resultou numa segunda seqüência, que teve como objetivo contemplar duas questões: facilitar a indução dos conceitos físicos desejados e, avaliar se os novos materiais e procedimentos metodológicos ofereceram condições de serem aplicados juntamente a alunos com e sem esta deficiência, no ensino regular.

Ao término do ensaio piloto observou-se que os estudantes demonstraram, através de seus relatos, terem entendido o modelo atômico da corrente elétrica, assim como suas relações com a resistência elétrica e diferença de potencial elétrico. Além disso, apresentaram uma notável melhora em suas motricidades, verificada através da maior confiança e desenvoltura demonstradas nas montagens dos circuitos. No entanto, as relações com o cotidiano e a assimilações terminológicas não ficaram tão evidentes. Outro ponto negativo foi o tempo, relativamente grande, despendido para o reconhecimento tátil e interação com o tabuleiro, além da pouca liberdade apresentada na sua montagem, inibindo o surgimento de oportunidades onde os alunos pudessem sugerir novas configurações para o circuito.

A partir das observações, análises e avaliações feitas no ensaio piloto, foi desenvolvida uma nova seqüência de ensino, totalmente planejada com antecedência, composta por cinco encontros. A avaliação da aprendizagem levou em conta todo o processo de aplicação das atividades, culminando em um questionário final com doze questões, aplicada individualmente com cada aluno.

No decorrer da seqüência, o professor procurou iniciar cada encontro a partir do que havia sido discutido no anterior, relacionando os novos conteúdos com os precedentes. Nos três últimos encontros, a revisão foi realizada por meio de “testes”, que coletavam as respostas dos alunos por intermédio de tampas de garrafa Pet, que representavam as alternativas a, b e c. Evitou-se assim, que as respostas fossem contaminadas pelas exposições verbais dos colegas,

possibilitando ainda, um melhor detalhamento das dificuldades conceituais de cada aluno. Através da intervenção docente, procurou-se reforçar os assuntos pendentes através de explicações, o que por sua vez, ajudou a manter o mesmo nível de aprendizado a todos na sala. A reação discente durante a aplicação das atividades/questionário foi considerada positiva, visto que, demonstraram tranqüilidade ao apresentar as respostas.

Outro fato importante foi a constante recapitulação conceitual através das sucessivas revisões, mostrando-se decisivo na redução das disparidades conceituais, observada por meio das assimilações ocorridas. Este procedimento, também veio como alternativa a suprir, ou, pelo menos minimizar, as dificuldades de aprendizado oriundas da ausência de um estudo extra-classe. A repetição da prática também foi efetuada, sendo de fundamental importância para a melhora da habilidade motora no manuseio dos equipamentos, repercutindo ainda em um treinamento tátil, onde concomitantemente a realização das ações, exercitava-se tal sensibilidade. Os estudantes mostraram ter compreendido os conceitos e suas inter-relações e obtiveram um bom desempenho na assimilação e correta utilização dos termos científicos.

A utilização de equipamentos comuns favoreceu a contextualização e indução conceitual, aproximando o indivíduo do seu cotidiano. As tomadas com pilhas, porta-pilhas e pilhas apresentadas separadamente, auxiliaram na inferência dos conceitos fontes elétricas e diferença de potencial elétrico. Os resistores apresentados separadamente, foram identificados e relacionados conforme sua resistência através das diferentes aderências, favorecendo a inserção do conceito resistência elétrica. Verificou-se ainda que, o fato dos materiais terem sido apresentados separadamente, permitiu um reconhecimento tátil mais rápido e atribuiu uma maior liberdade durante a montagem dos circuitos. Como consequência, os alunos propuseram mais atividades, espontaneamente (**Elemento DM3**).

Ao se fazer uma comparação com o ensino oferecido aos alunos videntes, o modelo/maquete surgiu como uma alternativa a substituição do modelo/desenho, amplamente requisitado pelos professores no ensino comum que, para ministrar o conteúdo, desenhavam figuras na lousa no intuito de auxiliar na compreensão dos conceitos. Durante os encontros, a inserção das maquetes nas atividades auxiliou imensamente na indução dos conceitos corrente elétrica, diferença de potencial elétrico e resistência elétrica.

A identificação das subcategorias, **DM1** (Operacionalização do material), **DM2** (Descrição de eventos) e **DM3** (Propostas de atividades), mostrou que os materiais proporcionaram a indução da sua montagem, total liberdade no seu manuseio, segurança, resistência mecânica e durabilidade, repercutindo em uma boa aceitação por parte dos alunos, que manusearam e realizaram as ações solicitadas sem maiores dificuldades.

Verificou-se que durante o manuseio dos materiais, quando não ocorria sua identificação tátil, a elaboração de perguntas fechadas auxiliava nesta identificação. Por exemplo; ao manusear um material plástico perguntava-se: “é metal ou plástico?”, dando apenas duas opções de escolha. Este procedimento atribui ritmo aos encontros e motivou a participação discente. De forma semelhante, constatou-se que, após perguntar se o material era de plástico ou metal, favorecia-se a inserção de uma pergunta de âmbito conceitual, por exemplo; “é condutor ou isolante elétrico”. Assim, ficou evidente que os equipamentos concretos e o procedimento utilizado auxiliaram, em alto grau, a indução conceitual.

A presença das subcategorias **AC1** (Construindo hipóteses), **AC2** (Compartilhando conceitos), **AC3** (Questionando conceitos) e **AC4** (Relação de conceitos com o cotidiano), constataram que os alunos apresentaram uma participação ativa no processo de ensino e aprendizagem. Expressaram suas idéias, provocaram questionamentos e promoveram situações de conflitos e compartilhamentos conceituais. A fim de favorecer a origem destes dois últimos, em alguns momentos o professor procurava apresentar perguntas no lugar de respostas. Tal procedimento mediado corretamente, permitiu a compreensão dos fenômenos corrente elétrica, diferença de potencial elétrico e resistência elétrica e sua relação com o cotidiano dos alunos.

A presença discente nos encontros demonstrou-se extremamente necessária. A relação do concreto com o teórico demandava certo tempo, não havendo assim, como realizá-lo novamente sem prejudicar os demais colegas. Esta constatação tornou-se nítida em alguns relatos de **A3** e **A2**, que ao responderem o questionário final, equivocaram-se exatamente nas perguntas que requisitavam o uso de conceitos trabalhados nos respectivos encontros onde não estavam presentes.

A utilização de textos didáticos (GREF, 1991), auxiliou na inserção e compreensão da terminologia científica. A “leitura interativa” demonstrou-se eficaz, visto que, ao atribuir uma condição participativa aos estudantes, mantinham-se atentos durante a leitura, relacionando os conceitos lidos com ações concretas, requisitadas simultaneamente pelo professor.

Procurou-se durante todo o processo de aplicação da seqüência de ensino, levar em consideração o que as pesquisas, no ensino científico, afirmam sobre o levantamento das pré-concepções – também chamadas concepções alternativas, idéias intuitivas, concepções espontâneas, etc.: – (Viennot, 1979; Solis Villa, 1984; Driver, 1986). Procedimento considerado extremamente importante por suscitar conceitos construídos que, dentre outras características, apresentam amplo poder explicativo, diversidade, resistência a mudanças e

semelhanças com esquemas encontrados na evolução de teorias físicas³². A partir disso, possibilitou-se um melhor desenvolvimento de estratégias que favoreceram a reconstrução conceitual, permitindo que os alunos se conscientizassem de suas próprias idéias, auxiliando na resolução de problemas onde eles puderam analisar e discutir as situações físicas envolvidas (Gil Pérez e Martinez, 1983; Peduzzi, 1987). Teve-se como alicerce um modelo de aprendizagem que envolveu o “compreender e o aceitar as novas idéias” científicas, mais inteligíveis, racionais e constituídas historicamente como verdadeiras. Sendo assim, ampliou-se o leque do processo de ensino e aprendizagem, para se atingir uma inclusão no sentido didático, que possibilitou condições aos alunos gerarem idéias.

Neste sentido, constatou-se que para o processo de caráter inclusivo, tanto os materiais quanto os procedimentos apresentaram-se potencialmente capazes de serem aplicados junto à **alunos com e sem deficiência visual estudando no mesmo ambiente do ensino regular**, visto que, o tempo despendido para o reconhecimento dos materiais foi reduzido, a liberdade atribuída ao aluno aumentada, permitindo a realização de ações voluntárias e sugestões espontâneas de novas configurações para os circuitos. Oportunizaram-se ainda, situações onde o “erro”, durante a montagem dos circuitos, também fosse utilizado para fomentar soluções. Estas, por sua vez, pareceram potencializar o poder argumentativo discente, que constantemente mencionavam eventos e materiais trabalhados. Além disso, as relações com o cotidiano e a fixação dos termos científicos foram verificadas com maior freqüência.

Alguns limites percebidos durante a realização desta pesquisa precisam ser apontados. Não foi utilizada a aplicação de equações matemáticas, porém, acredita-se que o primeiro passo foi dado. A partir do que foi trabalhado, torna-se possível sugerir situações hipotéticas para serem resolvidas matematicamente. As recomendações quanto aos materiais e procedimentos metodológicos precisam ser postas em prática para verificar seu real potencial. Além disto, desenvolver critérios referentes às técnicas avaliativas, que sejam condizentes as necessidades e especificidades dos estudantes, são necessárias para poder mensurar mais detalhadamente o desenvolvimento educacional. Ademais, durante a presença na ACIC verificou-se que os respectivos alunos tinham contato direto com computadores pessoais, tornando nítida a necessidade de investigar estratégias que permitam utilizar as tecnologias e os multimeios como auxílio no processo de ensino e aprendizagem destes sujeitos. Pode-se salientar ainda, a necessidade de transpor didaticamente os conteúdos trabalhados, para que permitam promover o desenvolvimento do pensamento crítico, criando procedimentos

³² Como no caso da corrente real, onde se considera o movimento das cargas positivas.

metodológicos que motivem a inserção da literatura específica, no intuito de auxiliar as assimilação conceitual e terminológica.

Por fim, esta pesquisa corrobora com Camargo (2005) ao afirmar que, os “*possíveis fatores condicionantes ou limitantes de aprendizagem de conteúdos de Física*” (Camargo p.259, 2005) a estes sujeitos, não estão vinculados a sua deficiência, pois estão aptos a aprenderem qualquer conteúdo. Retira-se, deste modo, a limitação da deficiência visual, atribuindo-a as condições de ensino, advinda das inúmeras dificuldades e barreiras impostas pela sociedade, dentre elas, professores sem formação, o ensino voltado para o vestibular, a falta de estrutura escolar e o excesso de alunos nas salas. Nesta perspectiva, este trabalho procurou mostrar que é possível tratar conceitos complexos e/ou específicos com estudantes com deficiência visual e que, potencialmente falando, o ensino destes, juntamente com alunos videntes, parece perfeitamente plausível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIC - REVISTA DA ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE INTEGRAÇÃO DO CEGO. Florianópolis: ACIC, 2007.

ASSOCIAÇÃO DOS AMIGOS DO INSTITUTO SÃO RAFAEL. Disponível em <<http://www.saorafael.org.br/>>. Acesso em: 30/05/2007.

BONETI, R. F. A escola como lugar de integração (ou segregação?) das crianças portadoras de deficiência intelectual. In: **Educação em questão**, Natal, ano 6, n.1, jan./jun.1996.

BRASIL. Ministério Público Federal: Fundação Procurador Pedro Jorge de Melo e Silva. **O Acesso de Alunos com Deficiência às Escolas e Classes Comuns da Rede Regular**. Brasília, 2004. Disponível em <http://www.prgo.mpf.gov.br/cartilha_acesso_deficientes.pdf>. Acesso em julho de 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e bases da educação** (n.939496). Brasília, DF, 1996. Disponível em < <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>>. Acesso em julho de 2006.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais Para o Ensino Médio**. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF, 2002. Disponível em < <http://portal.mec.gov.br/seb/index.php?option=content&task=view&id=265&Itemid=255>>. Acesso em julho de 2006.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais Para o Ensino Médio +:** orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF, 2002b. Disponível em < <http://portal.mec.gov.br/seb/index.php?option=content&task=view&id=265&Itemid=255>>. Acesso em julho de 2006.

BRASIL. Ministério da Educação: Secretaria de Educação Especial. **Programa Nacional de Apoio à Educação de Deficientes Visuais**. Brasília, DF, 2002. Disponível em < <http://portal.mec.gov.br/seesp/index.php?option=content&task=view&id=30&Itemid=157>>. Acesso em julho de 2006.

BRUNO, M.M.G. Avaliação educacional para alunos com baixa visão e múltipla deficiência na educação infantil: uma proposta de adaptação e elaboração de instrumentos. In: 30ª ANPED, 15, 2007, Caxambu/MG. **Anais eletrônicos... Caxambu: ANPED, 2007**. Disponível em <<http://www.anped.org.br/reunioes/30ra/index.htm>>. Acesso em: 22/05/2008.

CAMARGO, E. P. **O Ensino de Física no Contexto da Deficiência Visual**: elaboração e Condução de Atividades de Ensino de Física para Alunos Cegos e com Baixa Visão. 2005. 272 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 2005.

CAMARGO, E.P. ALMEIDA, D. R. V.; MACIEL FILHO, P. R. P.; NARDI, R. Ensino de óptica para alunos com deficiência visual: análise de concepções alternativas. In: V ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2005. **Anais eletrônicos...** Bauru: ABRAPEC, 2005.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R. Dificuldades e alternativas iniciais encontradas por licenciandos para a elaboração de atividades de ensino de Física para alunos com deficiência visual: In: V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2005. **Caderno de Resumos...** Bauru: ABRAPEC, 2005.

CAMARGO, E. P., ANDRADE, L. V., BRAGA, T. M. Concepções Espontâneas de Repouso e Movimento de Uma Pessoa Deficiente Visual Total. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 3. dez. 2000.

CAMARGO, E. P. **Um estudo das concepções alternativas sobre repouso e movimento de pessoas cegas**. 2000. 218 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2000.

CARREIRA, D. A integração da pessoa deficiente no mercado de trabalho. In: MANTOAN, M.T. E. et al. (Orgs). **A integração de pessoas com deficiência: contribuições para uma reflexão sobre o tema**. São Paulo: Memnon, 1997.

COLL, C. et al. **Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

DENARI, F. E. Um olhar sobre a formação do Professor de Educação Especial: da Segregação à Inclusão. In: Rodrigues, D. (Org). **Inclusão e Educação: doze olhares sobre a educação inclusiva**. São Paulo: Summus, 2006.

DIÁLOGO NO ESCURO. Disponível em <http://www.dialogonoescuro.blogspot.com/>. Acesso em julho de 2006.

DRIVER, R. Psicologia cognitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. **Enseñanza de las Ciências**, v.4, n.1, p.3-15, 1986.

EL-HANI, C. N; BIZZO, N. Formas de Construtivismo, Mudança Conceitual e Construtivismo Contextual. **Ensaio, Belo Horizonte**, v. 4, n.1, 2002.

FUNDAÇÃO CATARINENSE DE EDUCAÇÃO ESPECIAL. Santa Catarina: FCEE. Disponível em <<http://www.fcee.sc.gov.br/>>. Acesso em: 30/05/2007.

FERREIRA, W. B. Inclusão x exclusão no Brasil: reflexões sobre a formação docente dez anos após Salamanca. In: Rodrigues, D. (Org). **Inclusão e Educação: doze olhares sobre a educação inclusiva**. São Paulo: Summus, 2006.

FERREIRA, J. R. “Educação especial, inclusão e política educacional: notas brasileiras”. In: Rodrigues, D. (Org). **Inclusão e Educação: doze olhares sobre a educação inclusiva**. São Paulo: Summus, 2006.

FUNDAÇÃO DORINA NOWILL PARA CEGOS. São Paulo: Fundação Dorina Nowill Para Cegos. Disponível em <<http://www.fundacaodorina.org.br/>>. Acesso em: 30/05/2007.

GIL PÉREZ, D.; MARTINEZ-TORREGROSA, J. A model for problem-solving in accordance with scientific methodology. **European Journal of Science Education**, v.5, n.4, p.447-455, 1983.

GLAT, R. *A integração social dos portadores de deficiências: uma reflexão*. Rio de Janeiro: Sete Letras, 1998. Apud SOUZA, O. S. Nas entrelinhas da inclusão escolar de alunos com necessidades educativas especiais: o desafio da formação docente. Porto Alegre: UFRGS, (Tese de Doutorado), Faculdade de Educação, 2002.

GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A. Além da detecção de modelos mentais dos estudantes: uma proposta representacional integradora. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n.1, 2002. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>>. Acesso em: 25/02/2007.

Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Eletromagnetismo**. São Paulo: Edusp, 1991. Disponível em <<http://fisica.edcc.sc.usp.br/GREF/livros.html>>. Acesso em julho de 2006.

KARAM, R.A.S. Relatividade Restrita no Início do Ensino Médio: Elaboração e Análise de uma Proposta. 2005. 187 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

KÖCHE, J. C. **Pesquisa Científica**: critérios epistemológicos. Petrópolis: Vozes, 2005.

LABURU, C. E; CARVALHO, M. **Educação Científica**: Controvérsias Construtivistas e Pluralismo Metodológico. Londrina: EDUEL, 2005.

LAR-ESCOLA SANTA LUZIA. Disponível em <<http://www.portaldovoluntario.org.br/>>. Acesso em: 30/05/2007.

LEONTIEV, A.N. Os princípios do desenvolvimento mental e o problema do atraso mental. In: Prisma Assessoria Editorial (Org). **Psicologia e Pedagogia**: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento. São Paulo: Moraes Ltda, 1991.

LÜDKE, M.; ANDRÉ M.E.D.A. **Pesquisa em Educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MOREIRA, M. A; GRECA, I. M., Cambio conceitual: análisis crítico y propuestas a luz de la teoría del aprendizaje significativo. **Ciência & Educação**, v.9, n.2, 2003.

MADER, G. A Integração da pessoa portadora de deficiência: a vivência de um novo paradigma. In: MANTOAN, M. T. E. et al. (Orgs.) **A integração de pessoas com deficiência**: contribuições para uma reflexão sobre o tema. São Paulo: Memnon, 1997.

MASINI, E. F. S. Impasses sobre o Conhecer e o Ver. In: **O perceber e o relacionar-se do deficiente visual**: orientando professores especializados. Brasília: CORDE, 1994.

MARQUES, C.A. Integração: uma via de mão dupla na cultura e na sociedade. In: MANTOAN, M. T. E. et al. (Orgs.) **A integração de pessoas com deficiência**: contribuições para uma reflexão sobre o tema. São Paulo: Memnon, 1997.

MAXWELL, James Clerk. Introductory Lecture on Experimental Physics. In: NIVEN, W. D. (Ed.) **The Scientific Papers of James Clerk Maxwell**, v. 2, Paris: Librairie Scientifique J.Herman, 1995.

MELLO, A.M.S.R. Autismo e integração In: MANTOAN, M. T. E et al. (Orgs). **A integração de pessoas com deficiência**: contribuições para uma reflexão sobre o tema. São Paulo: Memnon, 1997.

MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da Percepção**. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

MORTIMER, E. F. Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de ensino de química: mudança conceitual e perfil epistemológico. **Química Nova**, v.15, n.3, 1992.

_____. Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais. 1994. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação da USP, 1994.

_____. Construtivismo, mudança conceitual e o ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, n.1, v.1, p. 20-39, 1996.

_____. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

PASCUAL, L. A., AMEDI, A., FREGNI, F., MERABET, L.B. A Plasticidade do córtex cerebral humano, 2005. Disponível em <http://www.gomestranslation.com/artigos/translated_articles/lafm.pdf>. Acesso em: 23/05/2008.

PEDUZZI, S.S. **Uma Abordagem Ausubeliana ao Ensino de Eletricidade e Magnetismo em Nível Universitário Básico**. 1981. 97 f.. Dissertação (Mestrado em Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, 1981.

PEDUZZI, L.O.Q. Solução de problemas e conceitos intuitivos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.4, n.1, p.17-24, 1987.

PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo In: PIETROCOLA, M. (Orgs). **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

PINHO ALVES, J. **Atividades Experimentais**: do Método à Prática Construtivista. 2000. 302 f.. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências Naturais) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

POSNER, G.J. et al. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, v. 66, n. 2. 1982.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A. A revisionist theory of conceptual change. In.: Duschl, R. and Hamilton, R. J. (Eds.). **Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice**. Albany: State University of New York Press, 1992.

REGO, T. C. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis: Vozes, 1995.

RODRIGUES, D. Dez idéias (mal) feitas sobre a educação inclusiva. In: Rodrigues, D. (org). **Inclusão e Educação**: doze olhares sobre a educação inclusiva. São Paulo: Summus, 2006.

SOCIEDADE DE ASSISTÊNCIA AOS CEGOS. Disponível em <<http://www.sac.org.br/>>. Acesso em: 30/05/2007.

SANTOS, M.E.V.M. As concepções alternativas dos alunos à luz da epistemologia bachelardiana. In: **Mudança conceitual em sala de aula**, um desafio pedagógico. Lisboa: Livros Horizonte, 1991.

SANTOS, I.; CLOS, A. C. Pesquisa quantitativa e metodologia. In: GAUTHIER, J. H. M. et al. **Pesquisa em enfermagem**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

SKLIAR, C.. A Inclusão é ‘nossa’ e a diferença que é do ‘outro’. In: Rodrigues, D. (org). **Inclusão e Educação**: doze olhares sobre a educação inclusiva. São Paulo: Summus, 2006.

SOLIS VILLA, R. Ideas intuitivas y aprendizaje de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v.2, n.2, p.1-19, 1994.

SOUZA, O. S. Nas entrelinhas da inclusão escolar de alunos com necessidades educativas especiais: o desafio da formação docente. 2002. 194 f. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

TEIXEIRA, E. **As Três Metodologias**: acadêmica, da ciência e da pesquisa. Petrópolis: Vozes, 2005.

VIENNOT, L. Spontaneous reasoning in elementary dynamics. **European Journal of Science Education**, v.1, n.2, p.205-221, 1979.

VYGOTSKI, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2001.

_____. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. In: Prisma Assessoria Editorial (Org). **Psicologia e Pedagogia**: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento. São Paulo: Moraes Ltda, 1991.

_____. Obras escogidas. Madrid: Editora Pedagógica, 1998.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

ANEXOS

**ANEXO 1 – RECORTE DO TEXTO: *ONDE NÃO ESTÁ A
ELETRICIDADE?***

Onde não está a eletricidade?

(...) Esquentar água, iluminar os ambientes internos de uma residência, escritório, providenciar uma torrada para o café da manhã, falar ao telefone, aspirar o pó, encerrar o chão, fazer as contas para ver se o dinheiro vai dar para pagar as contas, assistir a um filme em vídeo, ou a um jogo esportivo ao vivo, ouvir música, acordar ao som das notícias do dia, enviar um fax, receber recados gravados numa secretária eletrônica, enviar mensagens através de uma rede de computadores,..., são exemplos de atividades que fazemos hoje com a ajuda da Eletricidade.

Não é à toa que nos momentos em que o fornecimento da Eletricidade é interrompido, a nossa vida sofre uma grande alteração: ficamos de certo modo desamparados quando estamos em nossa casa, a alegria é geral quando há dispensa das aulas na escola, o metrô e os trens urbanos não funcionam, os semáforos apagam, etc. A enciclopédia Mirador, apresenta para a palavra Eletricidade a seguinte conceituação:

ELETRICIDADE

1 Conceito . São fenômenos elétricos todos aqueles que envolvem cargas elétricas em repouso ou em movimento; as cargas em movimento são usualmente elétrons. A importância da eletricidade advém essencialmente da possibilidade de se transformar a energia da corrente elétrica em outra forma de energia: mecânica, térmica, luminosa, etc.

(GREF p.3, 1991)

ANEXO 2 – TEXTO: *ELEMENTOS DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS.*

Elementos dos circuitos elétricos.

Ao colocar um aparelho elétrico em funcionamento estamos fechando um circuito elétrico. Este circuito é contituido de aparelho elétrico; fonte de energia elétrica, que pode estar situada próximo ou distante do aparelho e fios de ligação que conectam adequadamente um ao outro.

Para facilitar o manuseio, os circuitos elétricos contém um elemento extremamente importante que é o interruptor. Nos aparelhos elétricos o interruptor é o botão liga-desliga. Já no circuito elétrico residencial existem vários locais onde ele pode ser interrompido, tais como: chaves, disjuntores, tomadas, plugues, soquetes onde são rosqueadas as lâmpadas, dentre outros.

A principal função dos fios de ligação em um circuito elétrico é delimitar o local que servirá como um caminho ou uma trilha através do qual a energia elétrica da fonte chega até o aparelho elétrico e com isso, ser utilizada por ele. Por exemplo, o fio de cobre utilizado na instalação elétrica residencial inclui uma capa plástica. O metal, nesse caso, é o caminho ou a trilha por onde a energia elétrica da fonte vai chegar até os aparelhos e a capa plástica que é um material isolante, delimita esse caminho. Quando a energia da fonte está sendo utilizada pelo aparelho, dizemos que o circuito está fechado e que há uma corrente elétrica.

Se ligarmos uma lanterna e sua lâmpada acende, o seu circuito elétrico, constituido de filamento da lâmpada e seus pontos de contato, fios de ligação cujas extremidades são conectadas aos dois terminais da pilha, está fechado.

Desse modo, a energia química da pilha, transformada em energia elétrica, é utilizada pela lâmpada.

O mesmo se dá quando acendemos uma lâmpada ou ligamos um chuveiro, só que nestes casos, a fonte está longe e é de uso coletivo: é a usina.

Ao discarmos para uma pessoa .com um telefone comum, através do sistema.de fios, estamos tentando fechar um circuito elétrico que envolve o aparelho da pessoa que disca, uma ou mais centrais telefônicas e o aparelho telefônico que está sendo chamado. Este circuito, que é parte da rede elétrica telefônica, é constituido de fios de ligação e vários pontos de

interrupção.

Se o telefone da outra pessoa está fora do gancho, o circuito elétrico não fecha e, por isso, a ligação não se completa. O mesmo se dá quando o fone não é retirado do gancho, isto é, toca e ninguém atende.

Mais recentemente, as ligações telefônicas também estão sendo realizadas através de micro-computadores onde a voz é substituída pela mensagem escrita na tela,

Nesta situação, se a ligação entre os microcomputadores é feita através de fios condutores de eletricidade, vários pontos de interrupção são encontrados ao longo desse circuito e que durante a comunicação são acionados para fechá-lo.

(GREF p.10, 1991).

ANEXO 3 – TEXTO: *CHOQUE ELÉTRICO.*

Choque elétrico.

Quando parte do nosso corpo fizer parte de um circuito elétrico, é bem provável que tomaremos um choque elétrico, se o circuito estiver fechado e dele fizer parte uma fonte de energia elétrica. Nesse caso, nesse trecho do nosso corpo, há também corrente elétrica e, dependendo de sua intensidade, os efeitos podem ser muito graves.

Um pedaço de nosso corpo que pode ser parte de um circuito elétrico é a região formada pelo dedo polegar e o dedo indicador, quando estamos mexendo num aparelho ou mesmo numa parte da instalação. Outras vezes o pedaço do nosso corpo que faz parte do circuito elétrico envolve a mão e vai até o pé, (...)

Essa é a situação que corresponde ao choque tomado quando vamos ligar ou desligar o chuveiro, por exemplo.

Se o trecho do nosso corpo que faz parte do circuito elétrico envolve as duas mãos, o risco é maior que nas situações anteriores. Isto porque a corrente elétrica passa diretamente pelo coração. Dependendo de sua intensidade, pode provocar até fibrilação ventricular, o que pode levar à morte em poucos minutos.

Uma maneira de se evitar os choques elétricos é fazer a ligação dos aparelhos à terra. O "fio terra" é feito enterrando-se, no local da instalação, uma barra de cobre em local úmido, para garantir alta condutividade elétrica entre os condutores e a terra.

Conectado à barra, está um fio de cobre que segue junto aos demais fios da instalação elétrica, formando, no caso da tomada, o terceiro fio.

O fio terra também é utilizado para aterramento das carcaças metálicas de chuveiros e outros aparelhos, conforme ilustra a figura a seguir.

(GREF p.12, 1991)

**ANEXO 4 – RECORTE DO TEXTO: A *CORRENTE ELÉTRICA*
*VISTA POR DENTRO.***

A corrente elétrica vista por dentro.

(...) Como é imaginado o metal internamente?

Um fio de metal é um conjunto muito grande de átomos ligados uns aos outros mas que guardam uma certa distância entre si. Esta organização forma uma estrutura tridimensional bastante regular que pode mudar de um metal para outro e chamada de rede cristalina.

Além disso, no interior do metal, cada átomo perde um ou dois elétrons que ficam vagando pelos espaços vazios no interior do metal (sendo por isso chamados de elétrons livres, enquanto a maioria dos elétrons está presa nas vizinhanças dos núcleos).

À temperatura ambiente tanto os elétrons quanto os núcleos atômicos estão em movimento cuja origem é térmica. Enquanto os núcleos vibram juntamente com os elétrons presos a ele, os elétrons que se desprenderam realizam um tipo de movimento que é aleatório pelo interior da rede cristalina.

O que muda no metal quando há corrente elétrica?

Aparentemente nada, que possa ser visto a olho nú! Mas.. e internamente?

Um aparelho elétrico só entra em funcionamento se for ligado a uma fonte de energia elétrica que pode ser uma usina, uma pilha ou bateria. Nessa situação há transformação de energia elétrica em outras formas de energia e o que possibilita tal transformação é a existência de corrente elétrica.

Internamente, a energia da fonte é utilizada para acelerar os elétrons livres no interior da rede cristalina, através de uma força de natureza elétrica. Essa força provoca um movimento adicional ao já existente em cada elétron livre do metal.

O resultado desse processo é uma superposição de dois movimentos: o de origem térmica que já existia e continua e o movimento adicional provocado pela fonte de energia elétrica.

É esse movimento adicional que consiste o que se entende por corrente elétrica.

A velocidade de cada elétron livre associada a cada um

desses dois movimentos tem valor completamente diferente: enquanto a velocidade devido ao movimento térmico é da ordem de 100.000 m/s, a velocidade devido ao movimento adicional é aproximadamente 1,0 mm/s.

Qual o significado da intensidade da corrente elétrica nesse modelo?

Vamos imaginar que quiséssemos medir uma "corrente" de carros em uma estrada. Uma corrente de 100 carros por minuto indicaria que a cada minuto 100 carros passam pela faixa. Se contarmos durante o tempo de 5 minutos a passagem de 600 carros e quisermos saber quantos passa, em média, em um minuto faríamos:

$$\text{corrente} = 600 \text{ carros} / 5 \text{ minutos} = 120 \text{ carros/minuto}$$

Assim poderíamos escrever a fórmula da intensidade de corrente da seguinte maneira: corrente = no de carros/tempo

Para uma corrente de elétrons num fio metálico, poderíamos escrever algo semelhante:

$$\text{corrente elétrica} = \text{no de elétrons} / \text{tempo}$$

No entanto, o que nos interessa é a quantidade de carga que passa e não o número de elétrons. Desse modo, a intensidade de corrente pode ser calculada pela expressão:

$$i = N \cdot e / t$$

Onde: N é o número de elétrons e a carga elétrica do elétron, t é o tempo transcorrido.

Quando a carga é medida em Coulombs e o tempo medido em segundos a corrente é medida em ampère (A)

Um pouco mais sobre a corrente

Quando um aparelho é ligado a uma pilha ou bateria a corrente elétrica se mantém constantemente em um mesmo sentido. Isso quer dizer que a força que impulsiona os elétrons é sempre no mesmo sentido.

Já na tomada, a corrente é alternada. Isso significa que ora a corrente tem um sentido ora tem outro, oposto ao

primeiro. Isso ocorre porque a força que impulsiona os elétrons livres inverte constantemente de sentido.

(GREF p.90,91 e 92)

ANEXO 5 – PRIMEIRO QUESTIONÁRIO.

Primeiro questionário.

1. Qual o valor da diferença de potencial elétrica em uma pilha?
 - a) 6 volts.
 - b) 3 volts.
 - c) 1,5 volts.
2. Ao colocarmos duas pilhas ligadas em série, a diferença de potencial elétrico vale:
 - a) 1,5 volts.
 - b) 3,0 volts.
 - c) 6,0 volts.
3. Qual das alternativas contém elementos que são classificados como fontes elétricas?
 - a) Rádio e chuveiro elétrico.
 - b) Fios de cobre.
 - c) Usina hidrelétrica e pilhas.
4. Qual das alternativas apresenta apenas exemplos de materiais condutores de energia elétrica?
 - a) Papelão e palito de madeira.
 - b) Papelão e papel alumínio.
 - c) Papel alumínio e cliques de metal.
5. Ao colocar um aparelho elétrico em funcionamento, estamos:
 - a) Abrindo um circuito.
 - b) Fechando um circuito.
 - c) Interrompendo o caminho da corrente elétrica.
6. Quando a energia da fonte está sendo utilizada pelo aparelho elétrico, significa que:
 - a) Existe corrente elétrica.
 - b) Não há corrente elétrica.
 - c) Não existem elétrons em movimento.
7. Em um circuito elétrico fechado, os elétrons:
 - a) Saem do pólo negativo e positivo da pilha.
 - b) Saem do pólo negativo da pilha e voltam para o positivo.
 - c) Saem do pólo positivo da pilha e voltam para o negativo.
8. Complete a frase: Nos fios de um circuito aberto:
 - a) Não existem elétrons livres.
 - b) Existe corrente elétrica.

- c) Existem elétrons livres.
9. Complete a frase: Na corrente elétrica real:
- a) São as cargas negativas que percorrem o circuito.
 - b) São as cargas positivas que percorrem o circuito.
 - c) Tanto as cargas positivas quanto as negativas, percorrem o circuito.

**ANEXO 6: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E
ESCLARECIDO: ENSAIO PIILOTO**

Resumo do Projeto

Partindo do princípio que a Constituição apóia e garante a todos o direito à educação e o acesso à escola, independente de sua origem, raça, sexo, cor, idade, deficiência ou ausência dela, esta pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento de uma seqüência didática que construa o conceito Corrente Elétrica com estudantes com deficiência visual. Nesta perspectiva, será realizada uma proposta com cinco encontros, no intuito de observar quais as características que devam ser levadas em consideração para a elaboração de materiais didáticos para estas pessoas, assim como também, quais critérios são necessários a condução destes encontros. Para tanto, será utilizada as atividades experimentais como elemento mediador no processo de ensino-aprendizagem. Estas atividades são compostas basicamente por materiais de baixo custo, que permitem construir circuitos, identificar os elementos constituintes do mesmo, verificar materiais condutores e isolantes e analisar a relação da Corrente Elétrica com a Resistência e a Diferença de Potencial.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, _____ permito que o pesquisador Fábio Lombardo Evangelista, vinculado ao Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica, PPGECT, da Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, em nível de mestrado sob a matrícula 200607367, aplique a seqüência de ensino de Física composta por cinco (5) encontros, com duração de uma (1) hora e trinta (30) minutos cada com objetivo trabalhar o assunto Corrente Elétrica, utilizando como ferramenta didática atividades experimentais. Estou ciente que os encontros serão filmados e gravados, a fim de possibilitar uma melhor análise e possível publicação e que minha identidade será preservada e não correrei nenhum risco quanto a minha saúde e segurança.

Florianópolis, /...../.....

Assinatura do Responsável

Nome da Leitora Responsável

Assinatura da/o Leitor/a Responsável

**ANEXO 7: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E
ESCLARECIDO: SEQÜÊNCIA REESTRUTURADA**

Resumo do Projeto

Partindo do princípio que a Constituição apóia e garante a todos o direito à educação e o acesso à escola, independente de sua origem, raça, sexo, cor, idade, deficiência ou ausência dela, esta pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento de uma seqüência didática que construa o conceito Corrente Elétrica com estudantes com deficiência visual. Nesta perspectiva, inicialmente realizou-se uma proposta com cinco encontros, no intuito de observar quais são as características que devam ser levadas em consideração para a elaboração de materiais didáticos para estas pessoas, assim como também quais critérios são necessários a condução destes encontros. Para tanto, utilizou-se as atividades experimentais como elemento mediador no processo de ensino-aprendizagem, analisando quais as adequações necessárias destas atividades aos sujeitos desta pesquisa. Estas atividades são compostas basicamente por materiais de baixo custo, que permitem construir circuitos, identificar os elementos constituintes do mesmo, verificar materiais condutores e isolantes e analisar a relação da Corrente Elétrica com a Resistência e a Diferença de Potencial. Os resultados do estudo piloto indicaram fatores importantes para a reestruturação da proposta, a qual foi desenvolvida novamente em seis encontros. O primeiro tem como objetivo contextualizar o assunto Eletricidade com o cotidiano do estudante. O segundo permite uma interação com circuitos elétricos. O terceiro encontro constrói o modelo clássico de Corrente Elétrica. O quarto trabalha com a relação existente entre a Corrente Elétrica, Resistência e Diferença de Potencial. O quinto, permite a planificação dos circuitos e o estudo dos símbolos que representam a fonte elétrica, o resistor, a chave liga-desliga e alguns receptores. O sexto encontro trabalha com a construção da equação que relaciona a Corrente Elétrica, a Resistência e a Diferença de Potencial, prescrevendo alguns exercícios a serem resolvidos.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, _____, permito que o pesquisador Fábio Lombardo Evangelista, vinculado ao Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica, PPGECT, da Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, em nível de mestrado sob a matrícula 200607367, aplique a seqüência de ensino de Física composta por seis (6) encontros, com duração de uma (1) hora e trinta (30) minutos cada com objetivo trabalhar o assunto Corrente Elétrica, utilizando como ferramenta didática atividades experimentais. Estou ciente que os encontros serão filmados e gravados, a fim de possibilitar uma melhor análise e possível publicação e que minha identidade será preservada e não correrei nenhum risco quanto a minha saúde e segurança.

Florianópolis, /...../.....

Assinatura do Responsável

Nome da Leitora Responsável

Assinatura da/o Leitor/a Responsável