

| | | |
|--|---|---|
| MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física |  UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI - URCA |  SOCIIDADE BRASILEIRA DE FÍSICA |
|--|---|---|

Perspectiva Freiriana de Educação para a Compreensão de Conceitos Físicos de Eletricidade no Ensino Médio com Utilização de uma Placa de Testes.

Jonio Vieira de Sousa

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Regional do Cariri, Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Prof. Dr. Alexandre Magno Rodrigues Teixeira

Coorientador:

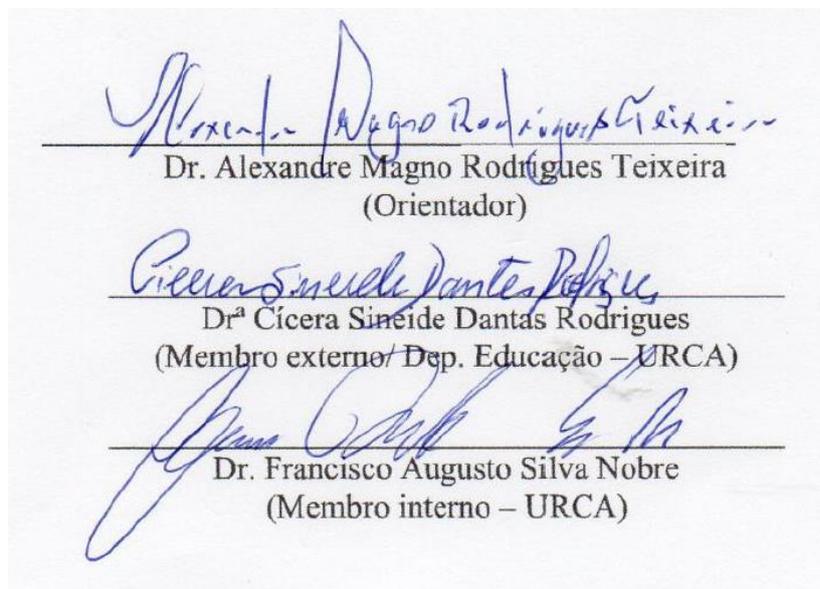
Prof. Dr. Claudio Rejane da Silva Dantas

Perspectiva freiriana de educação para a compreensão de conceitos físicos de eletricidade no ensino médio com utilização de uma placa de testes.

Jonio Vieira de Sousa

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Regional do Cariri no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física

Aprovada por:



Dr. Alexandre Magno Rodrigues Teixeira
(Orientador)

Dr^a Cícera Sineide Dantas Rodrigues
(Membro externo/ Dep. Educação – URCA)

Dr. Francisco Augusto Silva Nobre
(Membro interno – URCA)

Juazeiro do Norte, CE, Fevereiro, 2019

S586p Jonio...
Perspectiva freiriana de educação para a compreensão de conceitos físicos de eletricidade no ensino médio com utilização de uma placa de testes/ Jonio... – Juazeiro do Norte: URCA, 2019.

viii, 77 f.: il.;30cm.

Orientador:

Dissertação (mestrado) – URCA/ Universidade Regional do Cariri/ Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2011.

Referências Bibliográficas: f. 74-77.

Dedicatória

A Idália Maria Vieira, minha amada mãe razão da minha existência e perseverança, professora exemplar aposentada onde sempre busco inspiração para prosseguir minha profissão de professor e educador.

A minha tia Adália Maria de Sousa Vieira também professora e educadora espelho para todos que desejam um norte na arte de ensinar.

A minha filha Jéssica Maria Menezes Teles Vieira hoje médica Neurocirurgiã.

Ao meu irmão Jamyl Vieira de Sousa e todos os meus familiares, tios e tias, primas e primos de primeiro e segundo grau.

A minha avó Iolanda Maria Pereira Vieira.

Meu muito obrigado com humildade a todos amigos e amigas que participam do meu ciclo de amizades e me transmitiram credibilidade na conclusão deste trabalho.

A ternura e singeleza da minha namorada Isabela Silva Leite minha apaixonante gratidão.

Agradecimentos

Sou muito grato ao Professor Alexandre Magno da URCA, meu orientador, profissional de idoneidade indubitável e profissionalismo invejável. Ao meu coorientador Professor Cláudio Rejane pela paciência e serenidade transmitidas para mim nos momentos difíceis.

Aos Professores do MNPEF da URCA por acreditarem ser possível através de muita dedicação melhorar a qualidade do ensino na nossa região do Cariri.

Aos amigos do mestrado por sempre demonstrarem companheirismo e união tornando o ambiente de estudos sempre propício para aprendizagem.

Agradecimento especial e fraterno ao professor Augusto Silva Nobre por aprimorar minha visão humanista na didática.

Minha humilde gratidão a todos os professores do programa da CAPES pela oportunidade da realização desse sonho de vida.

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho de dissertação é elaborar e avaliar uma estratégia de ensino para apoiar o estudo da eletricidade em uma perspectiva problematizadora, a partir da construção de uma placa de teste com materiais acessíveis para auxiliar aulas experimentais de estudantes de uma escola pública da cidade do Crato, CE. Propomos, como Produto Educacional desta dissertação, a construção e uso de uma placa de teste feito com materiais também de sucata. A proposta visa promover a formação crítica dos estudantes acerca de aspectos conceituais e uso social da eletricidade a partir da análise de funcionamento de diversos artefatos tecnológicos que usam a energia elétrica. Assumimos entender as seguintes questões: É possível desenvolvermos um ensino sobre a eletricidade superando aspectos somente conteudistas e inclinado para uma formação mais crítica social dos estudantes? Aulas práticas sobre eletricidade por meio de um aparato experimental (uma placa de teste), permeada por um ensino libertador e dialógico, pode despertar o interesse dos estudantes para a aprendizagem de ciências em um caráter mais crítico e problematizador? O estudo é de natureza qualitativa por valorizar aspectos subjetivos e descritivos dos sujeitos participantes. Propõem-se uma sequência de ensino para apoiar o planejamento de aula de ciências (exploração dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre eletricidade; tematização; problematização; procedimento prático elaborado; utilização da placa de teste para exploração de aspectos físicos envolvidos em aparelhos tecnológicos do dia-a-dia; priorizar “o escutar” da verbalização dos discentes durante todo o processo). Fundamentamos a perspectiva teórica de educação libertadora e dialógica proposta por Paulo Freire que vislumbra uma educação transformadora. Os resultados revelam que apesar de terem o contato com aparelhos tecnológicos os estudantes carecem de uma formação técnica e científica elementar para um eficiente manuseio desses recursos. O estudo mostra que os estudantes possuem conhecimentos básicos sobre a origem da produção da energia elétrica mesmo sem demonstrarem um aprofundado domínio científico. Os estudantes consideraram pertinente o uso da placa de teste para apoiar o estudo da eletricidade. A proposta foi além de consideração somente de aspectos teóricos da disciplina. Os discentes tiveram a oportunidade de conhecer componentes elétricos na montagem do aparato e entender como esses elementos estão interligados em circuitos fechados no funcionamento de diversos aparelhos que fazem parte de seu dia a dia.

Palavras-chave: Ensino de Física. Eletricidade. Placa de Testes.

ABSTRACT

The main objective of this dissertation is to elaborate and evaluate a teaching strategy to support the study of electricity in a problematizing perspective, from the construction of a test board with accessible materials to assist experimental classes for students of a public school in the city of Crato-CE. We propose, as Educational Product of this dissertation, the construction and use of a test board made with scrap materials. The purpose of the proposal is to promote the critical education of students about conceptual aspects and social use of electricity from the analysis of the functioning of various technological artifacts that use electric energy. We assume the following questions: Is it possible to develop a teaching about electricity, surpassing aspects only of content and more aimed at a more critical social formation of students? Practical lessons on electricity through an experimental apparatus (a test board), permeated by a liberating and dialogical teaching, can arouse students' interest in science learning in a more critical and problematizing character? The study is qualitative in nature because it values subjective and descriptive aspects of the participants. A teaching sequence is proposed to support science class planning (Exploitation of students' prior knowledge about electricity, thematization, problematization, practical procedure, use of the Test Card to explore the physical aspects involved in day-to-day technological devices Listen to the students. We base the theoretical perspective of liberating and dialogical education proposed by Paulo Freire that envisions a transformative education. The results show that despite having contact with technological devices, students lack elementary technical and scientific training for an efficient handling of these resources. The study shows that students have basic knowledge about the origin of electric energy production even without demonstrating an in-depth scientific field. All students considered it appropriate to use the test board to support the study of electricity. The proposal was beyond consideration only of theoretical aspects of the discipline. The students had the opportunity to know electrical components in the assembly of the apparatus and to understand how these elements are interconnected in closed circuits in the operation of several apparatuses that are part of their day to day.

Keywords: Physics Teaching. Electricity. Test Board.

Sumário

| | |
|---|----|
| Trajetória profissional e motivação para busca da formação continuada..... | 09 |
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. A PERSPECTIVA LIBERTADORA DE EDUCAÇÃO PROPOSTA POR PAULO FREIRE E IMPACTOS PARA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS | 15 |
| 2.1 Uma crítica à concepção bancária da educação | 15 |
| 2.2 Possibilidades para a prática de uma educação problematizadora e dialógica..... | 16 |
| 2.3 O diálogo começando com o pensar o conteúdo programático e os temas geradores | 17 |
| 3. METODOLOGIA DA PESQUISA | 20 |
| 3.1 A pesquisa qualitativa como abordagem investigativa focando a pesquisa ação- participante | 20 |
| 3.2 O público e o local da pesquisa..... | 21 |
| 3.3 Os instrumentos de pesquisa importantes para coleta de dados da intervenção..... | 23 |
| 3.4. Proposta de Construção de uma Placa de Testes reciclável para o estudo de conceitos de eletricidade | 24 |
| Após a construção do aparato experimental elaboramos uma sequência de ensino para nortear o planejamento de aulas de Física que considerasse o uso desta proposta para estudantes do Ensino Médio. A descrição desta sequência e suas etapas estão explicadas na seção abaixo. | 26 |
| 3.5 O planejamento de uma sequência de ensino para o estudo de eletricidade considerando o uso da Placa de Teste | 26 |
| 3.5.3 <i>Etapa III: A perspectiva da problematização na visão de Paulo Freire, a busca de artefatos tecnológicos do cotidiano para explorar Física (2ª aula)</i> | 29 |
| 3.5.4 <i>Etapa IV: Procedimento prático – a utilização da Placa de Teste (3ª aula)</i> | 30 |
| 3.5.4 <i>Etapa V: Utilização da Placa de Teste para exploração de aspectos físicos envolvidos em aparelhos tecnológicos do dia-a-dia (4ª aula)</i> | 30 |
| 3.5.4 <i>Etapa VI: Realização de uma entrevista, uma “escuta” aos estudantes sobre a experiência vivenciada (5ª aula)</i> | 31 |
| 4. REVISÃO DE FÍSICA: Fundamentos Teóricos de Eletricidade..... | 35 |
| 4.1 Trabalho, Energia Potencial e Forças Conservativas | 35 |
| 4.2 Energia Potencial Elétrica..... | 37 |
| 4.3 O Potencial Elétrico..... | 37 |
| 4.4 Corrente Elétrica | 39 |
| 4.5 Lei de Ohm, Condutividade e Resistência Elétrica | 41 |
| 5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS | 44 |
| REFERÊNCIAS | 55 |
| APÊNDICE E..... | 66 |
| PRODUTO EDUCACIONAL (Caderno Pedagógico para apoiar aulas de Física)..... | 66 |
| Apresentação | 68 |

| | |
|--|-----------|
| Introdução..... | 69 |
| Entendendo um pouco a perspectiva de educação libertadora defendida por Paulo Freire..... | 70 |
| Proposta de Construção de uma Placa de Testes para o estudo da eletricidade..... | 72 |
| Uma sequência de ensino baseada em Paulo Freire para apoiar o estudo de eletricidade de uma maneira mais crítico/problematizador considerando o uso da Placa de Teste..... | 75 |
| <i>3.5.3 Etapa III: A perspectiva da problematização na visão de Paulo Freire, a busca de artefatos tecnológicos do cotidiano para explorar física (2 ° aula)</i> | <i>77</i> |
| <i>Etapa IV: Procedimento prático – a utilização da Placa de Teste (3° aula).....</i> | <i>77</i> |
| <i>Utilização da Placa de Teste para exploração de aspectos físicos envolvidos em aparelhos tecnológicos do dia-a-dia (4° aula).....</i> | <i>78</i> |
| <i>Realização de uma entrevista, uma “escuta” aos estudantes sobre a experiência vivenciada (5° aula)</i> | <i>78</i> |
| Uma breve descrição de uma experiência de ensino em uma escola pública de tempo integral considerando a proposta de estudo de eletricidade com a Placa de Teste | 81 |
| Considerações finais | 84 |
| Referências | 85 |

Trajetória profissional e motivação para busca da formação continuada

Entendemos ser de fundamental importância na construção dos saberes o prazer de estudar e, portanto, considero pertinente alertar que o capítulo abaixo redigi com a preocupação de não transmitir soberba; Claro, entendo ser necessário tal “diário” pois a experiência na arte de ensinar deve ser analisada em todos os pormenores.

Realizei o Ensino Fundamental séries iniciais no Colégio particular Cysneilândia da cidade do Crato-Ce (hoje uma das unidades do Colégio Objetivo deste município) onde na formatura da alfabetização fui homenageado para ser o orador da turma por minha dedicação aos estudos e habilidade na leitura. Conclui o Ensino Médio no Colégio Madre Ana Couto, da mesma cidade no ano de 1990.

Em 1999 a região do cariri não oferecia a diversidade de cursos superiores dos dias atuais. Na época ingressei no ensino superior do Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC, atualmente Faculdade de Tecnologia do Cariri – FATEC, situado na cidade de Juazeiro do Norte – CE, no curso de Tecnólogo em Eletromecânica. Desenvolvi durante toda a extensão do curso trabalho como bolsista no projeto de Utilização de Placas de Energia Fotovoltaicas na região do Cariri, pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP). Concomitante a tal curso, tive a oportunidade de lecionar na rede pública de ensino do estado do Ceará no antigo projeto do estado conhecido como Telecurso 2º Grau no ano de 2000. Nesse projeto, as aulas eram ministradas pela TV (módulos por disciplinas) e minha função era ser facilitador auxiliando nas dúvidas dos discente, nos módulos de Física, Matemática e Química. Neste período, despertei a aproximação para o campo da docência, especificamente com habilidades visíveis para ciências exatas, particularmente o ensino de Física. Após a conclusão do curso de graduação em Tecnólogo em Eletromecânica no ano de 2002, ingressei no quadro de professor temporário da Secretaria de Educação do Estado do Ceará – CREDE 18 na cidade do Crato-CE como professor de Física e Matemática do ensino médio regular, tendo obtido tal vaga através de análise de currículo realizada pela própria secretaria. Durante esta experiência como professor lecionei em várias escolas na cidade do Crato durante os quatro anos seguintes (LICEU, Presidente Vargas, Polivalente).

Nesta experiência profissional, durante esses quatro anos, nas escolas onde atuava, ministrei cursos práticos de Eletrônica Básica e Instalações Elétricas de Baixa Tensão (contra turno) aos alunos e alunas dessas instituições, com objetivo de elevar a qualidade de ensino de

Física e contribuir com a formação dos estudantes. Como pode ser percebido, o interesse pela área prática da eletricidade já surge neste tempo e que justifica de alguma maneira o interesse de desenvolvimento deste trabalho de dissertação.

Oportuno ressaltar que também fiz parte da experiência profissional docente como colaborador na atuação no “Projeto Amigo da Escola” do governo federal, no ano de 2001 onde atuei por seis meses em escolas públicas na cidade do Crato, como professor de Matemática, fornecendo, sobretudo, parcela significativa de contribuição para o ensino de jovens e adolescentes das escolas públicas do estado do Ceará, e nesse aspecto, considerei gratificante a realização de um trabalho voluntário na minha experiência profissional.

O despertar para questões sociais e as preocupações com a comunidade na cidade do Crato levaram-me a participar durante quatro anos do Movimento de Escoteiros do Brasil, entidade mundialmente reconhecida por serviços prestados à sociedade com caráter filantrópico. Nesse universo, aprimorei minha visão como ambientalista.

Visando aprimorar técnicas pedagógicas voltadas ao ensino educacional e construir aprofundamento no campo dos saberes, investi no curso especial de formação pedagógica na área da Física Escolar ofertado pela Universidade Regional do Cariri, com conclusão no ano de 2009. Desta forma, obtendo conhecimentos para o magistério com a aquisição da Licenciatura em Física.

Atuei também como professor no Curso de Licenciatura Plena para o Ensino Médio pela Secretaria da Ciência e Tecnologia do Ceará – SECITECE (URCA), programa da Pró-Reitoria de Ensino de Graduação – PROGRAD, no curso de Biologia nas cidades de Aurora, Jardim, Jati, Mauriti, Milagres, Nova Olinda, Penaforte, Umari e Várzea Alegre, todas no estado do Ceará, nos anos de 2008 e 2009.

Em 2009 fui aprovado para o quadro de professor efetivo da disciplina de Física pela Secretaria de Educação do Estado do Ceará (cargo que ocupo até os dias atuais) e considero importante a elevação no índice de aprovação nos vestibulares pelos estudantes da escola onde trabalho (Centro Educacional de Ensino – CERE) que ocupa o 2º lugar das escolas regulares da Coordenadoria de Desenvolvimento da Educação - CREDE 19 cidade do Juazeiro do Norte, atualização dos dados referente ao ano de 2014 da Secretaria de Educação do Estado do Ceará - SEDUC.

Mediante essa trajetória profissional considero ser de fundamental importância na busca do aprendizado de Física aliar a teoria com prática e com a essa visão foi possível a conquista em 1º lugar na Feira de Ciências das Escolas Públicas da CREDE 19 (Juazeiro do

Norte) na área de Física com o projeto Eletrônico e Cidadania, no ano de 2013. Desta forma, considero o ato de aprender uma constante, e ensinar uma dádiva, e tal filosofia é compartilhada no exercício como supervisor dos alunos do curso de graduação de Física da URCA participantes do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), organizado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e realizado na URCA, no segundo semestre do ano de 2013. Em novembro de 2015 participei do XXXIII Encontro de Físicos do Norte e Nordeste na cidade de Natal – RN, na área de ensino sendo co-autor de projeto sobre Física Moderna realizado no PIBID 2014. Buscando alternativas para melhoria da prática docente estive presente no período de 18 e 19 de Março de 2015 no Encontro Regional de Aprendizagem Significativa (ERAS NORDESTE) realizado no Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco.

Atualmente continuo buscando conhecimentos na área de ensino realizando o curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física pela Universidade Regional do Cariri – URCA. Nesta oportunidade, tive contato com diversas discussões importantes no campo do ensino de Ciências que estão dando-me suporte teórico e prático para meu desenvolvimento profissional focando na melhoria do ensino de Física em minha prática docente. Toda a escalada de formação para a docência em Física está envolvida e direcionada para a esfera educacional, precisamente no dinamismo do processo ensino-aprendizagem, focado na visão cidadã através da obtenção de novos conhecimentos, leis e teorias da Física, e, nessa óptica, percebo ser de vital importância a continuidade do aprendizado na busca da qualidade do ensino de Física na região do Cariri.

Na sequência, apresentamos a construção desta dissertação que visa despertar o gosto pela ciência de estudantes de escola pública pela ciência, em um viés de formação crítico reflexiva do uso social dos conteúdos escolares. Propomos assim a elaboração de um produto educacional, ou seja, a elaboração de uma placa de teste, para facilitar o estudo da eletricidade em uma perspectiva experimental e crítica.

1. INTRODUÇÃO

É consenso na literatura acadêmica em educação em ciência que é preciso esforços educacionais para garantir a formação científica crítica da população em geral. Desta forma um dos objetivos cruciais da educação científica na complexa e dinâmica sociedade atual é não somente a formação de cientistas, mas a preparação de cidadãos que sejam capazes de poder participar ativamente e criticamente das tomadas de decisões em volta de problemas sócio-científicos e sócio-tecnológicos que permeiam o cotidiano de todos e que visem o processo de sustentabilidade (CACHAPUZ.; GIL-PEREZ; CARVALHO et al., 2005).

Uma das competências da educação básica, entre dez, estabelecida pela Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio – BNCC é que o processo de formação possa desenvolver o exercício da curiosidade intelectual, recorrendo-se à abordagem própria das ciências, destacando o processo de investigação, reflexão, análise crítica, imaginação e criatividade. Também estabelece em particular esta competência que seja possível que os estudantes possam investigar causas, elaborar e testar hipóteses levantadas, formular e solucionar problemas, buscando possíveis soluções embasadas em conhecimentos das disciplinas escolares, dentre elas a Física (BRASIL, 2018).

O objetivo principal deste trabalho de dissertação é elaborar e avaliar uma estratégia de ensino para apoiar o estudo da eletricidade em uma perspectiva problematizadora, utilizando como apoio a construção de uma placa de teste com materiais acessíveis para auxiliar aulas experimentais para estudantes de uma escola pública da cidade do Crato, CE. Buscamos particularmente:

- (i) Motivar os estudantes para compreensão de alguns conceitos físicos de eletricidade do ensino médio;
- (ii) Propor, como Produto Educacional desta dissertação, orientações de uso e detalhamento dos passos de construção de uma placa de teste (placa esta confeccionada com alguns materiais de sucata);
- (iii) Estimular a percepção acerca do uso social da eletricidade a partir de diversos artefatos tecnológicos que usam a energia elétrica cotidianamente.

O presente trabalho de dissertação é de natureza qualitativa, de observação participante, por valorizar aspectos subjetivos e descritivos dos sujeitos participantes, e propõe nesse âmbito investigativo abrir caminhos para discutirmos o processo ensino

aprendizagem em uma perspectiva crítica e fundada na unidade teoria-prática. Na página referente a Metodologia detalharemos a trajetória desenvolvida.

Acreditamos que no universo do conjunto de conhecimentos adquiridos pelos nossos alunos e alunas, as expectativas pessoais em alimentar-se do saber e o comportamento interpretativo do sujeito são bases primordiais para a edificação do aprendizado.

Questionamos nessa pesquisa se a histórica dificuldade em aprender Física clássica no ensino médio, na região do cariri, sul do estado do Ceará, apresenta um quadro onde os nossos jovens e adolescentes sentem algum tipo de opressão de natureza psicológica no ambiente escolar. Será que a tão comentada histórica dificuldade de aprender Física nessa etapa da vida escolar de cada um dos estudantes evoluiu a ponto de não enxergarmos mais suas origens? Será que nós docentes estamos impotentes em conseguirmos respostas lógicas para vencermos as desigualdades existentes entre o avanço tecnológico e o conhecimento de Física clássica da nossa juventude?

Diante destas inquietações propomos entender nesta dissertação as seguintes questões: *É possível desenvolvermos um ensino sobre a eletricidade superando aspectos somente conteudistas e mais voltados para uma formação crítica social dos estudantes? Aulas práticas sobre eletricidade por meio de um aparato experimental, uma placa de teste, permeada por um ensino libertador e dialógico pode despertar o interesse dos estudantes para a aprendizagem de ciências?*

Adotamos a teoria educacional libertadora defendida por Paulo Freire, pois efetivamente, entendemos ser importante compreendermos o caráter histórico-social do objeto de estudo. Freire (2005) considera muito importante privilegiar no processo educacional a história de vida dos estudantes e também os impactos sociais que perpassa a comunidade onde estão inseridos. Ele afirma que são aspectos valiosos para o professor explorar quais os conhecimentos anteriores que os estudantes trazem. Para este pensador na relação dialógica professor/ aluno o professor é o agente responsável em promover a reflexão crítica e a construção do diálogo com os discentes. Neste processo dialógico, segundo ele, todo educador deve valorizar palavras presentes no dia-a-dia dos estudantes, vislumbrando uma educação transformadora de realidades opressoras. Freire (2006) ressalta que “*o conhecimento exige uma presença curiosa do sujeito em face do mundo. Requer sua ação transformadora sobre a realidade*” (ibid. p. 27). Uma discussão mais ampliada da perspectiva freiriana será apresentada no capítulo II deste trabalho.

O texto está estruturado da seguinte forma: na página referente a Perspectiva Libertadora de Educação Proposta por Paulo Freire e Impactos para Educação em Ciências apresentamos aspectos teóricos do pensamento de Paulo Freire sobre a perspectiva libertadora de educação. O autor faz crítica ao modelo de educação bancária e sugere uma educação problematizadora; na página referente Metodologia da Pesquisa descrevemos as etapas da trajetória metodológica desta dissertação, acentuando aspectos conceituais da pesquisa qualitativa, detalhando o espaço e os sujeitos participantes e detalha uma sequência de ensino didático para uma intervenção escolar. Os detalhes sobre a construção e aplicação de uma placa de teste para estudo da eletricidade, como produto educacional, estão presentes neste capítulo; na página referente a Revisão de Física apresentamos alguns aspectos conceituais de conteúdos de Física relacionados ao estudo da eletricidade considerados na proposta didática; na página referente a Análise e Discursão dos Resultados apresentamos as discussões e análises dos dados de investigação revelados no desenvolvimento da intervenção didática; por fim, na página referente a Conclusões construímos as considerações finais desta dissertação.

2. A PERSPECTIVA LIBERTADORA DE EDUCAÇÃO PROPOSTA POR PAULO FREIRE E IMPACTOS PARA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

2.1 Uma crítica à concepção bancária da educação

Como suporte teórico, para apoiar as análises dos dados que resultaram da realização da proposta de ensino da eletricidade com o uso de uma Placa de Testes, adotamos, como dito acima, a perspectiva da educação libertadora proposta por Paulo Freire. Neste capítulo apresentamos algumas de suas principais ideias.

Paulo Freire defendeu um método de aprendizagem em que os indivíduos possam desenvolver uma conscientização do mundo. Conscientização esta que, segundo ele, deve surgir do mundo vivenciado pelo educando de forma objetiva. Ele ensinou que o processo de alfabetização não pode ser pensado como uma forma de repetição de palavras, mas que é imprescindível que o educando possa aprender a dizer a sua palavra. Ele critica o ensino tradicional, em que esta procura ensinar e a ler as palavras ditas e ditadas como uma maneira de mistificar a consciência. Para ele este ensino contribui para a despersonalização pelo processo de reprodução e repetição mecânica, técnica que visa a massificação afirmando que a técnica de dizer a sua palavra é o que deve ser considerado em toda uma pedagogia (FREIRE, 2005).

Uma das principais críticas de Paulo Freire é a respeito do que ele denomina de “*concepção bancária da educação*” que para ele é um instrumento que favorece a “opressão”. O papel do professor neste modelo de ensino, de acordo com Freire (2005), é encher a cabeça dos educandos dos conteúdos de sua narração (onde somente o professor fala e é o possuidor da verdade enquanto resta para os estudantes ouvir e assimilar mecanicamente). Ele afirma que neste modelo de ensino o conteúdo representa um recorte (um retalho) fragmentado da realidade que está desconectado da totalidade que poderia ter mais significação para os educandos (interpretamos então que ele faz uma crítica a especialização disciplinar que vê a realidade expressa pelo currículo de forma compartimentada) (FREIRE, 2005).

Freire (2006) faz uma crítica a aprendizagem mecânica:

A memorização mecânica do perfil do objeto não é aprendizado verdadeiro do objeto ou do conteúdo. Neste caso, o aprendiz funciona muito mais como *paciente* da transferência do objeto ou do conteúdo do que como sujeito crítico, epistemologicamente curioso, que constrói o conhecimento do objeto ou participa de sua construção. É precisamente por causa desta habilidade de *aprender a*

substantividade do objeto que nos é possível reconstruir um mal aprendido, em que o aprendiz foi puro paciente da transferência do conhecimento feito pelo educador. (ibid., 69)

Freire (2005), tratando da concepção bancária da educação, diz que os estudantes recebem depósitos (conteúdos) pacientemente, memorizam e em seguida repetem e arquivam. Para ele nesta lógica não existe criatividade, também não ocorre transformação e nem saber (não existindo conhecimento). É oportuno o pensamento de Paulo Freire que diz que “só existe saber na invenção, na reinvenção, na busca inquieta, impaciente, permanente, que os homens fazem no mundo, com o mundo e com os outros (...)” (ibid., p.67).

Neste ensino mecânico Paulo Freire afirma que quanto mais se incentive os educandos no arquivamento dos depósitos (adaptação ao mundo por meio de uma realidade parcializada e o papel do professor é disciplinar à entrada do mundo na mente dos estudantes) menos acontecerá uma formação voltada para o desenvolvimento de uma consciência crítica que poderá proporcionar uma “inserção no mundo”, ou seja, como uma possibilidade de transformação deste mundo (mundo opressor).

2.2 Possibilidades para a prática de uma educação problematizadora e dialógica

Freire (2005) defende, para superação de uma prática de ensino baseado na concepção bancária discutida anteriormente, que seja possível o desenvolvimento de uma “educação libertadora”, ou seja, que seja problematizadora e dialógica (para ele a prática de uma concepção bancária elimina a dialogicidade, ou seja, é antidialógica). Ele afirma que pensar uma educação libertadora necessariamente não pode ser um ato de depositar, ou de transferir conhecimentos e valores aos estudantes, mas deve ser um ato cognoscente. Neste, segundo ele, é preciso romper com a contradição professor/aluno, o que ele chama de situação gnosiológica, ou seja, ele diz que o objeto cognoscível em vez de ser o final do ato cognoscente do estudante deve ser o mediatizador de sujeitos cognoscentes e entendemos que Paulo Freire defende que deve existir o processo de diálogo entre o professor e o aluno como elemento imprescindível e indispensável ao que chama de cognoscibilidade dos sujeitos cognoscentes em volta do mesmo objeto cognoscível, ou seja, da problematização do conteúdo curricular para fins de transformação da realidade complexa. Para Freire (2005) o ato cognoscível deve promover a mediação da reflexão crítica tanto do professor como também do estudante.

Freire (2005, p. 80) afirma que:

Enquanto a prática bancária implica uma espécie de anestesia, inibindo o poder criador dos educandos, a educação problematizadora, de caráter autenticamente reflexivo, implica um constante ato de desvelamento da realidade. A primeira pretende manter a *imersão*; a segunda, pelo contrário, busca a *emersão* das consciências, de que resulte sua *inserção crítica* na realidade.

Esta posição de Paulo Freire para o desenvolvimento de um ensino que vise uma prática problematizadora e dialógica surge como uma proposição teórica inspiradora para a elaboração desta dissertação, visto que partimos desta ideia para a realização de uma sequência de ensino que estimule a criticidade dos estudantes em aulas de eletricidade. Neste caso, o conteúdo é entendido como um objeto cognoscível. Esta organização didática será discutida nas páginas referentes a Metodologia da Pesquisa que trata da trajetória metodológica).

Freire (2005) afirma que a educação bancária contribui para encher os estudantes de um “*falso saber*”, conteúdos impostos, enquanto na prática problematizadora incentiva os estudantes a formarem uma atitude de captação e compreensão do mundo em que vivem e sua relação com este mundo, desvencilhando-se de uma realidade estática, mas pensado como uma realidade em transformação.

Freire (2006) afirma que os homens durante o seu processo de busca de conhecimento, não na lógica receptiva e prescritiva do conhecimento que outros doam, podem perseguir a razão da realidade. Esta consciência leva, segundo ele, a descoberta de um mundo de muitos desafios e possibilidades, também de determinismo e de liberdade, de negação e ao mesmo tempo de afirmação de sua humanidade, de permanência e de transformação desta realidade.

2.3 O diálogo começando com o pensar o conteúdo programático e os temas geradores

Freire (2005) diz que a dialogicidade deve começar no questionamento em torno do que se vai dialogar (interpretamos que é sobre a escolha dos conteúdos). Para ele esta inquietação em torno do conteúdo do diálogo consiste na inquietação em volta da definição dos conteúdos programáticos.

Ao mesmo tempo, Freire (2005) alerta que não podemos de forma ingênua esperar resultados positivos de um programa curricular (de ordem técnicas ou política), pois poderá está desconsiderando a visão singular do mundo da população podendo, este programa,

representar mais o que ele descreve como uma “*invasão cultural*”, mesmo quando desenvolvido com as melhores intenções.

Toda invasão sugere, obviamente, um sujeito que invade. Seu espaço histórico-cultural, que lhe dá sua visão de mundo, é o espaço de onde ele parte para penetrar outro espaço histórico-cultural, superpondo aos indivíduos deste seu sistema de valores. (FREIRE, 2006, p. 41)

Entendemos nesta posição de Paulo Freire que a escolha dos conteúdos (no caso particular desta dissertação conteúdos da componente física) torna-se fundamental e ação essencial para o pensar posteriormente uma prática problematizadora. É oportuno dizer que as escolas da educação básica do Brasil ainda enfrenta a falta de professores de Física para garantir este acesso aos conteúdos. Uma quantidade grande de estudantes não está tendo oportunidades de uma formação de qualidade desta disciplina pela limitação de seu ensino. É uma realidade ainda desafiadora que merece ações mais efetivas das políticas públicas de formação de professores, discussão esta que ultrapassa os interesses desta dissertação.

A prática libertadora é iniciada, na concepção freiriana, na escolha do conteúdo programático da educação. Para Freire (2005) este é um momento em que se desenvolve uma investigação que define como sendo o *universo temático* do povo, ou mesmo, os *temas geradores* (compreendido por Paulo Freire como temática significativa). Nesta lógica, para ele, um ensino que valorize a investigação dialógica, a partir da apreensão dos temas geradores, poderá despertar a tomada de consciência dos estudantes em torno destes temas. Freire (2005) diz que os temas geradores são: “ temas de caráter universal, contido na unidade epocal mais ampla, que abarca toda uma gama de unidades e subunidades, continentais, regionais, nacionais etc., diversificadas entre si (...)” (ibid., p.109).

Freire (2005) ressalta que na procura de uma temática significativa é preciso que exista uma preocupação para a problematização dos temas (vinculação dos temas com outros considerando o caráter histórico e cultural). Ele alerta que não pode ser um processo de construção de conteúdos prefixados pelo professor como sujeito exclusivo do processo didático. Destaca Paulo Freire que a investigação temática precisa englobar a investigação do próprio pensar do povo. “Pensar que não se dá fora dos homens, nem num homem só, nem no vazio, mas nos homens e entre os homens, e sempre referido a realidade” (ibid., p. 117). Desta forma, segundo a visão freiriana, a prática problematizadora, dialógica, o conteúdo, que não pode ser depositado, se estrutura primeiramente na visão do mundo dos estudantes, onde estão os temas geradores (FREIRE, 2005).

Neste processo na perspectiva da educação libertadora, o conteúdo programático não é determinação imposta aos estudantes, mas deve emergir deles em um processo dialógico com o educador. Processo este que pode estimular a reflexão de seus anseios e esperanças, sendo a investigação temática a base do processo educativo (FREIRE, 2005).

Adiante descrevemos a metodologia deste trabalho, esclarecendo o tipo de pesquisa adotado (a pesquisa qualitativa) enfatizando o delineamento de uma proposta de uma sequência de ensino fundamentada no método freiriano de valorização da dialogicidade e problematização temática.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

“O grande desafio para nós é sermos professores reflexivos junto com nossos alunos.”

Paulo Freire

3.1 A pesquisa qualitativa como abordagem investigativa focando a pesquisa ação-participante

O propósito maior, deste trabalho dissertativo, é refletir, diagnosticar, entender como despertar a inerente motivação e o prazer em aprender Física pode surgir e ser mobilizada nos jovens, estudantes de uma turma de ensino médio de uma escola pública da cidade do Crato, CE, da região do cariri.

Adotamos a pesquisa qualitativa como abordagem de investigação que valoriza aspectos subjetivos dos sujeitos. O fenômeno educacional é compreendido a partir das ideias e opiniões das pessoas inseridas no contexto real que acontece. O pesquisador é considerado o principal instrumento de pesquisa, cuja interpretação dos resultados é uma ação fundamental (STAKE, 2011).

Justificamos a escolha pela pesquisa qualitativa, quando por definição, entende-se ser esta abordagem um espaço aberto para o pesquisador desenvolver conceitos, ideias e entendimentos a partir da vivência na aplicação da pesquisa. Esta perspectiva não persegue a coleta de dados para comprovar teorias, hipóteses e modelos pré-concebidos. Aqui não queremos descartar nenhum dado relevante para contribuir na investigação sobre o surgimento da motivação em estudar Física (limitando para o ensino de eletricidade), tampouco obscurecer dados norteadores que por ventura contribuam para os alunos e alunas vencerem a possível opressão sofrida quando não satisfazem suas expectativas de aprendizado.

Esta perspectiva de investigação qualitativa contempla uma variedade de métodos de pesquisa, por exemplo: o estudo de caso; a etnografia; análise de história de vida; a pesquisa ação; a pesquisa participante, etc. Escolhemos como referência para obtenção de dados e análises posteriores, a pesquisa ação - participante, onde o pesquisador, em nosso caso, é o próprio professor que busca compreender sua prática a fim de transformá-la. O

professor/investigador não é um sujeito externo ao fenômeno de interesse, mas faz parte do processo. Nesta modalidade de pesquisa (observação participante) o investigador/ professor poderá continuamente examinar a evolução do prazer de estudar por parte de cada um dos seus estudantes.

Para Stake (2011) a pesquisa ação participante consiste no estudo da ação e tem como propósito a melhoria e o aprimoramento desta ação e de forma geral, segundo o autor, é desenvolvida pelo profissional que está responsável pela ação. Este autor sugere alguns questionamentos sobre sua prática que o pesquisador deve sempre fazer, por exemplo: “o que eu estou fazendo? O que deveríamos estar fazendo de maneira diferente?” Um das recomendações deste autor é que para escolher esta modalidade de pesquisa, você mesmo possa descobrir como seu espaço de aplicação da pesquisa funciona.

3.2 O público e o local da pesquisa

A investigação, de caráter intervencionista, foi realizada em uma escola pública de tempo integral da cidade do Crato, CE, instituição pública estadual. A escola funciona em tempo integral autorizada pela Assembleia Legislativa do Estado do Ceará LEI N.º 16.287, de 20.07.17 (D.O. 21.07.17)¹ e instituída pelo Governador do Estado do Ceará Camilo Sobreira de Santana no ano de 2017.

A pesquisa foi desenvolvida, entre os meses de Junho a Agosto de 2017, com estudantes do Ensino Médio considerando alunos do 2º e 3º anos, de várias turmas, totalizando aproximadamente 15 alunos. O curso fez parte da disciplina eletiva (sugestões de

¹ **Art. 1º** Fica instituída a Política de Ensino Médio em Tempo Integral no âmbito da Rede Estadual de Ensino do Ceará objetivando a progressiva adequação das escolas já em funcionamento, ou que vierem a ser criadas, para a oferta de Ensino Médio em Tempo Integral, com 45 (quarenta e cinco) horas semanais. Destacamos algumas finalidades estabelecidas por esta lei, que é importante para este trabalho: promover campanhas e ações no âmbito escolar sobre a relevância dos valores morais e éticos para a boa convivência entre os discentes, com ênfase ao combate e prevenção à violência dentro das escolas da Rede Pública de Ensino Médio Integral; garantir o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico; ensinar a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. Em seu **Art. 2º** estabelece que as Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral – EEMTIs deverão desenvolver uma proposta pedagógica que atenda às seguintes características: **I** - currículo flexível, com vistas a oferecer itinerários formativos diversificados e em diálogo com os projetos de vida de cada estudante e articulado com o desenvolvimento de competências socioemocionais; **II** - acompanhamento individualizado de cada estudante na perspectiva de garantir sua permanência e aprendizagem, promovendo, assim, maior equidade; **III** - implementação de métodos de aprendizagem baseados na cooperação, na pesquisa científica como princípio pedagógico e no trabalho como princípio educativo; **IV** - maior envolvimento da comunidade e da família dos alunos nas atividades escolares.

cursos que complementa a carga horária junto com as disciplinas regulares) que faz parte do currículo das escolas de tempo integral. Na referida escola tínhamos 04 turmas de terceiros anos, 04 de segundo e 05 primeiros anos (neste ano o professor responsável por este estudo era lotado com 200 horas, 100 horas na sala de aulas - 04 turmas de 3º anos, 03 turmas de 2º ano e lotado com 100h no laboratório).

O critério de escolha do assunto a ser discutido foi devido percebermos uma maior carência de aprendizagem de conhecimentos de eletricidade, baseado na experiência docente neste período. Através de um diagnóstico, por meio de uma processo de “escuta” aos alunos, a maioria deles disse que não tiveram a oportunidade de estudar nenhuma assunto de eletricidade, nem mesmo quando cursaram a 9ª série do Ensino Fundamental.

Em geral, na maioria das escolas da região, o conteúdo programático acerca da eletricidade somente é apresentado no último ano do Ensino Médio. Como o professor investigador deste estudo leciona na própria escola, esta experiência propositiva com estes alunos, dentre outros aspectos, possibilitou, como veremos na Análise dos Resultados, termos um acompanhamento evolutivo do processo ensino-aprendizagem dos estudantes ao se depararem com o conteúdo letivo de eletricidade pela primeira vez. Este assunto será reforçado no último ano onde teremos a chance de percebermos qual impacto da proposta desenvolvida para construção de conhecimentos prévios.

A proposta de intervenção (construção da Placa de Testes parcialmente com materiais recicláveis), como um produto educacional para o ensino de Ciências, foi realizada no Laboratório Didático de Física que existe na escola (o produto educacional será melhor descrito na seção 3.4 deste capítulo). A carga horária total foi de aproximadamente 5h e funcionou no horário vespertino. Tal horário não prejudicou o retorno dos estudantes para o ambiente domiciliar em relação ao uso do transporte. O Laboratório de Física da escola conta com ar condicionado e um total de 15 computadores com acesso a internet de qualidade. O laboratório possui dois multímetros, instrumento necessário para a utilização da placa de teste como será evidenciado no capítulo de Análise dos Resultados e, a maioria dos estudantes, desconheciam o uso deste instrumento e afirmaram ser uma das maiores dificuldades o uso do multímetro na experiência prática).

A direção pedagógica da escola foi informada sobre a realização da investigação e dos objetivos da intervenção, e por meio de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (APENDICE A), concordou em dar todo e qualquer apoio para o desenvolvimento

do trabalho, fato importante para o prosseguimento de construção da dissertação. Os estudantes do 2º e 3º anos da escola foram convidados a participarem espontaneamente da intervenção.

3.3 Os instrumentos de pesquisa importantes para coleta de dados da intervenção

Usamos para obtenção de dados da investigação os seguintes instrumentos: (i) questionário subjetivo e objetivo no início; (ii) entrevista semiestruturada no final da aplicação da pesquisa; (iii) e diário de campo (durante todo o processo).

O intuito maior desta investigação foi incentivar a motivação dos estudantes, partindo do conhecimento da realidade vivida de cada um deles. Inspirados nos pressupostos da abordagem qualitativa evitamos enfatizar à quantificação de significados atribuídos, por meios amostrais. Procuramos valorizar as opiniões particulares dos estudantes.

Para a construção do produto educacional (placa de testes reciclável) e as etapas de intervenção baseamo-nos na ideia de que o ambiente dialógico entre pesquisador e pesquisado, com o caráter reflexivo, deve estar na base do processo investigativo. Freire (2005) defende que para efetivação de um ensino baseado em uma perspectiva dialógica deve ser levada em pauta a etapa de investigação, também a tematização e problematização.

Freire (2005) afirma que na etapa de investigação o professor precisa explorar junto aos estudantes palavras e temas significativos da vida do aluno que são construídos no seu universo vocabular e na comunidade onde vive. Para ele a tematização é a tomada da consciência, base intitulada como o início da autonomia adquirida. Nesta etapa, segundo ele, o indivíduo consegue articular em um horizonte o significado social dos temas estudados. Na etapa da problematização, de acordo com ele, o professor incentiva o educando a desenvolver uma visão crítica do mundo, sendo importante esta reflexão para buscar a transformação das situações difíceis do contexto vivido, libertando-se, por conseguinte da “possível” opressão sofrida no ambiente escolar principalmente quando percebem não fluir diariamente seu aprendizado pelo processo controlador e mecânico do processo de instrução, ou seja, sem criticidade.

3.4. Proposta de Construção de uma Placa de Testes reciclável para o estudo de conceitos de eletricidade

Propomos a construção de uma Placa de Testes utilizando vários componentes eletrônicos de baixo custo também recicláveis. Estes componentes são montados em uma Placa de Acrílico que possui tamanhos de 33 cm x 22 cm e espessura de 1mm. Na tabela abaixo listamos os principais componentes considerados com uma estimativa de preços para obtenção no mercado:

Tabela01: Lista de componentes eletrônicos para elaboração de uma Placa de Teste

| DESCRIÇÃO | QUANTIDADE | Custo R\$ (und) | TOTAL (R\$) |
|-----------------------------------|------------|-----------------|-------------|
| Plugs-banana | 8 | 3,00 | 24,00 |
| FIO 0,5mm | 10m | 0,50 (metro) | 5,00 |
| Plug knob | 20 | 2,50 | 50,00 |
| Lâmpada halogênio 200W | 1 | 12,00 | 12,00 |
| Interruptor liga-desliga | 1 | 3,00 | 3,00 |
| Cabo de força | 1 | 10,00 | 10,00 |
| LED | 2 | 1,00 | 2,00 |
| Base de madeira pinho | 1 | | 40,00 |
| Disjuntor | 1 | 7,50 | 7,50 |
| Placa de Acrílico 1m ² | 1 | 90,00 | 90,00 |
| AUXILIO TÉCNICO | 2 | 100,00 | 200,00 |
| | | Custo total | 443,50 |

É importante dizer que os materiais fios, disjuntor, interruptor liga-desliga, tomada e o cabo de força foram adquiridos em uma sucata eletrônica da cidade do Crato, gratuitamente.

Tivemos o auxílio voluntário de um técnico em eletrônica, que prestava serviços terceirizados na escola, que ajudou na instalação e confecção da placa de teste reciclável. Lembro que os alunos e alunas não participaram do processo de confecção da placa, tendo tal tarefa sido realizada pelo autor e o técnico de eletrônica. Determinamos a construção da placa

a partir de análise da quantidade de itens que inserimos na placa de acrílico. As dimensões para o corte da placa de acrílico foi planejada para ser de 33 cm x 22 cm (produto acabado), mas adquirimos uma dimensão de 1m², ou seja, 100 cm x 100 cm. Esta era o tamanho da placa de acrílico que era vendida no mercado local. Tivemos que realizar um corte na placa (não foi feito com laser devido o custo ser demasiado elevado). Para esta operação usamos uma esmerilhadeira de corte para azulejos que exigiu um profundo cuidado para não correr o risco de trincar a placa.

Após analisarmos as dimensões dos componentes a serem inseridos na placa, realizamos o layout das peças e iniciamos, com auxílio de uma furadeira, a colocação das peças. Consideramos importante uma atenção para as dimensões da broca que foi utilizada na furadeira, pois poderíamos danificar com rachaduras a placa que apresentava espessura de 1 mm (a orientação é colocar broca específica fina para tal dimensão). Tivemos o cuidado também de começar a perfuração, somente, após desenhar com pincel todo o layout na placa (observando os devidos espaçamentos entre todos os componentes a serem colocados). Para realização das marcações na placa usamos uma régua comum de 20 cm para as marcações.

As ligações dos fios na placa foram realizadas com máximo cuidado. Iniciamos as ligações inicialmente pelo cabo de força que interliga a entrada do disjuntor e um plug do neutro. Inserimos na saída do disjuntor um resistor de 150k Ω . Este componente serve como um dispositivo de segurança para o operador da placa, evitando assim uma corrente excessiva de circulação nos componentes que pode causar danos. Este processo foi feito também com Diodos Emissores de Luz, também conhecido pela sigla em inglês LEDs (Light Emitting Diodes).

O disjuntor é uma peça muito importante na placa, pois ele evita possíveis acidentes dado o manuseio sem qualificação especializada. Os LEDs inseridos em série indicam quando a corrente elétrica está ativa no circuito facilitando, por conseguinte as operações do usuário. Uma imagem da Placa de Teste montada pode ser vista na figura 01 abaixo:

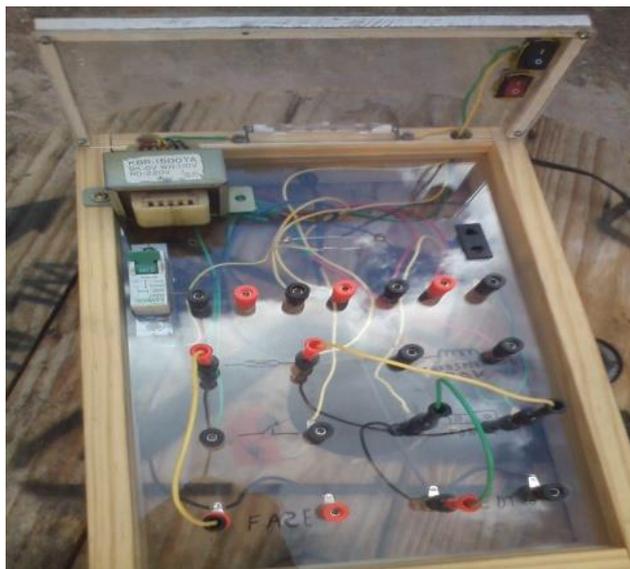


Figura 01: Placa de Teste montada com todos os componentes no circuito

Após a construção do aparato experimental elaboramos uma sequência de ensino para nortear o planejamento de aulas de Física que considerasse o uso desta proposta para estudantes do Ensino Médio. A descrição desta sequência e suas etapas estão explicadas na seção abaixo.

3.5 O planejamento de uma sequência de ensino para o estudo de eletricidade considerando o uso da Placa de Teste

Reiteramos que a intervenção didática foi planejada para iniciar no mês de Junho do ano de 2017, totalizando 5 horas aulas. A seguir detalhamos cada uma das seis etapas aqui propostas:

3.5.1 Etapa I: Exploração dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre eletricidade e aplicação de um vídeo (1ª aula) 100 min/a

Tomamos como referência as orientações de Freire (2005) que sugere que o professor tente investigar palavras e temas mais significativos da vida dos estudantes. Nesta ocasião aplicamos um questionário para explorar informações do contexto de vida dos estudantes e sobre conhecimentos de eletricidade (aspectos familiares, informações sobre formação e percurso escolar, perspectivas para o futuro, opiniões sobre a disciplina de física, alguns aspectos conceituais da física escolar). Maiores detalhes desses questionários podem ser conferidos no apêndice B e C no final desta dissertação.

Essa etapa foi inspirada nas ideias de Freire (1984) que valoriza o processo dialógico. Ele defende a existência humana de interação dialógica, se possível informalmente

com o público participante. Ele orienta que se possam identificar as expectativas dos estudantes, no tocante aos conhecimentos que os mesmos desejam e tem disposição de adquirir com as aulas. É uma consideração conceitual imprescindível.

Baseado nas orientações freiriana procuramos facilitar o tipo de linguagem utilizada durante a aplicação da proposta. Freire (1996) nos ensina que é importante no processo de ensino considerar os saberes dos educandos valorizando as opiniões dos mesmos e sua linguagem cotidiana na pretensão de facilitação de suas aprendizagens. Um detalhe importantíssimo deve ser levado em consideração na investigação, e esse detalhe diz respeito ao uso dos celulares dentro da sala de aula, não que tenhamos aversão às aplicações tecnológicas em metodologias de ensino, pelo contrário, acreditamos no potencial e na significância delas no processo ensino-aprendizagem, porém, se os discentes utilizarem aparelhos celulares para responderem o questionário de conhecimentos prévios, as análises investigativas, em nossa opinião, ficarão seriamente comprometidas, assim como, toda a linguagem a ser utilizada durante a pesquisa. Desta forma, foi preciso de forma cautelosa e delicada explicar aos alunos e alunas a real importância de não usarem o aparelho celular no momento de responderem o questionário. Com esse monitoramento “espontâneo” preparamos também um ambiente de tomada de consciência individual por parte dos educandos.

Após a aplicação do questionário propomos uma atividade na sala de vídeo da escola. Os estudantes foram convidados a assistirem um vídeo de cinco minutos que tinha como propósito a motivação. O vídeo “motivacional” (autor Deivison Pedroza) pode ser encontrado gratuitamente no site do YouTube². O objetivo deste vídeo, segundo o criador, é proporcionar o aumento da autoestima dos participantes e paralelamente apresentar, ainda que indiretamente, o universo da pedagogia da libertação sugerida por Paulo Freire. A intenção da apresentação do vídeo é criar, posteriormente, ambiente onde problematizemos reflexivamente as informações fornecidas por eles nos questionários prévios.

Após a exploração das concepções prévias dos estudantes e conhecimentos de aspectos do contexto de vida real dos mesmos e a atividade do vídeo, buscamos formar um grupo de diálogos de interação professor-aluno e aluno-aluno. Neste momento o professor realiza alguns comentários com todo grupo sobre as principais respostas coletadas nos questionários prévios.

²É importante mencionar que este vídeo já ultrapassou 40 milhões de acessos na Web e já possui cópias em mais de 20 países. Ele está disponibilizado no link <https://www.youtube.com/watch?v=IANzAWt5tCI>. Acesso em novembro de 2016.

A ideia propõe realizar um processo de “escuta” dos estudantes, mantendo um caráter investigativo de suas realidades. Esta conversa foi articulada para reduzir as limitações das opiniões dadas por eles registradas como respostas nos questionários prévios. Buscamos ouvir melhor os estudantes principalmente, para investigarmos a opinião deles e a motivação para estudarem conhecimentos da Física.

Reiteramos que neste questionário exploramos, por exemplo, perguntas de ordem pessoal que foram de fundamental importância nesta etapa. Foi preciso muita concentração nesse momento da intervenção, no sentido de ter o cuidado de adaptar o vocabulário (linguagem) o mais próximo possível com o nível técnico e social do coletivo dos estudantes participantes, e, sobretudo, ter a precaução de ao lançar questionamentos, estar convicto que a turma apresenta concentração e atenção no diálogo do grupo. A compreensão e o controle da corporeidade por parte do professor pode facilitar a fidelidade dos dados obtidos nessa etapa da pesquisa investigativa.

3.5.2 Etapa II: Processo de “tematização” na acepção de Paulo Freire (2º aula)

Etapa em que foi explicado a todos os estudantes os principais objetivos esperados das aulas diretamente ligados às expectativas de aprendizado de conhecimentos técnicos dos participantes. Nesse momento didático foi sugerida a apresentação da placa de teste aos discentes, utilizando-a para questioná-los e incitá-los sobre os principais conceitos de física que podem ser discutidos com o aparato, por exemplo, tensão elétrica, corrente elétrica, potência, resistência elétrica. Os conceitos devem ser discutidos sempre associados com situações por eles vivenciadas no dia a dia de sua comunidade.

Vale ressaltar o cuidado da atenção do professor/ investigador, pois esse momento é propício para alguns estudantes usarem seus conhecimentos. Freire (2005) orienta que nesta etapa da tematização podemos investigar a tomada de consciência do indivíduo, sendo um momento oportuno, principalmente, para os estudantes codificarem e decodificarem temas. A ideia é buscar o significado social destes temas, tomando assim consciência do mundo vivido, refletindo e tornando o ambiente reflexivo.

Como estratégia, neste encontro, também utilizamos como apoio didático duas ferramentas tecnológicas: um computador Portátil e um data show, para apresentação em Power point da placa teste, que é o Produto Educacional desta dissertação e comentar sobre o

software livewire que também pode ser usado para projetar e simular circuitos eletrônicos. Aspecto configurativo deste software pode ser conferido na figura 02 abaixo.

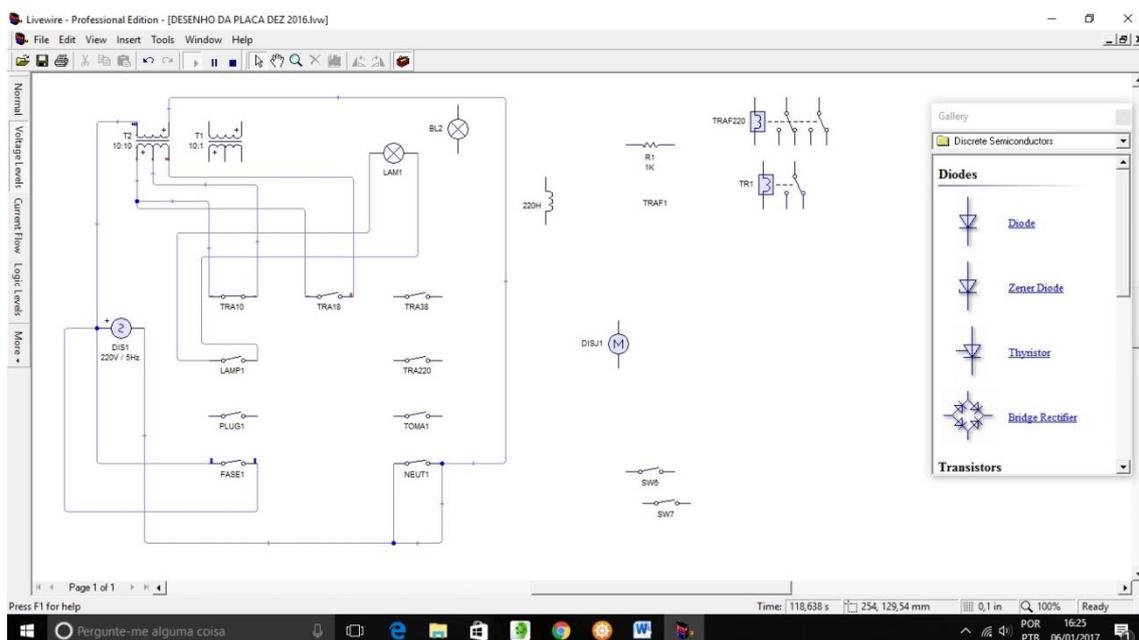


Figura02: Imagem do ambiente do software livewire usado para simulação de circuitos eletrônicos (Fonte: <https://www.new-wave-concepts.com/ed/livewire.html>. Acesso em 29 de Janeiro de 2019).

Com este software os estudantes tiveram a oportunidade de manipularem a construção de circuitos eletrônicos tarefa fundamental para auxiliar no uso da Placa de Teste.

3.5.3 Etapa III: *A perspectiva da problematização na visão de Paulo Freire, a busca de artefatos tecnológicos do cotidiano para explorar Física (2ª aula).*

Freire (1996) afirma que para a construção do conhecimento precisa existir o caráter dialógico como ponto de partida. Pensando o conceito de “problematização” temática, inspiração da teoria freiriana, acreditamos e defendemos que, como educadores críticos, devemos instigar os alunos para a reflexão do aprendizado a partir de exemplos concretos e regionalizados, buscando despertar o senso crítico social, motivando-os para entenderem que é possível que possam participar do universo do conhecimento da Física em benefício pessoal e coletivo.

Nesta ação problematizadora precisamos, como professor orientador, ter astúcia para não abrir demais o leque de assuntos das grandezas físicas envolvidas, ficando restritas aquelas escolhidas como objetivos específicos do aprendizado (assuntos de eletricidade). Todavia, caso o coletivo questione algum fenômeno físico nesse instante com certa

unanimidade, tal questionamento deve ser à base do tema coletivo a ser trabalhado daí em diante.

3.5.4 Etapa IV: Procedimento prático – a utilização da Placa de Teste (3ª aula)

Esta etapa foi estruturada para acontecer em três frentes de trabalho:

- i. Iniciar o procedimento técnico propriamente dito instruindo os participantes no manuseio com multímetro (digital e analógico). Enfatizar e relacionar o processo econômico e social da confecção de tal aparelho na sociedade onde vivem (testes em lâmpadas fluorescentes; questão sobre o uso de fornos de micro-ondas sem o conhecimento dos riscos das ondas eletromagnéticas; perigos do uso exagerado do celular no corpo).
- ii. Realização de alguns testes de tensão e resistência elétrica utilizando o produto educacional investigando o nível de envolvimento e motivação dos participantes.

Utilizamos no comentário final, as explicações conceituais sobre tais grandezas presentes no livro de Física 3 – eletromagnetismo do GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física) (GREF, 1995). Nesta ocasião utilizamos o recurso de Datashow da escola para apresentar figuras das explicações da física descrita por este livro.

- iii. Promover montagens experimentais usando o Produto Educacional, a Placa de Teste. Como apoio recorreremos a algumas definições de conceitos da área da eletricidade usando novamente o livro do GREF, principalmente, a exploração dos conceitos sobre corrente elétrica, tensão, resistência e potência elétrica.

3.5.4 Etapa V: Utilização da Placa de Teste para exploração de aspectos físicos envolvidos em aparelhos tecnológicos do dia-a-dia (4ª aula)

Iniciamos essa etapa, mediante escolha com os próprios alunos, práticas com a Placa de Teste, possibilitando-lhes descobrirem o funcionamento de dispositivos e equipamentos e aparelhos eletrônicos de modo que eles sintam curiosidade em investigar e descobrir por si mesmos os conceitos de Física envolvidos nas práticas por eles elaboradas.

Em seguida, sugerimos analisar, com auxílio da placa, motores de ventiladores portátil da própria escola. Aqui os próprios alunos foram instruídos a montarem o circuito em

série na placa de testes para modelarem o funcionamento do ventilador. Neste momento, utilizamos para tal finalidade o auxílio do quadro branco e pincel, servindo de recurso para explicação expositiva de alguns conceitos.

3.5.4 Etapa VI: *Realização de uma entrevista, uma “escuta” aos estudantes sobre a experiência vivenciada (5º aula).*

Etapa usada para exploração das opiniões dos estudantes sobre a participação na proposta. Como recurso instrumental de coleta de dados consideramos a entrevista semiestruturada. Triviños (1987, p. 146) enfatiza que “tal procedimento tem como característica questionamentos básicos que são apoiados em teorias e hipóteses que se relacionam ao tema da pesquisa”. O autor, afirma ainda que a entrevista semiestruturada poderá favorecer não só a descrição detalhada dos fenômenos sociais, mas sua explicação e a compreensão de sua totalidade, ajudando a presença consciente e atuante do pesquisador no processo de coleta de informações.

A entrevista foi organizada a partir da elaboração de uma sequência de perguntas, apoiadas por interrogações peculiares às respostas dos discentes, ou seja, a entrevista semiestruturada abre margem para construirmos o processo investigativo a partir daquilo que os alunos e alunas têm em mente.

Na entrevista apreciaremos o caráter fenomenológico apresentando como objetivo maior, alcançar maior transparência nas relações de fenômenos sociais do entrevistado. Triviños (1987) propõe quatro grupos de perguntas: I - **perguntas consequências**, exemplo: *“Na sua opinião qual a importância da energia elétrica na sua comunidade?”* II – **perguntas avaliativas**, exemplo: *“Como você analisa uma pessoa de sua comunidade que não apresenta nenhum conhecimento sobre como é cobrada a taxa de iluminação pública?”* III – **perguntas hipotéticas**, exemplo: *“Caso você fosse convidado a trocar uma lâmpada na casa de um vizinho seu, você teria alguma restrição?”* IV – **perguntas categóricas**, exemplo: *“Caso você fosse convidado a organizar um grupo de estudos com seus vizinhos desprovidos do saber sobre o assunto de eletricidade, como organizaria os grupos?”*

Devemos, ao elaborar a entrevista, estarmos atentos na linguagem utilizada, pois aqui necessitamos ter um vocabulário compreensível no universo dos alunos, assim como zelar por uma sequência de perguntas, em ordem de importância, no que diz respeito às análises de como o aluno agora adquiriu autonomia e criticidade sobre a eletricidade e o mundo em que

ele está inserido. O questionário da entrevista encontra-se no Apêndice D desta dissertação. Vale ressaltar que tomamos o cuidado de gravar em áudio os relatos dos participantes para compararmos os dados com o objetivo da pesquisa, associando-os, sobretudo aos comentários do diário da pesquisa, confeccionado pelo aplicador.

Para uma melhor compreensão da sequência didática elaborada buscamos sintetizar na tabela abaixo as etapas planejadas (entendendo que poderá sofrer modificações, adaptações a depender de cada contexto escolar e de cada turma, não se constituindo como um modelo absoluto).

Tabela: Síntese da organização de uma sequência de aulas para o estudo da eletricidade usando a proposta de uma Placa de Teste com materiais de baixo custo.

| Etapa | Descrição | Ações interventivas | Tempo previsto |
|----------|---|--|----------------|
| Etapa I | Exploração dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre eletricidade e apresentação de um vídeo | - Aplicação de um questionário prévio para exploração dos conhecimentos preexistentes dos estudantes; | 1º aula |
| | | - Identificação das expectativas dos alunos acerca da Física; | |
| | | - Escuta dos alunos e respeito a sua linguagem de senso comum | |
| | | - Vídeo motivacional e problematização. | |
| | | - Formação de grupos de diálogos de interação professor-aluno e aluno-aluno. | |
| | | - Investigação das realidades dos alunos “ouvindo-os”. | |
| Etapa II | Processo de “tematização” na acepção de Paulo Freire | - apresentação da placa de teste aos discentes e apresentação de conceitos físicos a explorar (eg. resistência elétrica, potência, tensão, consumo de energia) | 2º aula |
| | | - Codificação e decodificação do conteúdo; | |
| | | - Estudos dos conceitos de eletricidade usando o livro didático adotado na escola e o GREF. | |
| | | - Escuta dos alunos sobre conhecimentos de | |

| | | | |
|-----------|--|--|----------|
| Etapa III | A perspectiva da problematização na visão de Paulo Freire, a busca de artefatos tecnológicos do cotidiano para explorar física | aspectos científicos que conhecem por trás do funcionamento de artefatos tecnológicos de seu cotidiano. | 2 ° aula |
| | | - Questionamentos sobre a evolução da sociedade e de sua comunidade frente ao desenvolvimento da eletricidade. | |
| | | - Problematização crítica da taxa de iluminação pública e possível gratuidade da energia elétrica para todos como sonhava Nikola Tesla. | |
| Etapa VI | Procedimento prático – a utilização da Placa de Teste | - Início dos procedimentos técnico instruindo os participantes no manuseio com multímetro (digital e analógico); | 3 aula |
| | | - Realização de alguns testes de tensão e resistência elétrica utilizando o produto educacional (Placa de Teste); | |
| | | - Promover distintas medições elétricas em pilhas, lâmpadas fluorescentes e starter, resistores com diferentes resistências, objetos presentes no Laboratório da própria escola. | |
| Etapa V | Utilização da Placa de Teste para exploração de aspectos físicos envolvidos em aparelhos tecnológicos do dia-a-dia | - elaboração de práticas experimentais usando a Placa de Teste pelos próprios alunos (funcionamento do motor de um ventilador). | 4 ° aula |
| Etapa VI | Realização de uma entrevista, uma “escuta” dos estudantes sobre a experiência vivenciada | - Escuta dos estudantes sobre a experiência de aula de eletricidade com abordagem experimental usando uma Placa de Teste. - Entrevista semiestruturada. | 5 ° aula |

Fonte: Próprio autor

Desenvolvemos a seguir um capítulo de Física onde buscamos aprofundar principais conceitos da eletricidade importantes e considerados neste trabalho de dissertação. Para fins acadêmicos discorreremos sobre conceitos científicos em âmbito superior interpretando o uso

destes em uma linguagem científica mais próxima da Educação Básica. Após este capítulo apresentamos uma discussão analítica dos principais resultados revelados na experiência didática na escola.

4. REVISÃO DE FÍSICA: Fundamentos Teóricos de Eletricidade

Para entender melhor os fenômenos físicos observados na aplicação do Produto Educacional desta dissertação, que é a placa de teste elétrica confeccionada com alguns materiais de baixo custo, entendemos ser necessário fazermos uma revisão de Física em nível de ensino superior, e posteriormente fazermos em sala de aula a transposição destes fundamentos para o nível dos educandos de ensino médio. Neste contexto, explicamos neste capítulo as bases teóricas que serviram de suporte para definir os conceitos sobre corrente elétrica, resistência elétrica e potencial elétrico. O material bibliográfico usado para construção deste capítulo foram dos seguintes autores: (Graça, 2012), (Halliday et al., 1984) e (Reitz et al., 1980).

4.1 Trabalho, Energia Potencial e Forças Conservativas

O trabalho W realizado por uma força \vec{F} ao longo de um caminho C orientado do ponto P_1 para o ponto P_2 é definido por

$$W_C = \int_{P_1}^{P_2} \vec{F} \cdot d\vec{r}. \quad (1)$$

Se a curva C coincidir com a trajetória de uma partícula então de acordo com a segunda lei de Newton, $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$, com $\vec{p} = m\vec{v}$, podemos escrever o trabalho como

$$\begin{aligned} W_C &= \int_{P_1}^{P_2} \frac{d\vec{p}}{dt} \cdot d\vec{r} \\ &= m \int_{P_1}^{P_2} \frac{d\vec{v}}{dt} \cdot d\vec{r}, \end{aligned} \quad (2)$$

lembrando que $d\vec{r} = \frac{d\vec{r}}{dt} dt$, temos

$$\begin{aligned} \frac{d\vec{v}}{dt} \cdot d\vec{r} &= \frac{d\vec{v}}{dt} \cdot \left(\frac{d\vec{r}}{dt} dt \right) \\ &= \left(\frac{d\vec{v}}{dt} dt \right) \cdot \frac{d\vec{r}}{dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= d\vec{v} \cdot \frac{d\vec{r}}{dt} \\
&= d\vec{v} \cdot \vec{v},
\end{aligned}$$

assim podemos escrever a equação (2) como

$$W_C = m \int_{v_1}^{v_2} d\vec{v} \cdot \vec{v} \quad (3)$$

observe que $d(\vec{v} \cdot \vec{v}) = d\vec{v} \cdot \vec{v} + \vec{v} \cdot d\vec{v} = 2\vec{v} \cdot d\vec{v}$, logo

$$\begin{aligned}
W_C &= m \int_{v_1}^{v_2} \frac{d(\vec{v} \cdot \vec{v})}{2} \\
&= \frac{m}{2} [\vec{v} \cdot \vec{v}]_{v_1}^{v_2} \\
&= \frac{m}{2} (v_2^2 - v_1^2).
\end{aligned} \quad (4)$$

onde usei o fato de que $\vec{v} \cdot \vec{v} = v^2$, onde $v = |\vec{v}|$.

A equação (4) pode ainda ser escrita como

$$W_C = m \frac{v_2^2}{2} - m \frac{v_1^2}{2} = T_2 - T_1, \quad (5)$$

onde T_2 e T_1 são as energias cinéticas final e inicial que a partícula adquire sob ação da força \vec{F} . De acordo com a equação (4) o trabalho realizado por uma força, agindo sobre numa partícula, é igual a variação da energia cinética que a partícula adquire sob ação da força, essa afirmação é conhecida como *teorema do trabalho-energia cinética*.

Agora se a força for do tipo central, ou seja, só depende da distância r ao centro de força

$$\vec{F} = F(r)\hat{r} \quad (6)$$

onde \hat{r} é o vetor unitário que aponta na direção do centro de força, então o trabalho realizado por \vec{F} será

$$W_C = \int_{P_1}^{P_2} F(r)\hat{r} \cdot d\vec{r} = \int_{r_1}^{r_2} F(r)dr \cos(0) = \int_{r_1}^{r_2} F(r)dr \quad (7)$$

essa integral independe do caminho C escolhido para ir do ponto inicial ao ponto final. Diz-se, nesse caso, que o campo de forças $\vec{F}(r)$ é *conservativo*. Assim, podemos definir uma

função escalar característica de cada ponto do espaço cuja diferença calculada entre os pontos final e inicial da trajetória é dada por:

$$U(r_2) - U(r_1) = -W_C = -\int_{r_1}^{r_2} F(r) dr, \quad (8)$$

essa função escalar $U(r)$ é conhecida como energia potencial associada a força \vec{F} . Como resultado mais importante, as equações (5) e (8) fornecem imediatamente que

$$T_1 + U_1 = T_2 + U_2, \quad (9)$$

onde $U_1 = U(r_1)$ e $U_2 = U(r_2)$. A equação (9) traduz matematicamente um dos princípios mais fundamentais da Física: *A soma das energias cinética e potencial de um sistema é sempre constante.*

4.2 Energia Potencial Elétrica

Para manter uma dada distribuição de cargas no espaço é necessário que o trabalho realizado pela força elétrica seja igual a energia potencial elétrica total, resultante da soma de todas as interações entre os pares de cargas. Se numa determinada região do espaço existir um campo elétrico, podemos definir a energia potencial entre dois pontos da região a partir do trabalho realizado pelo campo elétrico sobre uma carga q arbitrária. Assim, pela definição de trabalho e considerando a força elétrica sobre a carga, $\vec{F} = q\vec{E}$, temos

$$W = q \int_{r_1}^{r_2} \vec{E} \cdot d\vec{r} = -(U_2 - U_1). \quad (10)$$

Se colocarmos uma carga elétrica positiva numa região onde existe um campo elétrico essa carga será acelerada, devido a força elétrica, na direção do campo elétrico e, portanto, irá adquirir energia cinética. Dessa forma a energia potencial associada ao ponto inicial é maior do que a do ponto final e, portanto, a variação de energia poencial é negativa, uma vez que a carga desloca-se de uma região de maior energia para uma de menor energia. É possível fazer a carga deslocar-se no sentido oposto ao campo elétrico, bastando para isso aplicar uma força externa no ponto inicial e assim a carga se moverá de uma região de menor energia para uma de maior energia. Nesse caso observa-se que a variação de energia potencial terá sempre sinal contrário ao do trabalho realizado pela força externa.

4.3 O Potencial Elétrico

Pela equação (10) é fácil ver que a diferença de energia potencial elétrica entre dois pontos, numa região onde se tem campo elétrico gerado por distribuições de cargas, depende

da distribuição do campo elétrico gerado e da distribuição de cargas a qual está associada essa energia. Nesse caso, podemos definir uma função escalar, V que contém informações sobre a distribuição de cargas que gera o campo. Essa função pode ser definida como sendo a energia potencial elétrica por unidade de carga, ou seja,

$$V = \frac{U}{q}. \quad (11)$$

A unidade de potencial elétrico é chamada de Volt (V) em homenagem a Alessandro Volta. Uma análise dimensional simples desta equação mostra que: $[1V] = \left[1 \frac{J}{C}\right] = \left[1 \frac{N \times m}{C}\right]$, onde J é a unidade de energia em Joule e C é a unidade de carga elétrica em Coulomb.

A diferença de potencial entre dois pontos A e B pode ser expressa como

$$V_B - V_A = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{r}. \quad (12)$$

Da mesma forma que a energia, a definição de potencial em um ponto r do espaço requer um ponto de referência r_0 onde possamos definir um potencial arbitrário. Se a distribuição espacial de cargas for finita podemos tomar o ponto de referência no infinito ($r_0 \rightarrow \infty$) e o potencial neste como sendo zero, $V_\infty = 0$, assim o potencial em um ponto qualquer é dado por

$$V_r = - \int_\infty^r \vec{E} \cdot d\vec{r}. \quad (13)$$

Para uma carga pontual q situada na origem do sistema de coordenadas, o potencial gerado em um ponto r é dado por:

$$V(r) = - \int_\infty^r \vec{E} \cdot d\vec{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r} \quad (14)$$

onde usamos a expressão bem conhecida para o campo de uma carga pontual, $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r}$. Observe na equação (14) que o potencial elétrico gerado por uma carga pontual cai com o inverso da distância, justificando a escolha do ponto de referência no infinito, pois $V(r)$ tende a zero quando r tende a infinito. Isso serve para mostrar que a escolha do ponto de referência para o potencial elétrico depende da forma como a carga se distribui espaço, pois se a distribuição de carga for infinita o potencial no infinito não poderá ser considerado igual zero, já que a integração se estende de $-\infty$ a ∞ , como é o caso de uma linha infinita de carga.

4.4 Corrente Elétrica

A quantidade de carga que atravessa uma determinada área por unidade de tempo é chamada de *corrente elétrica*. Em outras palavras, correntes elétricas são movimentos ordenados de cargas (geralmente elétrons ou íons), com um fluxo resultante. Para descrever esse fluxo de carga podemos representá-lo por meio de um vetor que fornece a quantidade de carga que passa por unidade de área e por unidade de tempo através de um elemento de superfície perpendicular ao fluxo. Essa grandeza é chamada *densidade de corrente* e a representamos por um vetor \vec{J} cuja direção é mesma do movimento das cargas. Para calcular o vetor densidade de corrente vamos considerar o fluxo de cargas que atravessa uma seção transversal com área A de um fio condutor sob ação de um campo externo, conforme mostrado na Figura 0.

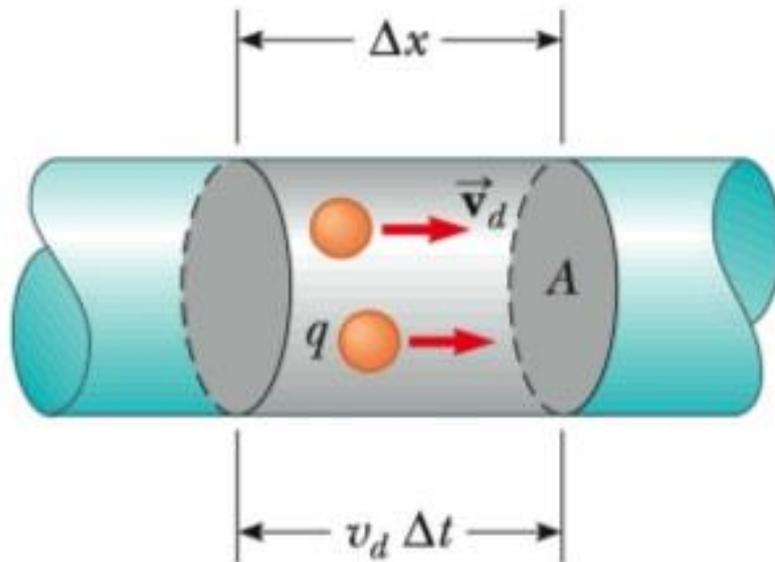


Figure 1: Cargas em movimento gerando corrente em um fio. .

Sendo N o número portadores de carga por unidade de volume que atravessa a área A fio de comprimento Δx , então a quantidade de carga ΔQ será

$$\Delta Q = Nq(A \cdot \Delta x) \quad (15)$$

onde q é a carga de cada portador. Supondo que os portadores se desloquem com velocidade v_d sob ação do campo externo (chamada velocidade de deriva), então $\Delta x = v_d \Delta t$, logo

$$\Delta Q = NqA \cdot v_d \Delta t, \quad (16)$$

de forma que a quantidade de carga por unidade de área e por unidade de tempo é

$$\frac{\frac{\Delta Q}{\Delta t}}{A} = Nqv_d \quad (17)$$

mas a carga que atravessa a área transversal do fio por unidade de tempo é justamente a corrente elétrica, ou seja, $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = I$. Assim, a densidade de corrente pode ser escrita como

$$J = \frac{I}{A} = \rho v_d \quad (18)$$

onde $\rho = Nq$ é densidade volumétrica de portadores de carga, pois N é o número de portadores de carga por unidade de volume. Assim, o vetor \vec{J} é dado por

$$\vec{J} = \rho \vec{v}_d. \quad (19)$$

A carga total por unidade de tempo que atravessa uma dada superfície S é a corrente elétrica, I . Então pela equação (18) temos que a corrente I é a integral da componente normal do fluxo através da superfície S , ou seja,

$$I = \int_S \vec{J} \cdot \hat{n} da. \quad (20)$$

Portanto, a corrente I que sai de uma superfície fechada representa a taxa na qual as cargas deixam o volume delimitado por essa superfície. Uma vez que *não se pode criar nem destruir cargas elétricas*, então a quantidade de carga dentro de uma superfície fechada deve diminuir na mesma quantidade de carga que escoar para fora, caso haja fluxo. Assim, se existe fluxo de cargas para fora de uma superfície fechada S , temos:

$$\int_S \vec{J} \cdot \hat{n} da = -\frac{dQ_i}{dt} \quad (21)$$

onde $-\frac{dQ_i}{dt}$ é a taxa com que a carga interna Q_i está saindo do volume delimitado pela superfície S . A equação (21) representa a lei de conservação da carga elétrica.

4.5 Lei de Ohm, Condutividade e Resistência Elétrica

Na seção anterior definimos a corrente elétrica como um fluxo ordenado de cargas elétricas que atravessa uma dada superfície por unidade de tempo. Já é sabido desde os tempos antigos que alguns materiais conduzem corrente elétrica com maior facilidade do que outros. No caso de materiais condutores os portadores de carga são os elétrons que não estão fortemente ligados ao núcleo atômico dos átomos que constituem o material, esses elétrons são chamados de elétrons livres. Uma vez que os elétrons livres colidem constantemente com os átomos do condutor, a corrente elétrica produzida no mesmo, devido a uma diferença de potencial pode depender de muitos fatores como a pressão, temperatura, estado físico e da própria diferença de potencial.

Com base em experimentos é possível verificar que a densidade de corrente \vec{j} em um metal é proporcional ao campo elétrico

$$\vec{j} = \nu \vec{E}, \quad (22)$$

onde a constante ν é a *condutividade*, uma medida da capacidade que o material tem de conduzir corrente. A condutividade depende das características microscópicas do material e se relaciona de forma inversa com a *resistividade* η

$$\eta = \frac{1}{\nu}, \quad (23)$$

que mede o quanto o material se opõe ao fluxo de corrente elétrica. A equação (22) só válida a temperatura constante e funciona para um grande número de materiais condutores.

Vamos considerar um fio metálico de comprimento L e homogêneo, submetido a uma diferença de potencial ΔV e de condutividade ν . A diferença de potencial entre as extremidades do fio é dada por

$$\Delta V = \int \vec{E} \cdot d\vec{l}. \quad (24)$$

Pela equação (22) não pode existir componente do campo perpendicular ao comprimento L do fio, pois isso produziria carga na superfície do fio. Logo, a equação (24) reduz-se a

$$\Delta V = EL \quad (25)$$

com L sendo o comprimento total do fio. Uma vez que, pela equação (22), o campo elétrico produz uma densidade de corrente \vec{J} a corrente elétrica que atravessa uma seção reta arbitrária do fio é, pela equação (20),

$$I = J \cdot A \quad (26)$$

onde A corresponde a área da seção reta do fio. Agora a equação (22) fornece que

$$J = \nu E, \quad (27)$$

substituindo na equação (26) e considerando a equação (25), obtemos

$$I = \frac{\nu A}{L} \Delta V \quad (28)$$

que é uma relação linear entre a diferença de potencial ΔV e corrente I . Definindo a quantidade

$$R = \frac{L}{\nu A} \quad (29)$$

chamada de *resistência* do fio, temos

$$\frac{V}{I} = R. \quad (30)$$

A razão constante entre V e I expressa pela equação (30) foi verificada experimentalmente em 1827 pelo físico alemão George Simon Ohm e publicada em seu livro: "Die Galvanische Kette, Mathematisch Bearbeitet" [Ohm, 1827]. Observe que a dificuldade das cargas moverem-se no material aumenta quanto maior for a resistência elétrica do mesmo, de forma que menor será a corrente elétrica para uma determinada diferença de potencial. Assim, a resistência elétrica representa a dificuldade que a corrente elétrica tem para atravessar um certo material.

É importante deixar claro que a equação (30) não faz referência alguma ao comportamento atômico do condutor, ela é um caso particular da equação (22) que é conhecida como lei de Ohm na forma microscópica. Uma vez que a corrente elétrica está relacionada com a condutividade dos elétrons no nível atômico, para obter uma descrição completa desta, bem como da resistividade e da resistência elétrica dos materiais é necessário conhecer o comportamento atômico do material, que é feita pela Mecânica Quântica. Mesmo assim, é possível dar uma descrição razoável para condutividade elétrica utilizando-se de um

modelo clássico baseado na teoria cinética dos gases e obter a forma microscópica da lei de Ohm, equação (22).

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 Análises da Etapa I da sequência didática: Exploração dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre eletricidade e aplicação de um vídeo

Como foi descrito no capítulo de metodologia nesta etapa da sequência tivemos o interesse de investigar os conhecimentos existentes dos estudantes sobre eletricidade oriundos do seu cotidiano. Elaboramos questões norteadoras para isso. Mas antes tentamos saber dos estudantes os motivos que os levam a gostar de ir para escola para estudar, vejamos algumas opiniões: “*minha mãe diz que é para eu ter um bom emprego pela frente*” (FWSS)³; “*Quero ter um emprego bom*” (CB); “*quero ter um bom emprego e um bom futuro*” (IA); “*saber que só consigo ter algo na vida através dos estudos*” (CM); “*me motiva, pois que vejo que a escola vai me ajudar a ter uma boa especialização para o futuro*” (ISL); “*ter um futuro melhor*” (IGBR); “*ter uma segurança de um futuro tranquilo e próspero*” (VMF).

Percebemos, nestas respostas, dadas pelos estudantes, que uma de suas maiores preocupações era com o seu futuro. Este fato mostra ser um ponto muito importante para fortificarmos os laços entre o interesse no estudo da Física e as projeções profissionais futuras desses jovens.

Descreveremos abaixo as principais respostas dadas pelos estudantes de algumas questões feitas:

Em uma primeira questão informamos aos estudantes que a eletricidade estava presente em nossas vidas. Buscamos explorar quais as concepções deles sobre os aparelhos elétricos que eles conheciam, que faziam parte de seu meio e que eles usavam em seu dia-a-dia. Abaixo algumas respostas e depois uma breve interpretação:

Carregador; computador; roteador; televisão. (FMSS)

Carregador; televisão; computador; lâmpada; micro-ondas; (WDSP)

Computador; carregador de celular; televisão; ventilador; (ACS)

Televisão; celular; computadores; luzes; Geladeira; automóveis; (YGBR)

Celular; chapinha; televisão. (ISL)

Televisão; computador; ar-condicionado; (VMF)

³ Para mantermos o sigilo dos estudantes representamos os seus nomes com as iniciais de seu nome completo.

Os resultados revelam que muitos dos aparelhos que estão presentes na vida dos alunos são comuns entre eles. O uso do computador e do carregador de celular são os equipamentos mais conhecidos e usados por esses jovens. Resgatamos o pensamento freiriano quando ele sugere que o professor possa valorizar o conhecimento e práticas cotidianas vivenciadas pelos educandos em prol do desenvolvimento de um ensino problematizador.

Refletimos que os estudantes apesar de terem o contato com aparelhos tecnológicos, em nossa opinião, carecem de uma formação técnica e científica elementar para um eficiente manuseio desses recursos. Por exemplo, em muitas de nossas observações percebemos que os alunos não possuem uma capacidade de exploração de seus celulares, pois não conseguem, muitas, vezes realizar configurações simples, uso do instrumento de comunicação email via celular, etc. Isto mostra o quanto é importante na formação em ciência valorizar os aspectos da ciência com as aplicações tecnológicas modernas que estão presentes intensamente no cotidiano dos estudantes.

Buscamos saber dos alunos suas opiniões sobre como a eletricidade (energia elétrica) era produzida.

É gerada nas usinas termelétricas, hidrelétricas, parques eólicos e usinas nucleares; (ISR)

Algumas através de recursos renováveis e não renováveis; (BRSO)

Através de outros elementos da natureza; (SWSS)

Elas são fabricadas em grandes indústrias eólicas e vários tipos de energia. (CBES)

Há várias formas de obtenção de energia como a eólica, termoelétrica; hidroelétrica, solar e de ondas. (VMF)

Nas redes hidrelétricas. (CBS)

A eletricidade está cercada por nós então todas as atividades tem eletricidade concluímos que nós fabricamos energia com o nosso próprio corpo. (ACS)

As respostas da maioria dos alunos mostram que eles possuem conhecimentos básicos sobre a origem da produção da energia elétrica mesmo sem demonstrarem um aprofundado domínio científico. A energia gerada pelas hidrelétricas foi uma alternativa unânime de produção da energia elétrica.

Nesta aula questionamos para que servia a queda da água em uma usina, e alguns estudantes disseram que era para gerar a energia, sem maiores explicações. Interpretamos que os aspectos mais abstratos sobre a “indução eletromagnética” não era compreensível por eles.

Procuramos saber a opinião de cada um dos estudantes acerca de situações em que não conseguem entender e aprender o conteúdo apresentado pelo professor e de que forma isso poderia o afetar. Notamos que foi uma questão que não foi fácil eles responderem, de se expressarem, pois percebemos que a maioria tinham um certo receio de conversar e expor suas dificuldades. Vejamos algumas respostas: “*fico impossibilitado de realizar um bom trabalho*” (ISL); “*(...) sinto um pouco entediado em ter perdido tempo e não ter aprendido nada*” (CMOS); “*(...) quando não compreendo algo acredito que isso irá me prejudicar muito* (CBS); “*(...) preocupação e tristeza sobre o que irei fazer em meu futuro* (IACB).

Nessas respostas os alunos demonstram preocupação quando não entendem determinado assunto, provocando direta ou indiretamente interferência pessoal, principalmente, em relação a uma baixa estima.

O aluno VMS responde que sua vida escolar é uma sequência e se ele deixar de aprender algo no tempo determinado, ele será cobrado por esta falta em outra ocasião. O aluno CBEF afirma que ao não entender um assunto isso pode afetar o seu processo de aprendizagem podendo, segundo ele, impactar no futuro o bom desenvolvimento da disciplina de Física. Outro aluno ACS diz que quando não consegue entender bem na aula ele recorre aos recursos digitais, tais como vídeos-aulas.

É importante dizer que no momento de aplicação do questionário buscamos escutar os estudantes, sentimos interesse deles para participar da aula e o desejo de aprender. Baseado na filosofia de Freire é importante que o professor possa incentivar os estudantes para investirem no estudo, que o conhecimento é importante para o desenvolvimento de uma curiosidade crítica ou curiosidade epistemológica (não uma curiosidade ingênua) como aponta Paulo Freire.

Etapa II: Processo de “tematização” na acepção de Paulo Freire (2ª aula)

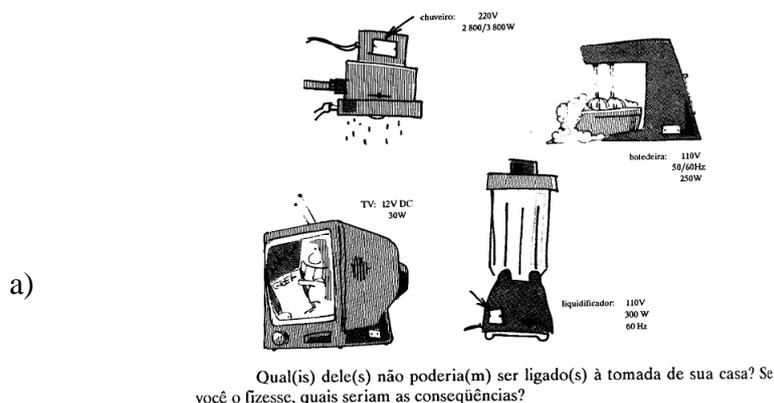
Para estimular a motivação dos estudantes para compreensão de conceitos físicos de eletricidade no ensino médio com auxílio do aparato “Placa de teste”, na busca de fazer com que eles compreendam a Física presente no mundo vivencial e o descobrir o “como funciona” dispositivos e equipamentos e aparelhos eletrônicos eles foram convidados a lerem seções do Livro Didático de Física 3 – Eletromagnetismo, elaborado pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física - GREF⁴ (GREF, 1995). Esse livro foi recomendado para servir de apoio

⁴ Está disponível gratuitamente na internet no site: <http://www.if.usp.br/gref/eletromagnetismo.html>

didático ao livro adotado na escola. O livro escolhido pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) foi o “Física Ciência e Tecnologia” (CARLOS MAGNO, et al., 2010), da 4ª edição da Editora Moderna.

O auxílio deste livro foi importante, pois possibilitou, durante a apresentação do Produto Educacional, a exploração de conceitos de eletricidade e problematizações de tabelas sobre informações técnicas envolvendo aparelhos elétricos presentes em nossas residências. Por exemplo, discutimos fragmentos do livro do GREF que trazia discussões cotidianas sobre o uso do conhecimento científico nos aparelhos tecnológicos presentes no dia-a-dia. Este material ter sido elaborado a aproximadamente 20 anos atrás, ou seja, ainda traz exemplos de tecnologias que não existem mais (ver figura 03 a e b).

1.2. A figura abaixo representa as informações encontradas nos impressos ou chapinhas que acompanham aparelhos elétricos.



APARELHOS RESISTIVOS

93

Tabela A

| | | |
|--------------------|-------|-------------------------------|
| lâmpada | | .40W - 120V |
| | | 60W - (115-120V) |
| liquidificador | | . 110/127V 350W 50/60Hz |
| torneira elétrica | | . 220V - 4 000W |
| chuveiro | | . Volts 220 Watts 2 800/4 400 |
| fusível de rosca | | . 10A |
| | | 20A |
| | | 30A |
| aspirador de pó | | . 110V - 850 Watts |
| máquina de costura | | . volts 110 |
| | | freq. 50/60Hz |
| | | amp. 1,00 |
| | | input W-90 |
| secador de cabelos | | . Watt 460 |
| depilador | | . 120/220V 60Hz CA |

b)

Figura03 a e b: recortes do livro do GREF que trata sobre especificações técnicas de alguns aparelhos que funcionam com eletricidade (GREF, 1995).

A maioria dos estudantes revelou que já ouviram falar de algumas grandezas da Física relacionada a eletricidade em seu cotidiano, por exemplo: corrente elétrica; diferença de potencial; resistência elétrica; potência elétrica e trabalho. Apesar de descreverem alguns

destes conceitos todos os estudantes desconheciam as unidades de medidas correspondentes. Perguntamos qual a unidade da corrente elétrica e nenhum estudante conseguiu responder. De um total de 14 alunos que estavam presentes 07 disseram que a unidade da corrente era o “volts”, 06 afirmaram que era o “watts” e 01 respondeu que era o “joule”, nenhum apontou o ampere. Este resultado mostra que os estudantes apresentavam algumas dificuldades de domínio desse assunto.

Perguntamos aos estudantes sobre se era importante de alguma forma adquirirem conhecimentos sobre eletricidade para ajudar sua comunidade e seu dia-a-dia, vejamos algumas respostas fornecidas:

“Caso aconteça algum problema na minha casa ou fora eu tendo alguma noção do que está acontecendo eu poderei ajudar com esse conhecimento e aprender este assunto com um eletricista (...). (IACB)

“Para o caso de alguém precisar de alguma informação ou estiver passando por algum problema envolvendo a energia, eu possa ajudar com o que aprendi na eletiva de Física (...). (CBS)

“Na minha opinião é muito importante o conhecimento sobre a energia elétrica, pois por motivos simples sempre chamamos um eletricista, tendo um pouco de conhecimento sobre eletricidade às vezes podemos resolver alguns problemas simples com facilidade”. (DANSB)

Os estudantes dizem que necessitam de conhecimentos sobre eletricidade para ajudá-los em situações de seu cotidiano. A maioria tem a concepção técnica de que poderão resolver problemas elétricos em suas casas no entendimento de que poderão dispensar a ajuda de um especialista como um eletricista.

Etapa III: Perspectiva da problematização na visão de Paulo Freire, a busca de artefatos tecnológicos do cotidiano para explorar Física.

Como estratégia metodológica, fundamentado em Paulo Freire na ideia de problematização, nesta proposta sugerimos os estudantes que falassem sobre as suas possíveis dificuldades em compreender os aspectos conceituais que engloba o funcionamento de determinados aparelhos elétricos presentes em suas residências ou estabelecimentos comerciais na comunidade onde vivem.

Para incentivar a reflexão crítica procuramos, na proposta, realizar questionamentos aos estudantes sobre, por exemplo, como a nossa sociedade vivia quando não tínhamos energia elétrica. Após “escutarmos” os estudantes buscamos fazer algumas discussões sobre a produção e a chegada da energia elétrica na sociedade e na comunidade onde vivem. O propósito foi provocar a reflexão sobre a importância sócio-histórica, econômica, cultural e política do desenvolvimento da eletricidade, como campo conceitual da Física e impulsionadora do desenvolvimento econômico e social, principalmente, tentamos problematizar quais as grandezas físicas desta área encontram-se presentes no mundo dos componentes elétricos.

Os estudantes, nesta fase, foram instigados a pensar criticamente sobre a taxa de cobrança da iluminação pública que, em muitos casos, é abusiva em relação à efetiva quantidade de iluminação fornecida, fato que, muitas vezes, passa despercebido por muitas pessoas que não possuem uma formação elementar sobre ciências, especialmente, sobre alguns aspectos científicos da Física.

Os estudantes comentaram acerca da importância de todos saberem de que forma as empresas fazem para cobrar o consumo da energia elétrica e o que pensam sobre a falta deste conhecimento. Disponibilizamos alguns recortes: *“uma pessoa sem noção poderá não saber por qual motivo ele paga sua energia e se o preço está realmente batendo com seu gasto mensal”* (BRSO); *“uma pessoa que está sem saber a consequência do preço da iluminação pública, pois as pessoas não sabem ao menos o que estão pagando”* (ISL); *“acho que ela deveria ir atrás desse conhecimento, pois é muito importante você saber ao menos saber como é cobrado a taxa de energia”* (CMOS).

Discutimos alguns aspectos sócio-históricos acerca do episódio em que o cientista Nikola Tesla tinha o desejo de levar energia elétrica gratuita para toda humanidade através da sua famosa bobina de Tesla. Este fato histórico geralmente não é discutido nas aulas de Física sendo negligenciado, contribuindo para uma não formação crítica dos estudantes (quando o professor centra fortemente em aspectos conteudistas). Em nosso entendimento, é com esse tipo de questionamento que o pernambucano Paulo Freire entende ser possível superar a visão mágica, ou ingênua do saber por uma visão crítica do mundo, partindo para a transformação do contexto vivido (curiosidade ingênua rumo a uma curiosidade epistemológica).

Etapa IV: Procedimento prático – a utilização da Placa de Teste

Nesta etapa promovemos a realização de testes em pilhas, lâmpadas fluorescentes e starter, resistores com diferentes resistências, objetos presentes no Laboratório da própria escola (lâmpadas, ventiladores) com intuito de aumentarmos o nível de habilidade do grupo. Momento este em que foi esclarecido aos alunos sobre a necessidade de usufruirmos dos benefícios da tecnologia, despertando o sendo crítico deles acerca dos impactos ambientais, possivelmente, causados no processo de fabricação e utilização de tais produtos desde a indústria primária até o consumidor.

Em nossa opinião, esta forma de conscientização da necessidade de proteção, preservação e respeito ao meio ambiente tem íntima ligação com o despertar de uma formação que se preocupe com a melhoria da sociedade.

Em seguida, utilizando uma bancada de lâmpadas, disponível no laboratório da própria escola, incentivamos a construção de circuitos com o grupo. Nesta ação buscamos o estudo de conceitos que envolvem corrente elétrica contínua e alternada, e as implicações em relação à tensão elétrica no estudo da Lei de Ohm que relaciona a resistência, a tensão e a corrente elétrica. Também foi discutido o conceito de potência elétrica.

Os estudantes demonstraram muito envolvimento e curiosidade nos momentos de utilização da placa de teste, como podemos perceber em algumas falas deles: “*com o uso desta placa pude saber se as coisas que usa energia estão prestando*” (DANSB); “*gostei de saber como a energia elétrica era transmitida para as tomadas*” (IDJF); “*o funcionamento da placa para fazer testes em equipamentos e saber seu estado.*” (FMSF); “*gostei muito de saber a parte de fazer teste para saber algum problema elétrico*” (WDSP).

A experiência do uso da placa de teste demonstrou ser importante para os estudantes, pois eles tiveram a oportunidade de entender na prática o uso e funcionamento de componentes elétricos, aprofundando conceitos chaves e elementares da eletricidade.

Etapa V: Realização de uma entrevista, uma “escuta” dos estudantes sobre a experiência vivenciada

Procuramos explorar as opiniões dos estudantes sobre a experiência vivida do estudo da eletricidade com o uso da placa de teste. Perguntamos aos estudantes o que acharam da intervenção realizada especificamente em relação aos conhecimentos adquiridos sobre eletricidade, selecionamos algumas respostas:

“foi importante porque aprendi a entender o que existe sobre eletricidade”.(ISL)

“(...) importante porque com a prática podemos nos aprofundar mais sobre o assunto e saber como realmente funciona”. (CBS)

“com esse conhecimento prático eu pude entender alguma coisa sobre energia elétrica de uma forma mais simples”. (DANST)

Observamos que os alunos aprovaram a experiência principalmente pelas aulas estarem fundamentada em uma abordagem experimental. A placa de teste serviu para eles compreenderem a formação de circuitos elétricos integrando aspectos teóricos e práticos. Ficou evidente o interesse dos estudantes para com a aula com o uso da estratégia proposta.

Buscamos saber dos estudantes quais as dificuldades encontraram para tentar aprender os conceitos físicos discutidos durante o uso da placa de teste, vejamos algumas das respostas:

“dificuldades minhas mesmo em relação à concentração”.(ACS)

“no começo a minha dificuldade foi com o uso do multímetro”. (BRSO)

“cálculos, ligações”. (WDSP)

Em geral, a maioria dos alunos alegou que não encontrou muitas dificuldades. Disseram que tiveram dificuldades de manipular o instrumento multímetro, sentiram que não se concentraram o suficiente e um dos estudantes tinha problemas com a lógica dos circuitos e os cálculos envolvidos.

Buscamos saber qual a avaliação do desempenho nas atividades propostas, destacamos alguns extratos: *“Tentei absorver tudo o que foi passado, aproveitei a oportunidade”* (BRSO); *“acredito que fui bem, pois compreendi o que queriam me passar e conseguir fazer os testes com bastante atenção”* (ISL); *“acredito que se continuar desenvolvendo mais essas aulas práticas e teóricas irei adquirir mais conhecimento”* (CMOS).

Também procuramos escutar os estudantes para saber se os conhecimentos adquiridos no curso poderão ser úteis para eles em algum momento, disseram: *“sim, que esse curso vai ser muito importante no futuro, pois ele apresentou vários tipos de conhecimento sobre a eletricidade”*; *“sim, pois os conhecimentos aqui aprendidos servirão para o futuro. Com esses conhecimentos, poderei ter conhecimento para uma área de emprego ou ter mais conhecimento para fazer outros cursos”* (ISL); *“foi muito bom porque aprendi a testar equipamentos para saber se estão danificados”* (FMSF); *“foi importante para saber olhar a potência da eletricidade e saber usar o multímetro”* (WDSP).

Diante desta análise, todos os estudantes consideraram pertinente o uso da placa de teste para apoiar o estudo da eletricidade. A proposta foi além de consideração somente de aspectos teóricos da disciplina. Os estudantes tiveram a oportunidade de conhecer componentes elétricos na montagem do

aparato e entender como esses elementos estão interligados em circuitos fechados no funcionamento de diversos artefatos tecnológicos que estão presente no dia a dia.

6. CONCLUSÕES

O trabalho de dissertação procurou valorizar o ensino de conteúdos de eletricidade por meio da construção e utilização de uma placa de teste para auxiliar estudos de conceitos elementares da área da eletricidade em uma escola pública de tempo integral na cidade do Crato, CE. É preciso enfatizar que buscamos ultrapassar qualquer interesse de discussão meramente conteudista, mas sempre com a preocupação crítica e social deste conteúdo, numa tentativa de despertar nos alunos a associação entre os conceitos de física sobre eletricidade com o uso social dos artefatos tecnológicos.

A proposta aqui discutida está embasada na ideia de que é preciso que o conhecimento adquirido pelos estudantes possa ajudá-los a enfrentar situações de seu cotidiano. A eletricidade está fortemente presente na vida de todos e uma reflexão crítica de seu uso deve fazer parte da formação científica de todos os jovens. É importante dizer que nem todos os estudantes daquela escola seguirão carreiras científicas, talvez, para muitos desses estudantes a discussão sobre ciência, na etapa do Ensino Médio, tenha sido a única oportunidade de contato com a linguagem científica. Desta forma, a Educação Básica necessita oferecer uma formação mínima sobre ciência que possa ser levada para toda vida dos estudantes, principalmente, daqueles que não investirão nesta área em seus estudos futuros.

Reproduzimos novamente as questões que procuramos entender neste trabalho, são: *É possível desenvolvermos um ensino sobre a eletricidade superando aspectos somente conteudistas e mais voltados para uma formação mais crítica e social dos estudantes? Aulas práticas sobre eletricidade por meio de um aparato experimental, uma placa de teste, permeada por um ensino libertador e dialógico pode despertar o interesse dos estudantes para a aprendizagem de ciências?*

A partir desta experiência podemos afirmar que é possível sim pensarmos um ensino que leve em consideração à formação crítica dos estudantes no sentido de que adquiram uma consciência crítico social dos conteúdos. Para isso, o professor deve, no planejamento de seu ensino, buscar de alguma forma, vincular o conteúdo a ser discutido com situações da realidade dos estudantes. Como vimos, a maioria aprovou o estudo da eletricidade através do uso de uma placa de teste, principalmente, para realizarem medições do funcionamento dos aparelhos elétricos em seu entorno.

A proposta permitiu mais liberdade para valorização das opiniões dos estudantes garantindo toda participação como sendo essencial no processo de ensino. O professor tinha o papel de negociador das interações didáticas sempre apoiando as iniciativas dos educandos.

Nesta perspectiva, o referencial de Paulo Freire foi pertinente por nos mostrar a importância da consideração do diálogo no processo ensino aprendizagem na busca pela eliminação de qualquer forma de uma educação bancária.

Algumas questões novas surgem, por exemplo, como expandir melhor esta experiência para outras escolas? Como valorizar o ensino experimental na escola mediante a forte presença do ensino teórico de preparação para exames externos? Como associar melhor o ensino de conteúdos de Física, geralmente, predeterminados, com o contexto real dos estudantes?

O trabalho mostra que, como professores preocupados com a qualidade do ensino de Física, devemos estar sempre nos atualizando com o avanço da tecnologia e, sobretudo adaptando propostas didáticas às realidades dos educandos. A aplicação de tal estratégia de ensino revela o quanto pudemos refletir e melhorar a nossa prática docente no intuito de oferecer excelência no processo ensino-aprendizagem.

Com a cabeça nas nuvens e os pés no chão busco continuar minha formação educacional pesquisando e analisando os mais diversos aspectos que envolvem a área de ensino. A presente pesquisa motivou-nos cada vez mais a entender o universo dos jovens e adolescentes estudantes de Ensino Médio, pois acreditamos que é através da pesquisa trabalhada e fundamentada que podemos identificar onde podemos melhorar e intervir didaticamente, construindo um ambiente escolar humano e digno de aprendizagem. Entender para compreender o como fazer, o como agir, o como refazer.

Esperamos que este trabalho possa contribuir com a melhoria da educação em Ciências nas escolas, que outros profissionais possam ter contato com a experiência e adaptar para sua realidade. Almejamos ainda que, o produto educacional aqui elaborado possa chegar às escolas e que uma rede conectada de experiências e novas alternativas para o ensino de Física possa se expandir.

REFERÊNCIAS

- BRASIL, **Base Nacional Comum Curricular/ BNCC**. Proposta Preliminar. Conselho Nacional de Educação/ CNE. Ministério da Educação/ MEC, 2016a Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>. Acesso em 30 de Janeiro de 2017.
- CEARÁ, Lei N.º 16.287, de 20.07.17 (D.O. 21.07.17). **Institui a política de ensino médio em tempo integral no âmbito da rede estadual de ensino do Ceará**. Disponível em: <https://bela.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/educacao/item/5883-lei-n-16-287-de-20-07-17-d-o-21-07-17>. Acesso em 31 de Dez. de 2017.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 2005.
- CARLOS MAGNO, M. A. T. **Física, Ciência e Tecnologia: Eletromagnetismo e Física Moderna**. Editora Moderna, 2010.
- FREIRE, P.. **Pedagogia do oprimido**. 13a. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1984.
- _____, **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 2005.
- _____, **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 2009.
- _____, **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática docente**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- _____, **Extensão ou comunicação?**. São Paulo: Paz e Terra, 2006.
- GRAÇA, CLÁUDIO DE OLIVEIRA. **Eletromagnetismo**. 06 de Novembro 2012, Notas de Aula.
- GRF - GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. São Paulo: Editora da USP, v.3, **Eletromagnetismo**, 1995.
- _____. **Eletromagnetismo**. Disponível em: <http://www.if.usp.br/grf/eletromagnetismo.html>. Acesso em 17 jan. 2017.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Física 3**. 4a edição. Editora LTC. Rio de Janeiro, 1984, Pag. 128-130.
- OHM, GEORG S. **Die Galvanische Kette, Mathematisch Bearbeitet**, Alemanha. 1827.
- PEDROZA, D. **YouTube: Vídeo Motivacional**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IANzAWt5tCI>. Acesso em 17 jan. 2017.
- REITZ, JOHN, R.; MILFORD, FREDERICK J.; CHRISTY, ROBERT W. **Fundamentos da Teoria Eletromagnética**. 3a edição. Editora Campos LTDA. Rio de Janeiro (1980), Págs. 41-43; 139-141.

STAKE, R. **Pesquisa Qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Tradução: Karla Reis; revisão técnica: Nilda Jacks. – Porto Alegre: Penso, 2011.

TRIVIÑOS, A.N.S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais – pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

APÊNDICES

APENDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



Universidade Regional do Cariri – URCA

Centro de Ciência e Tecnologia - CCT

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF

Polo 31 URCA – Juazeiro do Norte – CE



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Estimada Diretora(o)/ Coordenador(a)/ Pai ou Mãe: _____

Por este meio informamos o desenvolvimento da pesquisa “**Estimulando a motivação dos estudantes para compreensão de conceitos físicos de eletricidade no ensino médio com auxílio de uma placa de teste**”. A pesquisa está sendo realizada pelo professor JONIO VIEIRA DE SOUSA, mestrando em Ensino de Física do Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Física – MNPEF da Universidade Regional do Cariri - URCA. O objetivo principal deste trabalho de dissertação é elaborar e avaliar uma estratégia de ensino para apoiar o estudo da eletricidade em uma perspectiva problematizadora, a partir da construção de uma placa de teste com materiais acessíveis para auxiliar aulas experimentais para estudantes de uma escola pública da cidade do Crato, CE. Propomos, como Produto Educacional desta dissertação, a construção e uso de uma placa de teste feito com materiais de sucata. A proposta visa promover a formação crítica dos estudantes acerca de aspectos conceituais e uso social da eletricidade a partir da análise de funcionamento de diversos artefatos tecnológicos que usam a energia elétrica. Assumimos entender as seguintes questões: *É possível desenvolvermos um ensino sobre a eletricidade superando aspectos somente conteudistas e mais voltados para uma formação mais crítica social dos estudantes? Aulas práticas sobre eletricidade por meio de um aparato experimental (uma placa de teste), permeada por um ensino libertador e dialógico, pode despertar o interesse dos estudantes para a aprendizagem de ciências em um caráter mais crítico e problematizador?*

Realizaremos uma pesquisa em sala de aula, seguindo uma sequência planejada de ensino, utilizaremos recursos de questionários, entrevistas e gravações em áudio que comporão o processo de geração dos dados. Ressalto que o material gerado neste estudo será tratado de forma anônima e confidencial, isto é, em nenhum momento será divulgado o nome da escola e dos estudantes participantes da pesquisa. Quando for necessário exemplificar determinada situação, a privacidade dos participantes será assegurada uma vez que mantereirei o nome dos alunos em segredo. Os dados coletados serão utilizados apenas NESTA pesquisa e os resultados serão publicados em eventos e/ou revistas científicas.

A participação é voluntária. A qualquer momento você pode desistir de autorizar a participação do estudante e pedir para retirar o seu consentimento, seja antes ou depois da

coleta de dados, independentemente do motivo e sem nenhum prejuízo ao estudante. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

A sua participação no estudo não traz riscos e nem complicações legais. O benefício será a contribuição da pesquisa para fortalecer o campo de estudos científicos que trata sobre o ensino de Física, particularmente sobre a abordagem da modelagem científica. O estudante não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço da pesquisadora, podendo tirar suas dúvidas sobre a pesquisa e sobre a sua participação, agora ou a qualquer momento.

Após estes esclarecimentos, solicito abaixo o seu consentimento de forma livre para autorizar a participar do estudante nesta pesquisa.

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Tendo compreendido a temática, os objetivos, a forma como será desenvolvida a pesquisa, a minha colaboração no estudo, e estando consciente dos riscos e dos benefícios que a participação do estudante implica, concordo em autorizar a participação do estudante na pesquisa e para isso eu dou o meu consentimento livre e esclarecido.

Crato, Junho de 2017

NOME COMPLETO DO(A) DIRETOR(A)/ COORDENADOR(A)/ PAI OU MÃE

JONIO VIEIRA DE SOUSA
Pesquisador

Assinatura do pesquisador

CONTATOS DO (A) PESQUISADOR (A):

ENDEREÇO:
TELEFONE:
CELULAR:
E-MAIL:

APÊNDICE B

QUESTIONÁRIO PRÉVIO SÓCIO- EDUCACIONAL

Instrumento para coleta de dados - Data da coleta: ___ / ___ /2017

1. IDENTIFICAÇÃO

- Nome: _____ ()Fem ()Mas
- Idade: _____ Cidade que nasceu: _____ Ano escolar: _____ ano
- Caso não tenha nascido no Crato-CE, a partir de quando passou a morar na cidade do Crato-CE ___/___/_____.

2. ASPECTOS FAMILIAR

- Quantas pessoas residem em sua casa? _____
- Você mora com quem? _____

Listar os parentes que residem na mesma casa

| Nome | Grau de parentesco | Escolaridade |
|------|--------------------|--------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

- Quantos cursam algum curso superior? _____
- Quem trabalha na sua casa? _____
- Quem recebe aposentadoria? _____
- Quem recebe bolsa ou outro auxílio? _____
- Estime a quantidade de salários mínimos da sua família.

- Quem ler (livro, revista, etc)? _____
Caso sim: Isto acontece? () diariamente () eventualmente
- Quem assiste o telejornal? _____
Caso sim: Isto acontece? () diariamente () eventualmente

3. PARTICIPAÇÃO NA VIDA ESCOLAR

- Alguém o obriga a ir à escola? () não () sim
Isto acontece: () diariamente () eventualmente
- SE SIM, quem o obriga e por quê? _____

- Na sua opinião a pessoa que estuda (faz cursos profissional ou superior) tem assegurado um bom emprego/trabalho?
() Sim () Não _____
- Quem compra algum material escolar ou livro/revista, para você, relacionados com a escola?

- Sua família sabe do seu período de provas? Como reagem quando recebem suas notas?

4. MOTIVAÇÃO PARA ESTUDAR

- Você sempre estudou em escola pública? () Sim () Não
- O que te motiva a estudar? A ir para escola? _____

- Alguém incentiva você a ir para a escolar? Quem? _____
- Alguém na sua casa incentiva você a estudar em casa? _____
- Você tem interesse em ler? (em caso positivo, indique o tipo de matéria ou assunto que você gosta de ler) _____

- O que considera importante para que uma pessoa desenvolva o hábito da leitura? _____

- Alguém na sua casa costuma estudar? () sim () não () raramente
- O que você mais gosta em seus professores? _____ E
o que não gosta? _____
- Existe alguma disciplina que você mais gosta? _____
Motivo: _____
Gosta do professor desta disciplina? _____
- Que sugestão você faria para melhorar sua permanência na escola e melhorar os entendimentos dos conteúdos das disciplinas?

5. PERSPECTIVA DE FUTURO

- Que planos você tem para o seu futuro?

- Considera que a escola possa fazer com que a pessoa tenha um trabalho melhor?
() sim () não. Explicação: _____
- Como sua família o incentiva para o trabalho? _____
- Você tem interesse em ingressar na Universidade () sim () não
Explique: _____
- Que carreira quer seguir? _____

6. AVALIAÇÃO DA ESCOLA

- Quais os defeitos e qualidades da sua escola?

| DEFEITOS | QUALIDADES |
|----------|------------|
| | |

- Se pudesse mudar algo em seus professores o que seria?

- Dentre as matérias que estuda, na escola, qual é a que você considera a mais importante?
_____ Indique o motivo _____
- Como os colegas de salas ajudam/atrapalham na sua aprendizagem? _____

7. O ENSINO DE FÍSICA

- Como avalia o ensino de física? () fácil () razoável () Difícil
O que torna a física _____?(fácil/razoável/difícil)

- Você percebe que a Física:
() tem assuntos que mantêm uma estreita relação com o dia a dia. Indicar em que aspectos:

() não tem qualquer relação com o dia a dia.
- Para você, existe algum aspecto que dificulta a aprendizagem da Física? _____

- Qual é sua atitude durante a aula de física?
() Fica atento a explicação do professor, durante toda a aula.
() Começa a ficar atento e depois, vendo que não compreende, não presta mais atenção.
() Nunca presta atenção a explicação do professor de Física.
() _____
- É correto afirmar que, certos aspectos dos fenômenos físicos, podem ser explicados sem a matemática?
() Não () Sim
- A que você atribui a grande dificuldade em aprender Física?
() muito cálculo, ou seja, contas. () muita palavra esquisita () Tem que ler muita coisa.
() _____

Autorizo a publicação das informações acima, preservando o meu nome, em artigo científico.

Pesquisado: _____

Pesquisador: _____

APÊNDICE C

PRÉ-TESTE – QUESTIONÁRIO TÉCNICO PRÉVIO Instrumento de coleta de dados. Data da coleta: ___ / ___ /2017

1. Investigar a relevância do conceito eletricidade do ponto de vista social para alunos e alunas participantes do minicurso, analisando algum caráter sócio-econômico do público.

PERGUNTAS:

1.1 A eletricidade está presente em nossas vidas todos os dias. Cite quais aparelhos elétricos você utiliza diariamente.

1.2 Sabendo da enorme necessidade de termos eletricidade em nossas residências, como e onde, você acha que a eletricidade pode ser produzida?

1.3 Você está em sala de aula em um dia normal. Ao terminar a aula você percebe que não conseguiu aprender nada. Todos os dias de aula dessa disciplina o mesmo acontece. Como você se sente em relação a essa situação? Você acha que essa situação pode afetar sua vida de alguma forma? Explique.

2. Identificando a habilidade técnica dos participantes em relação algumas grandezas e unidades necessárias.

PERGUNTAS:

2.1 Dentre as grandezas estudadas na física marque abaixo aquela, ou aquelas, que você já estudou?

- a. () corrente elétrica – i
- b. () diferença de potencial elétrica (ddp) ou tensão elétrica – U
- c. () resistência elétrica – R
- d. () potência elétrica – P
- e. () trabalho – T

2.2 Caso você tenha identificado alguma grandeza acima (no item 2.1) associe nos parênteses abaixo as letras correspondentes as unidades de medidas dessas grandezas:

- () volt _ V
- () ohm _ Ω
- () watt _ W
- () joule _ J
- () ampere _ A

2.3 No Sistema Internacional de Unidades (S.I.) a grandeza corrente elétrica tem como unidade padrão:

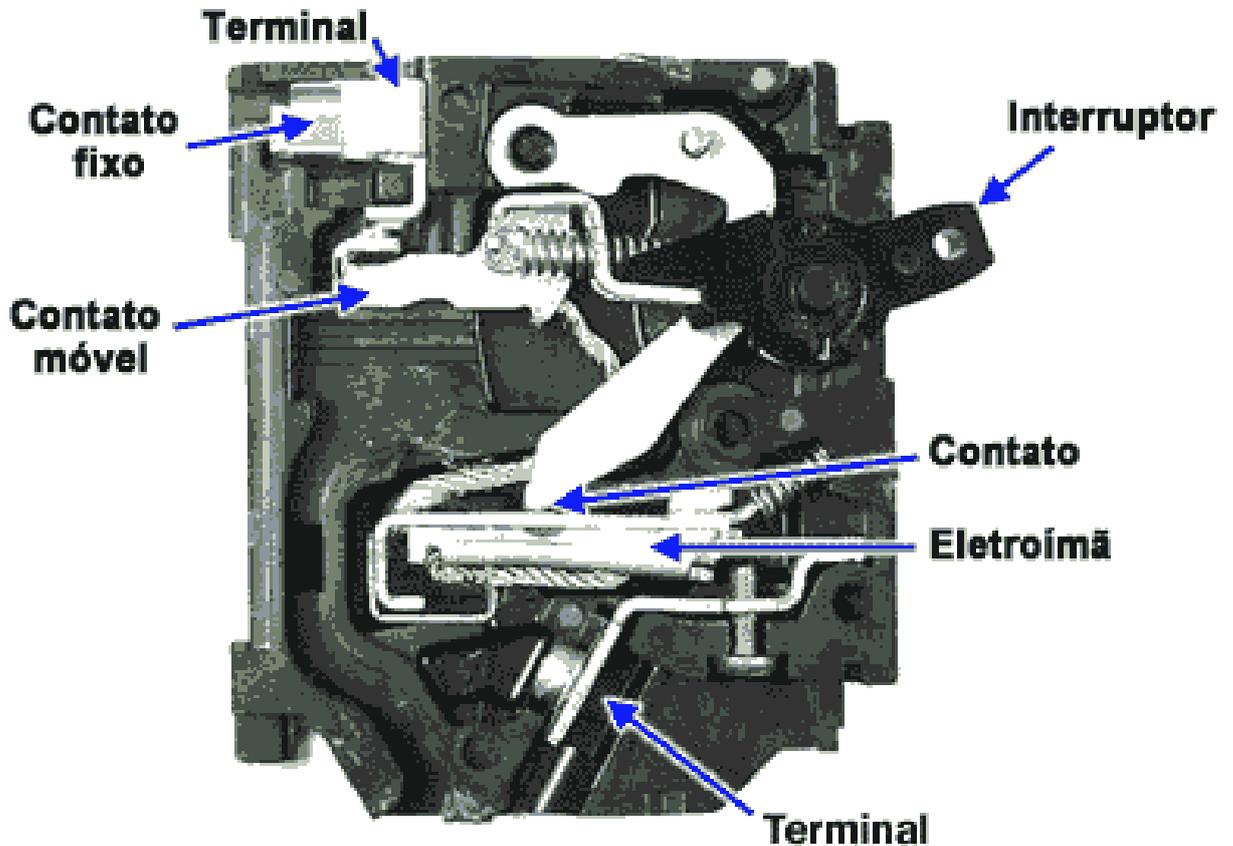
- a) metro b) watt c) joule d) ampère e) volt

2.4 A unidade de medida para cobrança da nossa energia elétrica, pela COELCE, é dada em kWh. Nessa unidade o k (quilo) e a h(hora) representam respectivamente em watt e segundos:

- a) 10^4 W e 3×10^2 s b) 10^3 W e 36×10^2 s
c) 10^3 W e 3×10^4 s d) 10^0 W e 36×10^3 s
e) 10^5 W e 3×10^2 s

2.5 O disjuntor é um dispositivo encontrado nas residências e dentre suas funções está a de proteger nossos equipamentos elétricos. Você é capaz de dizer qual a grandeza, a unidade de medida e a intensidade do disjuntor de sua casa?

© 2002 HowStuffWorks



APÊNDICE D

PÓS-TESTE – QUESTIONÁRIO TÉCNICO PÓS APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Instrumento de coleta de dados. Data da coleta: ____ / ____ /2017

ENTREVISTA SEMI ESTRUTURADA PERGUNTAS BASES:

1. Em sua opinião qual a importância do seu conhecimento sobre energia elétrica para sua comunidade?
2. Você teve a oportunidade de participar de aulas sobre o conhecimento de eletricidade durante esses três dias de encontro. Em sua opinião qual a importância desse conhecimento para sua vida de estudante?
3. Comparando seu entendimento sobre eletricidade antes e depois do estudo aqui realizado, qual ponto mais importante você poderia comentar?
4. Para as empresas que trabalham economicamente com algum ramo de eletricidade, em sua opinião, é importante terem no seu quadro de funcionários profissionais com conhecimento básico de ensino médio sobre energia elétrica? Por quê?
5. Você indicaria esse estudo para outros estudantes da sua escola?
6. O que você poderia comentar sobre algum colega seu de sala de aula que não pode participar desse encontro? Qual sua análise sobre o desenvolvimento do aprendizado de tais colegas?
7. Como você analisa uma pessoa de sua comunidade que não apresenta nenhum conhecimento sobre como é cobrada a taxa de energia elétrica de sua própria residência?
8. Como você analisa uma pessoa de sua comunidade que não apresenta nenhum conhecimento sobre como é cobrada a taxa de iluminação pública?
9. Caso você fosse convidado a organizar um grupo de estudos com seus vizinhos desprovidos do saber sobre o assunto de eletricidade, como organizaria os grupos?
10. No seu entendimento qual ou quais das disciplinas que você estuda na escola apresentam relação com o estudo aqui realizado? Comente por que.
11. Quais dificuldades você poderia dizer que encontrou para tentar aprender os conceitos físicos aqui desenvolvidos?
12. O que seus pais e/ou responsáveis comentaram sobre sua participação nesse estudo escolar?
13. Qual sua avaliação sobre seu desempenho nessa atividade de estudos?
14. Você acha que os conhecimentos por você adquiridos nesse curso poderá a vir lhe ser útil no futuro? Der sua resposta com comentários sobre o que você acha.

APÊNDICE E

PRODUTO EDUCACIONAL (Caderno Pedagógico para apoiar aulas de Física)

Caderno Pedagógico para apoiar aulas de Física



Uma Placa de Teste para o estudo de Eletricidade por meio de um ensino dialógico e problematizador

Jonio Vieira de Sousa

Produto Educacional produzido para Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Regional do Cariri (URCA) no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários em Ensino de Física.

Orientador: Dr. Alexandre Magno Rodrigues Teixeira
Coorientador: Dr. Claudio Rejane da Silva Dantas

Juazeiro do Norte, CE, 2019

Sumário

| | |
|---|-----------|
| Apresentação..... | 66 |
| Introdução..... | 67 |
| | |
| Entendendo um pouco a perspectiva de educação libertadora defendida por Paulo Freire..... | 68 |
| | |
| Proposta de Construção de uma Placa de Testes para o estudo da eletricidade..... | 70 |
| | |
| Uma sequência de ensino baseada em Paulo Freire para apoiar o estudo de eletricidade de uma maneira mais crítico/problematizador considerando o uso da Placa de Teste..... | 73 |
| Uma breve descrição de uma experiência de ensino em uma escola pública de tempo integral considerando a proposta de estudo de eletricidade com a Placa de Teste..... | 79 |
| Considerações finais..... | 82 |
| Referências..... | 83 |

Apresentação

Caro Professor ou Professora,

Este caderno pedagógico pretende oferecer uma alternativa de ensino do assunto sobre eletricidade para estudantes do ensino médio através de uma abordagem experimental. Apresentamos como recurso uma placa de teste construída com materiais de baixo custo. A ideia é tentar motivar os estudantes para discutirem conceitos pertinentes a área da eletricidade de forma mais atrativa e conectada com o cotidiano deles.

Oferecemos uma proposta que também promova uma formação mais crítica dos estudantes principalmente em relação ao uso social da ciência. Por exemplo, que os estudantes possam refletir sobre os impactos da produção da energia elétrica para o meio ambiente, a necessidade da conscientização do consumo da energia elétrica, a cobrança comercial da taxa de iluminação. Assim a apresentação de conceitos sobre eletricidade pode ser estudado em um viés problematizador.

Professor, estamos diante de uma nova legislação educacional, a Base Nacional Comum Curricular, para o ensino fundamental e médio. Esta lei estabelece e orienta um ensino voltado para valorização da investigação científica pelos estudantes e fornece diversas competências e habilidades necessárias para formação. Uma dessas competências é que seja possível no processo instrucional que se desenvolva a curiosidade intelectual e promova no ensino de ciências o processo de investigação, reflexão, análise crítica, etc. Fundamentado nesta regulamentação propomos esta estratégia de ensino para o estudo da eletricidade de uma forma que transponha aspectos unicamente cognitivos, mas que considere aspectos sociais.

Introdução

É consenso na literatura acadêmica em educação em ciência que é preciso esforços educacionais para garantir a formação científica crítica da população em geral. Desta forma um dos objetivos cruciais da educação científica na complexa e dinâmica sociedade atual é não somente a formação de cientistas, mas a preparação de cidadãos que sejam capazes de poder participar ativamente e criticamente das tomadas de decisões em volta de problemas sócio-científicos e sócio-tecnológicos que permeiam o cotidiano de todos (GIL-PÉREZ; CARVALHO; VILCHES, 2011).

Por isso pretendemos, professor(a), oferecer uma proposta de ensino do estudo da eletricidade levando em consideração uma formação mais crítica e reflexiva dos estudantes. A proposta consiste na elaboração de uma Placa de Teste que possa apoiar, de forma prática, o entendimento dos estudantes sobre aspectos conceituais da eletricidade e os impactos deste conhecimento no funcionamento de aparelhos elétricos que convivemos (liquidificador, lâmpadas, televisão, celulares, etc).

Prezado Professor (a) a presente proposta foi desenvolvida e aplicada em uma turma do ensino médio de uma escola pública integral da cidade do Crato, CE. A experiência revela que os estudantes já possuem certos conhecimentos anteriores sobre a eletricidade, conhecimentos estes adquiridos em seu cotidiano, mas que carecem de um aprofundamento teórico científico. Com o uso da Placa de Teste os estudantes puderam realizar práticas onde tentavam o funcionamento de aparelhos elétricos. Todos os estudantes foram bem receptivos a proposta trabalhada.

Professor, para um apoio teórico para o despertar de uma aprendizagem mais dialógica na relação professor – aluno escolhemos as ideias do educador Paulo Freire. Este critica a concepção bancária da educação em que considera um ensino onde somente o professor é o detentor do conhecimento inquestionável e os estudantes receptores passivos neste processo. Iremos discutir brevemente neste caderno pedagógico outros aspectos teóricos da educação libertadora defendida por Freire.

O texto está estruturado da seguinte forma: no capítulo II apresentamos alguns aspectos teóricos do pensamento de Paulo Freire sobre a perspectiva libertadora de educação; no capítulo III descrevemos a estruturação do aparato experimental para confecção da Placa de Teste e um proposta de sequência de ensino para apoiar planejamento de aulas de física; no capítulo IV descrevemos um breve relato de experiência que resultou da aplicação desta proposta para estudantes do ensino médio de uma escola pública; no capítulo V apresentamos algumas considerações.

Entendendo um pouco a perspectiva de educação libertadora defendida por Paulo Freire

Paulo Freire defende um método de aprendizagem em que os indivíduos possam desenvolver uma conscientização do mundo. Conscientização esta que, segundo ele, deve surgir do mundo vivido, objetivando-o e tendo uma compreensão como projeto humano. Ele nos ensina que o processo de alfabetização não pode ser pensado como uma forma de repetição de palavras, mas que é imprescindível que o educando possa aprender a dizer a sua palavra. Ele critica o ensino tradicional, em que esta procura ensinar e a ler as palavras ditas e ditadas como uma maneira de mistificar a consciência (FREIRE, 2005).

Professor(a) a ideia de “*concepção bancária da educação*”, de acordo com Freire(2005), é quando o papel do professor é encher a cabeça dos educandos dos conteúdos de sua narração (onde somente o professor fala e é o possuidor da verdade enquanto resta para os estudantes ouvir e assimilar mecanicamente). Ele afirma que neste modelo de ensino o conteúdo representa um recorte (um retalho) fragmentado da realidade que está desconectado da totalidade que poderia ter mais significação para os educandos (interpretamos então que ele faz uma crítica a especialização disciplinar entendendo a realidade expressa pelo currículo de forma compartimentado) (FREIRE, 2005).

Freire (2005) defende, para superação de uma prática de ensino baseado na concepção bancária, que seja possível o desenvolvimento de uma “*educação libertadora*”, ou seja, que seja problematizadora e dialógica (para ele a prática de uma concepção bancária elimina a dialogicidade, ou seja, é antidialógica). Ele afirma que pensar uma educação libertadora necessariamente não pode ser um ato de depositar, ou de transferir conhecimentos e valores aos estudantes, mas deve ser um *ato cognoscente*. Neste, segundo ele, é preciso romper com a contradição professor/aluno, o que ele chama de *situação gnosiológica*, ou seja, ele diz que o objeto cognoscível em vez de ser o final do ato cognoscente do estudante deve ser o mediatizador de sujeitos cognoscentes (entendemos que Paulo Freire defende que deve existir o processo de diálogo entre o professor e o aluno como elemento imprescindível e indispensável ao que chama de cognoscibilidade dos sujeitos cognoscentes em volta do mesmo objeto cognoscível, ou seja, da problematização do conteúdo curricular para fins de transformação da realidade complexa). Para Freire (2005) o ato cognoscível deve promover a mediação da reflexão crítica tanto do professor como também do estudante.

Freire (2005, p. 80) diz que enquanto a prática bancária pode gerar uma anestesia que inibi toda capacidade criadora dos estudantes a educação problematizadora, que ele defende, educação mais reflexiva pode provocar o “desvelamento da realidade”. Para ele a educação bancária tem como objetivo a manutenção da imersão e a educação problematizadora busca a emersão das consciências resultando a inserção crítica na realidade.

Paulo Freire defende que seja possível o desenvolvimento de um ensino que vise uma prática problematizadora e dialógico. Para ele a dialogicidade deve começar no questionamento em torno do que se vai dialogar (interpretamos que é sobre a escolha dos conteúdos).

Assim, professor(a), em nossa interpretação a leitura de Paulo Freire, a prática libertadora é iniciada na escolha do conteúdo programático da educação. Para ele este é um momento em que se desenvolve uma investigação que define como sendo o *universo temático* do povo, ou mesmo, os *temas geradores* (compreendido por Paulo Freire como temática significativa). Nesta lógica, para ele, um ensino que valorize a investigação dialógica, a partir da apreensão dos temas geradores, poderá despertar a tomada de consciência dos estudantes em torno destes temas. Freire (2005) diz que os temas geradores são: “*temas de caráter universal, contido na unidade epocal mais ampla, que abarca toda uma gama de unidades e subunidades, continentais, regionais, nacionais etc., diversificadas entre si (...)*” (ibid., p.109).

Freire (2005) ressalta que na procura de uma temática significativa é preciso que exista uma preocupação para a problematização dos temas (vinculação dos temas com outros considerando o caráter histórico e cultural). Neste processo na perspectiva da educação libertadora o conteúdo programático não são mais determinações impostas aos estudantes, mas deve emergir deles em um processo dialógico com o educador. Processo este que pode estimular a reflexão de seus anseios e esperanças, sendo a investigação temática como a base do processo educativo (FREIRE, 2005).

Na sequência propomos orientações para a confecção do aparato experimental, a Placa de Teste, assim como uma sugestão de uma sequência de ensino para auxiliar o planejamento de aulas de ciências.

Proposta de Construção de uma Placa de Testes para o estudo da eletricidade

Propomos a construção de uma Placa de Testes utilizando vários componentes eletrônicos de baixo custo. Estes componentes são montados em uma Placa de Acrílico que possui tamanhos de 33 cm x 22cm e espessura de 1mm. Na tabela abaixo listamos os principais componentes considerados com uma estimativa de preços para obtenção no mercado:

Tabela01: Lista de componentes eletrônicos para elaboração de uma Placa de Teste

| DESCRIÇÃO | QUANTIDADE | Custo R\$ (und) | TOTAL (R\$) |
|-----------------------------------|------------|-----------------|-------------|
| Plugs-banana | 8 | 3,00 | 24,00 |
| FIO 0,5mm | 10m | 0,50 (metro) | 5,00 |
| Plug knob | 20 | 2,50 | 50,00 |
| Lâmpada halogênio 200W | 1 | 12,00 | 12,00 |
| Interruptor liga-desliga | 1 | 3,00 | 3,00 |
| Cabo de força | 1 | 10,00 | 10,00 |
| LED | 2 | 1,00 | 2,00 |
| Base de madeira pinho | 1 | | 40,00 |
| Disjuntor | 1 | 7,50 | 7,50 |
| Placa de Acrílico 1m ² | 1 | 90,00 | 90,00 |
| AUXILIO TÉCNICO | 2 | 100,00 | 200,00 |
| | | Custo total | 443,50 |

É importante dizer que os materiais fios, disjuntor, interruptor liga-desliga, tomada e o cabo de força foram adquiridos em uma sucata eletrônica da cidade do Crato fornecida gratuitamente.

Professor(a) é importante caso seja possível consultar a ajudar de um técnico em eletrônica para orientar o processo de instalação. A determinação da construção da placa pode ser feita a partir de análise da quantidade de itens que inserimos na placa de acrílico. As dimensões para o corte da placa de acrílico foi planejada para ser de 33 cm x 22 cm (produto acabado). Sugerimos que possa procurar este material para confecção da placa no mercado de itens elétricos de sua cidade. Às vezes será preciso realizar um corte na placa (este corte pode ser feito com laser ou uma esmerilhadeira de corte para azulejos).

Após analisar as dimensões dos componentes a serem inseridos na placa, sugerimos que se realize o layout das peças para iniciar, com auxílio de uma furadeira, a colocação das peças.

Consideramos importante uma atenção para as dimensões da broca a ser utilizada na furadeira, pois corre o risco de danificar com rachaduras quando a placa tiver pequena espessura, ou seja, cerca de 1mm (a orientação é colocar broca específica fina para tal dimensão). Recomendamos o início da perfuração, somente, após desenhar com pincel todo o layout na placa (observando os devidos espaçamentos entre todos os componentes a serem colocados). Para realização das marcações na placa pode ser usada uma régua comum de 20 cm para as marcações.

As ligações dos fios na placa devem ser realizadas com máximo cuidado. Sugerimos iniciar as ligações inicialmente pelo cabo de força que interliga a entrada do disjuntor e um plug do neutro. Recomendamos inserir na saída do disjuntor um resistor de 150k Ω . Este componente serve como um dispositivo de segurança para o operador da placa, evitando assim uma corrente excessiva de circulação nos componentes que pode causar danos. Este processo deve ser feito também com Diodos Emissores de Luz, também conhecido pela sigla em inglês LEDs (Light Emitting Diodes).

O disjuntor é uma peça muito importante na placa, pois ele evita possíveis acidentes dado o manuseio sem qualificação especializada. Os LEDs inseridos em série indicam quando a corrente elétrica está ativa no circuito facilitando, por conseguinte as operações do usuário. Uma imagem da Placa de Tete montada pode ser vista na figura 01 abaixo:

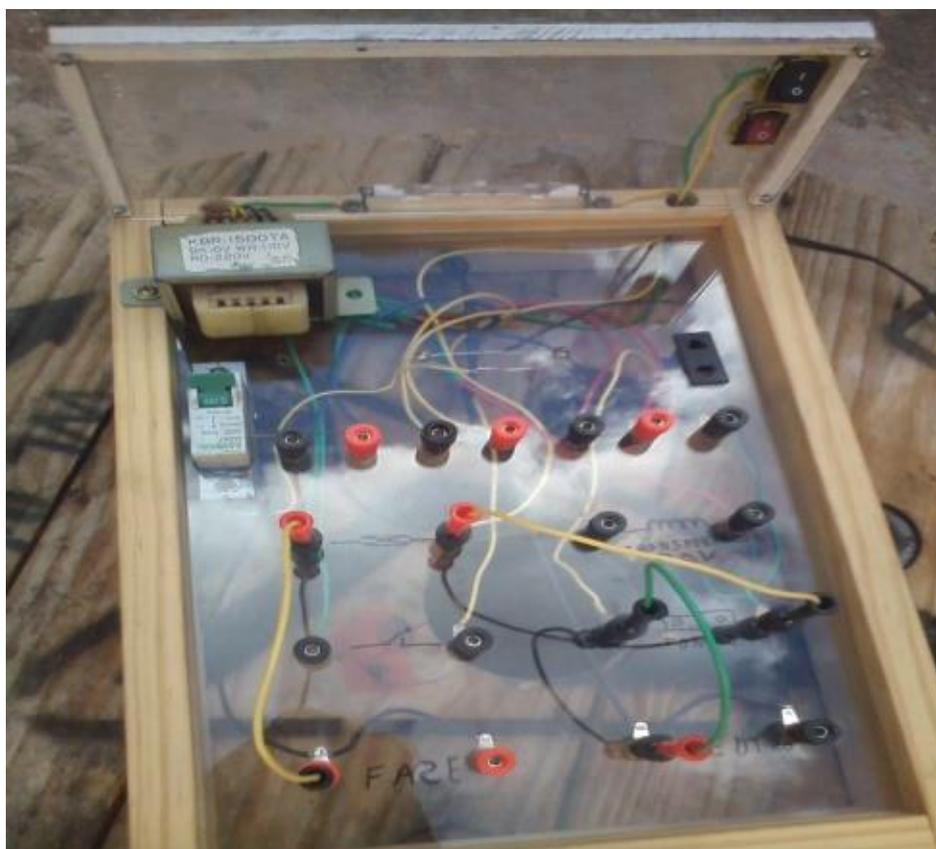


Figura 01: Placa de Teste montada com todos os componentes no circuito

Professor(a) após estas orientações para construção da Placa de Teste também estamos propomos uma sequência de ensino que considere esta estratégia experimental para o estudo da eletricidade de uma forma prático e problematizadora. Esta sequência pode ser conferida no tópico a seguir.

Uma sequência de ensino baseada em Paulo Freire para apoiar o estudo de eletricidade de uma maneira mais crítico/problematizador considerando o uso da Placa de Teste

Professor(a) abaixo segue uma sugestão de uma sequência de ensino para possível consideração desta proposta em suas aulas de ciência. É importante dizer que esta sequência jamais deve ser considerada como etapas fixas e determinada podendo sofrer adaptações e mudanças necessárias de acordo com a realidade escolar que atua.

Etapa I: Exploração dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre eletricidade e aplicação de um vídeo (1ª aula) 100 min

Nesta etapa sugerimos que o professor tente investigar palavras e temas mais significativos da vida dos estudantes. Nesta ocasião pode-se aplicar um questionário para explorar informações do contexto de vida dos estudantes;

- aspectos familiares;
- informações sobre formação e percurso escolar;
- perspectivas para o futuro;
- opiniões sobre a disciplina de física;
- motivações para estudar;
- opiniões sobre a escola;
- dificuldades de aprendizagem etc.).

Também nesta etapa sugerimos que o professor explore alguns aspectos conceituais da física escolar particularmente sobre eletricidade:

- a presença da eletricidade em suas vidas;
- como é gerada a eletricidade;
- conhecimentos sobre grandezas físicas (por exemplo, corrente elétrica, diferença de potencial, resistência elétrica, potência elétrica, trabalho, unidades de medidas dessas grandezas, o cálculo da taxa de cobrança da energia elétrica usada em suas casas.

Essa etapa foi inspirada nas ideias de Freire (1984) que valoriza o processo dialógico. Ele defende a existência humana de interação dialógica, se possível informalmente com o público participante. Ele orienta que se possam identificar as expectativas dos estudantes, no tocante aos conhecimentos que os mesmos desejam e tem disposição de adquirir com as aulas.

Professor (a), Paulo Freire nos ensina que é importante no processo de ensino considerar os saberes dos educandos valorizando as opiniões dos mesmos e sua linguagem cotidiana na pretensão de facilitação de suas aprendizagens. É sugerido formar grupos de diálogos na sala de aula para valorizar a interação entre os participantes.

A ideia é busca realizar um processo de “escuta” aos estudantes mantendo um caráter investigativo de suas realidades. Esta conversa é articulada para reduzir as limitações das opiniões dadas por eles registradas como respostas nos questionários prévios. Desta forma sugerimos ouvir melhor os estudantes principalmente para investigarmos a opinião deles inerente a motivação e interesse para estudar conhecimentos da Física.

Etapa II: Processo de “tematização” na acepção de Paulo Freire (2º aula)

Etapa em que se deve explicar a todos os estudantes os principais objetivos esperados das aulas diretamente ligados às expectativas de aprendizado de conhecimentos técnicos dos participantes. Nesse momento didático é sugerida a apresentação da placa de teste aos discentes, utilizando-a para questioná-los e incitá-los sobre os principais conceitos de física que podem ser discutidos com o aparato, por exemplo, tensão elétrica, corrente elétrica, potência, resistência elétrica. Os conceitos devem ser discutidos sempre associados com situações por eles vivenciadas no dia a dia de sua comunidade.

Como estratégia, neste encontro, também sugerimos a utilização, como apoio didático duas ferramentas tecnológicas: um computador Portátil e uma data show, para apresentação em Power point a placa teste. Também sugerimos o uso do software livewire que também pode ser usado para projetar e simular circuitos eletrônicos. Aspecto configurativo deste software pode ser conferido na figura 02 abaixo.

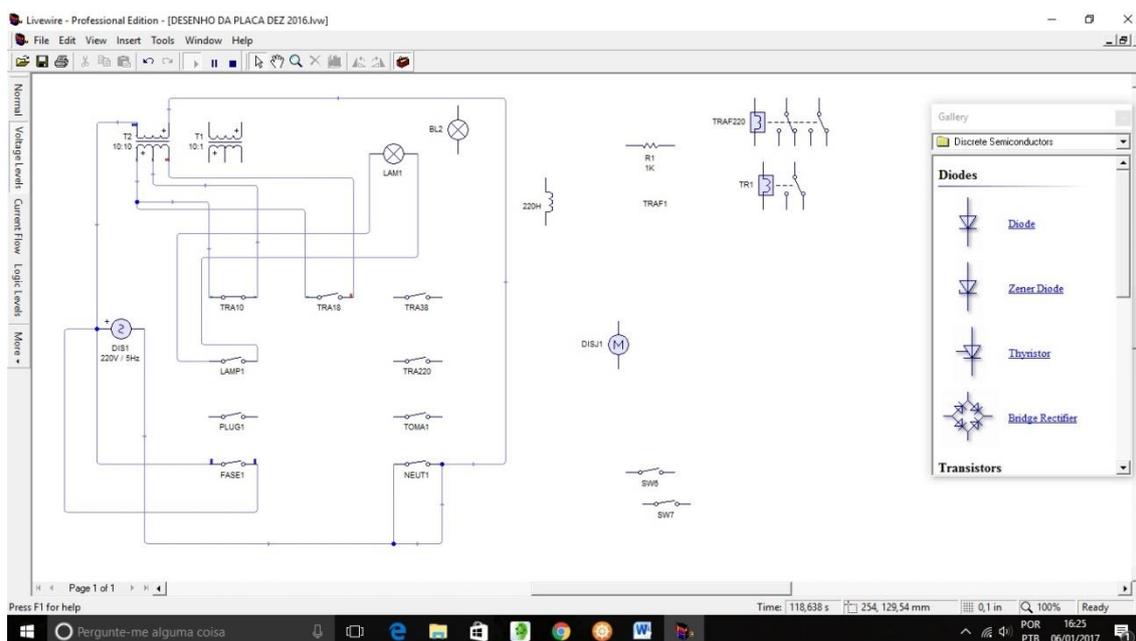


Figura02: Imagem do ambiente do software livewire usado para simulação de circuitos eletrônicos (Fonte: <https://www.new-wave-concepts.com/ed/livewire.html>. Acesso em 29 de Janeiro de 2019).

Com este software os estudantes tem a oportunidade de manipularem a construção de circuitos eletrônicos tarefa fundamental para auxiliar no uso da Placa de Teste.

3.5.3 Etapa III: A perspectiva da problematização na visão de Paulo Freire, a busca de artefatos tecnológicos do cotidiano para explorar física (2ª aula)

Freire (2012) afirma que para a construção do conhecimento precisa existir o caráter dialógico como ponto de partida. Pensando o conceito de “problematização” temática, inspiração da teoria freiriana, acreditamos e defendemos que, como educadores críticos, devemos instigar os alunos para a reflexão do aprendizado a partir de exemplos concretos e regionalizados buscando despertar o senso crítico social, motivando-os para entenderem que é possível que possam participar do universo do conhecimento da física em benefício pessoal e coletivo.

Nesta ação problematizadora precisamos, como professor orientador, ter astúcia para não abrir demais o leque de assuntos das grandezas físicas envolvidas, ficando restritas aquelas escolhidas como objetivos específicos do aprendizado (assuntos de eletricidade). Todavia, caso o coletivo questione algum fenômeno físico nesse instante com certa unanimidade, tal questionamento deve ser à base do tema coletivo a ser trabalho daí em diante.

Etapa IV: Procedimento prático – a utilização da Placa de Teste (3ª aula)

Esta etapa é estruturada para acontecer em três frentes de trabalho:

- I. Iniciar o procedimento técnico propriamente dito instruindo os participantes no manuseio com multímetro disponível em sua escola (digital e analógico). Enfatizar e relacionar o processo econômico e social da confecção de tal aparelho na sociedade onde vivem (testes em lâmpadas fluorescentes; questão sobre o uso de fornos de micro-ondas sem o conhecimento dos riscos das ondas eletromagnéticas; perigos do uso exagerado do celular no corpo).
- II. Realização de alguns testes de tensão e resistência elétrica utilizando o produto educacional (investigando o envolvimento e motivação dos participantes).

Professor (a) recomendamos a consulta e leituras discursivas sobre explicações conceituais da eletricidade presentes no livro de Física 3 – eletromagnetismo do GREF (grupo de reelaboração do ensino de física). Sugerimos o uso do recurso de Data-Show da escola para apresentar figuras das explicações da física descrita por este livro.

- III. Promover montagens experimentais usando a Placa de Teste.

Utilização da Placa de Teste para exploração de aspectos físicos envolvidos em aparelhos tecnológicos do dia-a-dia (4º aula)

Nesta etapa deve ocorrer a realização de práticas experimentais usando a Placa de Teste considerando o uso de aparelhos elétricos sugeridos pelos próprios estudantes. Possibilidade esta onde eles poderão refletir sobre “como funciona” dispositivos, equipamentos e aparelhos eletrônicos que estão em sua volta.

Por exemplo, pode-se sugerir a análise do funcionamento, com auxílio da placa, de motores de ventiladores portátil da própria escola. Os próprios alunos devem ser instruídos a montarem o circuito em série na placa de testes para modelarem o funcionamento do ventilador.

Realização de uma entrevista, uma “escuta” aos estudantes sobre a experiência vivenciada (5º aula)

Etapa usada para exploração das opiniões dos estudantes sobre a participação na proposta. Como recurso instrumental de coleta de dados consideramos a entrevista semiestruturada. A entrevista pode ser realizada a partir da organização de várias perguntas relacionadas a experiência vivida, sugerimos as seguintes:

1. *Em sua opinião qual a importância do seu conhecimento sobre energia elétrica para sua comunidade?*
2. *Você teve a oportunidade de participar de aulas sobre o conhecimento de eletricidade durante esses três dias de encontro. Em sua opinião qual a importância desse conhecimento para sua vida de estudante?*
3. *Comparando seu entendimento sobre eletricidade antes e depois do estudo aqui realizado, qual ponto mais importante você poderia comentar?*
4. *Para as empresas que trabalham economicamente com algum ramo de eletricidade, em sua opinião, é importante terem no seu quadro de funcionários profissionais com conhecimento básico de ensino médio sobre energia elétrica? Por quê?*
5. *Você indicaria esse estudo para outros estudantes da sua escola?*
6. *O que você poderia comentar sobre algum colega seu de sala de aula que não pode participar desse encontro? Qual sua análise sobre o desenvolvimento do aprendizado de tais colegas?*
7. *Como você analisa uma pessoa de sua comunidade que não apresenta nenhum conhecimento sobre como é cobrada a taxa de energia elétrica de sua própria residência?*
8. *Como você analisa uma pessoa de sua comunidade que não apresenta nenhum conhecimento sobre como é cobrada a taxa de iluminação pública?*
9. *Caso você fosse convidado a organizar um grupo de estudos com seus vizinhos desprovidos do saber sobre o assunto de eletricidade, como organizaria os grupos?*
10. *No seu entendimento qual ou quais das disciplinas que você estuda na escola apresentam relação com o estudo aqui realizado? Comente por que.*
11. *Quais dificuldades você poderia dizer que encontrou para tentar aprender os conceitos físicos aqui desenvolvidos?*
12. *O que seus pais e/ou responsáveis comentaram sobre sua participação nesse estudo escolar?*
13. *Qual sua avaliação sobre seu desempenho nessa atividade de estudos?*
14. *Você acha que os conhecimentos por você adquiridos nesse curso poderá a vir lhe ser útil no futuro? Der sua resposta com comentários sobre o que você acha.*

Professor(a), devemos, ao elaborar a entrevista, estarmos atentos na linguagem utilizada, pois aqui necessitamos ter um vocabulário compreensível no universo dos alunos, assim como zelar por uma sequência de perguntas, em ordem de importância, no que diz respeito às análises de como o aluno agora adquiriu autonomia e criticidade sobre a eletricidade e o mundo em que ele está inserido.

Sintetizamos na tabela abaixo as etapas da sequência de ensino, na perspectiva freiriana, apontando as principais ações. Lembrando que poderá sofrer ajustes a depender do contexto de cada realidade escolar.

Tabela: Síntese da organização de uma sequência de aulas para o estudo da eletricidade usando a proposta de uma Placa de Teste

| Etapa | Descrição | Ações interventivas | Tempo previsto |
|----------|--|--|----------------|
| Etapa I | Exploração dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre eletricidade e aplicação de um vídeo | - Aplicação de um questionário prévio para exploração dos conhecimentos preexistentes dos estudantes; | 1º aula |
| | | - Identificação das expectativas dos alunos acerca da Física; | |
| | | - Escuta aos alunos e respeito a sua linguagem de senso comum | |
| | | - Vídeo motivacional e problematização. | |
| | | - Formação de grupos de diálogos de interação professor-aluno e aluno-aluno. | |
| | | - Investigação das realidades dos alunos “ouvindo-os”. | |
| | | - Explicação sobre os principais objetivos esperados associados ao aprendizado de conhecimentos técnicos dos participantes. | |
| Etapa II | Processo de “tematização” na acepção de Paulo Freire | - apresentação da placa de teste aos discentes e apresentação de conceitos físicos a explorar (eg. resistência elétrica, potência, tensão, consumo de energia) | 2º aula |
| | | - Codificação e decodificação do conteúdo; | |
| | | - Estudos dos conceitos de eletricidade usando o livro didático adotado na escola e o Gref. | |
| | A perspectiva da | - Escuta aos alunos para falarem sobre conhecimentos de aspectos científicos que conhecem por trás do funcionamento de | |

| | | | |
|-----------|--|--|----------|
| Etapa III | problematização na visão de Paulo Freire, a busca de artefatos tecnológicos do cotidiano para explorar física | artefatos tecnológicos de seu cotidiano. | 2 ° aula |
| | | - Questionamentos sobre a evolução da sociedade e de sua comunidade frente ao desenvolvimento da eletricidade. | |
| | | - Problematização crítica da taxa de iluminação pública e possível gratuidade da energia elétrica para todos como sonhava Nikola Tesla. | |
| Etapa VI | Procedimento prático – a utilização da Placa de Teste | - Início dos procedimentos técnico instruindo os participantes no manuseio com multímetro (digital e analógico); | 3 aula |
| | | - Realização de alguns testes de tensão e resistência elétrica utilizando o produto educacional (Placa de Teste); | |
| | | - Promover distintas medições elétricas em pilhas, lâmpadas fluorescentes e starter, resistores com diferentes resistências, objetos presentes no Laboratório da própria escola. | |
| Etapa V | Utilização da Placa de Teste para exploração de aspectos físicos envolvidos em aparelhos tecnológicos do dia-a-dia | - elaboração de práticas experimentais usando a Placa de Teste pelos próprios alunos (funcionamento do motor de um ventilador). | 4 ° aula |
| Etapa VI | Realização de uma entrevista, uma “escuta” aos estudantes sobre a experiência vivenciada | - Escuta aos estudantes sobre a experiência de aula de eletricidade com abordagem experimental usando uma Placa de Teste. - Entrevista semi-estruturada. | 5 ° aula |

Fonte: Próprio autor

Uma breve descrição de uma experiência de ensino em uma escola pública de tempo integral considerando a proposta de estudo de eletricidade com a Placa de Teste

A experiência que contamos nesta parte foi desenvolvida em uma escola pública da cidade do Crato, CE. Nesta escola o autor atua lecionando a disciplina de física em turmas do ensino médio. A modalidade de escola é de tempo integral. As escolas que funcionam assim possuem o caráter de disciplinas eletivas, ou seja, uma temática escolhida pelo professor a ser apresentada em forma de curso para complementar a carga horária dos estudantes. Desta forma a proposta aqui discutida foi realizada como uma disciplina eletiva, na oportunidade 15 estudantes resolveram fazer o curso.

Logo na primeira aula, seguindo a sequência defendida neste caderno, buscamos conhecer um pouco o que os alunos sabiam sobre eletricidade. Buscamos explorar quais as concepções deles sobre os aparelhos elétricos que eles conheciam que faziam parte de seu meio e que eles usavam em seu dia-a-dia. Abaixo algumas respostas e depois uma breve interpretação:

Estudante FMSS: *Carregador; computador; roteador; televisão.*

Estudante WDSP: *Carregador; televisão; computador; lâmpada; micro-ondas;*

Estudante ACS: *Computador; carregador de celular; televisão; ventilador;*

Estudante YGBR: *Televisão; celular; computadores; luzes; Geladeira; automóveis;*

Estudante ISL: *Celular; chapinha; televisão.*

Estudante VMF: *Televisão; computador; ar-condicionado;*

Os resultados revelam que muitos dos aparelhos que estão presentes na vida dos alunos são comuns entre eles. O uso do computador e do carregador de celular são os equipamentos mais conhecidos e usados por esses jovens. Resgatamos o pensamento freiriano quando ele sugere que o professor possa valorizar o conhecimento e práticas cotidianas vivenciadas pelos educandos em prol do desenvolvimento de um ensino problematizador.

Refletimos que os estudantes apesar de terem o contato com aparelhos tecnológicos, em nossa opinião, carecem de uma formação técnica e científica elementar para um eficiente manuseio desses recursos. Por exemplo, em muitas de nossas observações percebemos que os alunos não possuem uma capacidade de exploração de seus celulares, pois não conseguem muitas vezes realizar configurações simples, uso do instrumento de comunicação email via celular, etc. Isto mostra o quanto é importante na formação em ciência valorizar os aspectos da ciência com as aplicações tecnológicas modernas que estão presentes intensamente no cotidiano dos estudantes.

Buscamos saber dos alunos suas opiniões sobre como a eletricidade (energia elétrica) era produzida, disponibilizamos alguns recortes de suas respostas: (ISR) *“É gerada nas usinas termelétricas, hidrelétricas, parques eólicos e usinas nucleares”*; (BRSO) *“Algumas através de recursos renováveis e não renováveis”*; (SWSS) *“Através de outros elementos da natureza”*; (CBES) *“Elas são fabricadas em grandes indústrias eólicas e vários tipos de energia”*; (VMF) *“Há várias formas de obtenção de energia como a eólica, termoelétrica; hidroelétrica, solar e de ondas.”*

As respostas da maioria dos alunos mostram que eles possuem conhecimentos básicos sobre a origem da produção da energia elétrica mesmo sem demonstrarem um aprofundado domínio científico. A energia gerada pelas hidrelétricas foi uma alternativa unanime de produção da energia elétrica. Nesta aula questionamos para que servia a queda da água em uma usina, e alguns estudantes disseram que era para gerar a energia sem maiores explicações. Interpretamos que os aspectos mais abstratos sobre a “indução eletromagnética” não era compreensível por eles.

É importante dizer que no momento de aplicação do questionário buscamos escutar os estudantes, sentimos interesse deles para participar da aula e o desejo de aprender. Baseado na filosofia de Freire é importante que o professor possa incentivar os estudantes para investirem no estudo, que o conhecimento é importante para o desenvolvimento de uma curiosidade crítica ou curiosidade epistemológica (não uma curiosidade ingênua) como aponta Paulo Freire.

Perguntamos aos estudantes sobre se era importante de alguma forma adquirirem conhecimentos sobre eletricidade para ajudar sua comunidade e seu dia-a-dia, vejamos algumas respostas fornecidas:

IACB: *“Caso aconteça algum problema na minha casa ou fora eu tendo alguma noção do que está acontecendo eu poderei ajudar com esse conhecimento e aprender este assunto com um eletricista (...).*

CBS: *“Para o caso de alguém precisar de alguma informação ou estiver passando por algum problema envolvendo a energia eu possa ajudar com o que aprendi na eletiva de física (...).”*

DANSB: *“Na minha opinião é muito importante o conhecimento sobre a energia elétrica, pois por motivos simples sempre chamamos um eletricista, tendo um pouco de conhecimento sobre eletricidade às vezes podemos resolver alguns problemas simples com facilidade”.*

Os estudantes dizem que necessitam de conhecimentos sobre eletricidade para ajuda-los em situações de seu cotidiano. A maioria tem a concepção técnica de que poderão resolver problemas elétricos em suas casas no entendimento de que poderão dispensar a ajuda de um especialista como um eletricista.

Os estudantes comentaram acerca da importância de todos saberem de que forma as empresas fazem para cobrar o consumo da energia elétrica e o que pensam sobre a falta deste conhecimento, disponibilizamos alguns recortes: *“uma pessoa sem noção poderá não saber por qual motivo ele paga sua energia e se o preço está realmente batendo com seu gasto mensal”* (BRSO); *“uma pessoa que está sem saber a consequência do preço da iluminação pública, pois as pessoas não sabem ao menos o que estão pagando”* (ISL); *“acho que ela deveria ir atrás desse conhecimento, pois é muito importante você saber ao menos saber como é cobrado à taxa de energia”* (CMOS)

Os estudantes demonstraram muito envolvimento e curiosidade nos momentos de utilização da placa de teste, como podemos perceber em algumas falas deles: *“com o uso desta placa pude saber se as coisas que usa energia estão prestando”* (DANSB); *“gostei de saber como a energia elétrica era transmitida para as tomadas”* (IDJF); *“o funcionamento da placa para fazer testes em equipamentos e saber seu estado.”* (FMSF); *“gostei muito de saber a parte de fazer teste para saber algum problema elétrico”* (WDSP).

Procuramos explorar as opiniões dos estudantes sobre a experiência vivida do estudo da eletricidade com o uso da placa de teste. Perguntamos aos estudantes o que acharam da intervenção realizada especificamente em relação aos conhecimentos adquiridos sobre eletricidade, selecionamos algumas respostas:

ISL: *“foi importante porque aprendi a entender o que existe sobre eletricidade”*.

CBS: *“(…) importante porque com a prática podemos nos aprofundar mais sobre o assunto e saber como realmente funciona”*.

DANST: *“com esse conhecimento prático eu pude entender alguma coisa sobre energia elétrica de uma forma mais simples”*

Observamos que todos os alunos aprovaram a experiência principalmente pelas aulas estarem fundamentada em uma abordagem experimental. A placa de teste serviu para eles compreenderem a formação de circuitos elétricos integrando aspectos teóricos e práticos. Ficou evidente o interesse dos estudantes para com a aula com o uso da estratégia proposta.

Considerações finais

Caro professor(a) esperamos que este caderno pedagógico possa de alguma maneira servir de apoio didático para inserir em suas aulas um ensino sobre o tópico de eletricidade considerando uma preparação mais crítico/reflexiva dos estudantes. Reiteramos que não basta somente o ensino do conteúdo em si, mas que é fundamental problematiza-lo com situações reais e que os estudantes possam adquirir uma formação onde os conhecimentos os auxiliem na resolução de problemas de seu cotidiano.

Sabemos que somente com a aula expositiva os estudantes não se empenham de forma prazerosa no estudo de física. A eletricidade tem inúmeros conceitos interligados que muitas vezes as grandezas de medidas confundem os estudantes. Assim esta proposta de estudo deste assunto usando uma Placa de Teste pode provocar a disposição curiosa para o estudo desta matéria.

Professores(as) temos em mente o quanto ainda falta investimentos para melhoria do espaço do laboratório de física na maioria das escolas, especialmente aqui na região do cariri, mas não podemos desistir, precisamos investigar diferentes alternativas de ensino que possa levar para dentro da sala de aula e complementar o ensino de ciências. A intenção maior é atrair muito mais jovens para o mundo da ciência considerando ser essencial para ajuda-los a transformar sua realidade como sugere o educador Paulo Freire.

Esperamos que esta pequena proposta possa contribuir com a melhoria da educação em ciências nas escolas, que a estratégia possa chegar a outras salas de aulas de ciências e que possamos juntos defender um ensino de física mais crítico e menos propedêutico.

Referências

BRASIL, **Base Nacional Comum Curricular/ BNCC Proposta Preliminar**. Conselho Nacional de Educação/ CNE. Ministério da Educação/ MEC, 2016a Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>. Acesso em 30 de Janeiro de 2017.

FREIRE, P.. **Pedagogia do oprimido**. 13a. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1984.

_____, **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 2005.

_____, **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 2009.

_____, **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática docente**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

_____, **Extensão ou comunicação?**. São Paulo: Paz e Terra, 2006.

_____, **GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA**. São Paulo: Editora da USP, v.3, **Eletromagnetismo**, 1995.

_____. **Eletromagnetismo**.

Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/eletromagnetismo.html>. Acesso em 17 jan. 2017.