



**Universidade Federal do Ceará**  
**Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação**  
**Centro de Ciências**  
**Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA)**

**FRANCISCO JOSELITO PARENTE CAMELO**

**ELETRICIDADE POR MEIO DE OFICINAS PEDAGÓGICAS:  
CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA SÓCIO-INTERACIONISTA**

Fortaleza - CE  
2012

FRANCISCO JOSELITO PARENTE CAMELO

**ELETRICIDADE POR MEIO DE OFICINAS PEDAGÓGICAS:  
CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA SÓCIO-INTERACIONISTA**

Dissertação submetida à coordenação do curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestrado.

Área de concentração: Física

Orientadora: Dra. Ivoneide Pinheiro de Lima

Fortaleza - CE  
2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

---

C189c

Camelo, Francisco Joselito Parente.

Eletricidade por meio de oficinas pedagógicas: contribuições da teoria sócio-interacionista /  
Francisco Joselito Parente Camelo. – 2012.

84 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Pró-Reitoria de  
Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática,  
Fortaleza, 2012.

Área de Concentração: Física.

Orientação: Profa. Dra. Ivoneide Pinheiro de Lima.

1. Física-ensino e estudo. 2. Eletricidade. I. Título.

---

CDD 372

FRANCISCO JOSELITO PARENTE CAMELO

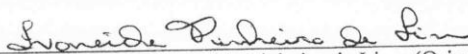
ELETRICIDADE POR MEIO DE OFICINAS PEDAGÓGICAS:  
CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA SÓCIO-INTERACIONISTA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

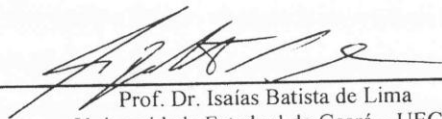
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Ivoneide Pinheiro de Lima

Aprovada em: 23/02/2012

BANCA EXAMINADORA



Prof<sup>a</sup>. Dra. Ivoneide Pinheiro de Lima (Orientadora)  
Universidade Estadual do Ceará – UECE



Prof. Dr. Isaias Batista de Lima  
Universidade Estadual do Ceará – UECE



Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria Gilvanise de Oliveira Pontes  
Universidade Estadual do Ceará – UECE

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho:

- em memória de meus pais,

ANTÔNIO CAMELO DE ARAÚJO e  
JOSELITA MARIA PARENTE DE ARAÚJO,  
que até hoje deixam muita saudade;

- à MARIA DO ESPÍRITO SANTO PARENTE CAMELO,  
minha tia que substituiu minha mãe desde meus cinco anos;

- à JACQUELINE ALVES SILVA CAMELO,  
minha querida e eterna esposa Keké,  
que está comigo em todos os momentos de minha vida;

- à VICENTINA ALVES DA SILVA,  
Minha sogra, que desde que casei é uma mãe para mim;

- a TIAGO ALVES CAMELO, meu filho e THAYS CAMELO, minha nora;

- a CARINE ALVES CAMELO, minha filha e RAFAEL MOTA, meu genro;

- a ALINE ALVES CAMELO, minha filha e ÍTALO SAMPAIO, seu namorado;

que muito me incentivaram e souberam entender o meu trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar, a Deus, Senhor de todas as coisas, que pela minha fé, me dá a certeza de que preciso para continuar esta caminhada de sonhos, esperanças e realizações. E para provar isto, é só olhar para a amplitude deste universo e contemplar toda a sua harmonia.

Agradeço em especial à minha orientadora do Mestrado Dra. Ivoneide Pinheiro de Lima, que com sua paciência aliado à competência necessária me ajudou a fazer que esta dissertação se tornasse realidade.

Aos meus pais Antônio Camelo e Joselita, que desde meus primeiros passos já me incentivavam para o estudo, e em saudosa memória imagino a alegria que teriam, se vivo fossem, com mais esta vitória de seu filho.

À minha esposa Jacqueline Alves Silva Camelo, bonita por dentro e linda por fora, otimista e fervorosa, é o meu ponto de apoio nos momentos mais difíceis de minha vida. Sem essa pessoa tão especial, este projeto não existiria.

Às professoras Dra. Eloneid Felipe Nobre e Dra. Maria Goretti de Vascincelos Silva, ambas coordenadora deste projeto de Mestrado, sempre nos ajudando e nos orientando em todos os passos de nosso curso. Fica aqui meu sincero agradecimento.

Agradeço a todos os professores do Mestrado do ENCIMA que me marcaram com carinho, respeito e dedicação, proporcionando um grande aprendizado para minha formação profissional.

Ao professor Francisco de Assis Camelo Parente, que me auxiliou no capítulo de Fundamentação Teórica e por ser este irmão incentivador e vibrante.

Ao professor da UECE e Assessor Pedagógico do Colégio Nossa Senhora das Graças Antônio Bosco Luma Gomes pelo incentivo por meio dos muitos livros que enriqueceram as minhas citações e as referências bibliográficas desta dissertação.<sup>6</sup>

Ao professor e doutor em Física, Carlos Alberto Santos de Almeida, um agradecimento especial que, com sua competência e humildade, representou para mim o maior exemplo de Educador Pedagógico no Ensino de Física na UFC.

Ao professor Pedro Camelo, meu irmão e colega de profissão, que esteve comigo nesta caminhada de ensino de Física em quase todas as instituições de Fortaleza, por compartilhar comigo de uma especialização no ensino de Física no EJA dentro do IFCE.

A todos os meus alunos da turma de Mecânica Industrial do IFCE, pela aceitação, pelo empenho, pela dedicação e pelo comportamento ao longo de todo este projeto.

Aos membros que compõem a banca examinadora da presente dissertação: professores Isaias Batista de Lima, Ivoneide Pinheiro de Lima e Maria Gilvanise de Oliveira Pontes, que muito me engrandecem com suas presenças neste momento de grande aprendizado.

Ao diretor de ensino do IFCE, professor Eduardo que me deu todo apoio pedagógico necessário para que este projeto fosse executado.

A toda a equipe de multimídia do IFCE, que me deu apoio no som, na filmagem e nas imagens gravadas nos CDs que geraram o produto final deste projeto.

A todos os meus amigos e amigas.

A todos os professores e professoras, que irão ter acesso a este trabalho, para que encontrem algo que enriqueça a sua prática pedagógica.

## RESUMO

No ensino da Física, ainda prevalece à exposição oral, a aplicação repetitiva de fórmulas e regras como principais meios de aprendizagem, que pouco tem contribuindo para a compreensão das ideias trabalhadas. Com isso, o aluno não concebe a aprendizagem como uma necessidade (motivo) na construção do seu conhecimento. Entre os diferentes conceitos que podem ser trabalhados em tal ensino, merece destaque o estudo da eletricidade, por representar um conteúdo de difícil compreensão pelos alunos, além de seus conceitos e de sua linguagem serem utilizadas no cotidiano de forma errônea. O presente estudo tem como o objetivo investigar o potencial da utilização de oficinas pedagógicas temáticas ao estudo de eletricidade, referenciada pela Histórico-Cultural de *Vygotsky*. A metodologia utilizada foi uma pesquisa de campo de natureza qualitativa denominada de pesquisa-ação. O cenário da investigação foi o Instituto Federal do Ceará (IFCE) com 21 alunos do ensino médio do Curso Tecnólogo de Mecânica, do quinto semestre. Os instrumentos de pesquisa usados foram a aplicação de questionário, observação, diário de campo, fotografia e filmagem. Os resultados mostram que os alunos gostaram da dinâmica, ressaltando que a experiência foi significativa a sua aprendizagem, fato esse bastante comentado quando receberam as notas da avaliação individual, cujas questões foram retiradas com base nas discussões realizadas em sala, por cada equipe. É importante ressaltar que as notas foram superiores ou iguais a 8,5. Do ponto de vista do pesquisador, esse resultado foi ótimo, possibilitando afirmar que, apesar das limitações da metodologia adotada, o objetivo traçado no início desse trabalho de dissertação foi alcançado, pois possibilitou a aquisição dos conteúdos de eletricidade. As considerações finais expõem que se faz necessário também que os professores de Física, em geral, conheçam as ideias de *Vygotsky* para pô-las em prática no seu exercício docente, no sentido de trazer meios alternativos e criativos de ensino que motivem o aluno a aprender. Que a sala de aula seja um espaço de vivências, experiências diversas, e que o aluno se torne sujeito de transformação da realidade em que vive.

**Palavras-chave:** Oficinas pedagógicas - Eletricidade - Teoria de Vygotsky.



## ABSTRACT

The teaching of physics still prevails to oral exposure, the repetitive application of formulas and rules as the main means of learning, which has contributed little to the understanding of the ideas worked. With this, the student does not conceive of learning as a necessity (reason) in building their knowledge. Among the different concepts that can be worked in the teaching of physics, deserves the study of electricity, as it represents a content difficult to understand by students, in addition to its concepts and language use in everyday life so wrong. The present study aimed to investigate the potential use of educational workshops themed to the study of electricity, referred to by Vygotsky's Cultural-Historical. The methodology used was a field called qualitative action research. The scene investigation was Federal Institute of Ceará (IFCE) with 21 high school students of the Course of engine technology, the fifth semester. The research instruments used were the application of 01 questionnaire, observation, field diary, photography and filming. The results show that students liked the dynamic stressing that the experience was meaningful to their learning. Much-noted fact that when the notes were evaluated (Annex 01) individual, whose questions were taken on the basis of discussions in class, for each team. Importantly, the scores were greater than or equal to 8.5. From the standpoint of the researcher, this result was great allowing state that despite the limitations of the methodology adopted, the objective set at the beginning of this dissertation work has been achieved, because it made possible the acquisition of the contents of electricity. The final considerations show that it is necessary also that teachers of physics in general know the ideas of *Vygotsky* to put them into practice in their teaching practice in order to bring alternative and creative teaching that motivates students to learn. That the classroom is a space of experience, varied experiences and the student becomes subject to transform reality in which they live.

**Key-words:** Educational Workshops - Electricity - Vygotsky Theory.

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 01 – Pesquisador intervindo em uma situação de ensino.....	42
Figura 02: Pesquisador fazendo anotações no diário de campo.....	46
Figura 03: Apresentação da equipe 01.....	52
Figura 04: Experimento com sucatas (Equipe 01).....	52
Figura 05: Apresentação da equipe 02.....	53
Figura 06: Experimento com sucatas (Equipe 02).....	54
Figura 07: Apresentação da equipe 03.....	55
Figura 08: Experimento com sucatas (Equipe 03).....	56
Figura 09: Apresentação da equipe 04.....	57
Figura 10: Experimento com sucatas (Equipe 04).....	58
Figura 11: Apresentação da equipe 05.....	59
Figura 12: Experimento com sucatas (Equipe 05).....	60

**QUADRO ÚNICO**

Quadro - Distribuição das temáticas por grupo.....44

**LISTA DE SIGLAS**

IFCE – Instituto Federal do Ceará

CEFET-CE – Centro Federal de Educação

ETFC – Escola Técnica Federal do Ceará

NTIC - Novas Tecnologias da Informação e Comunicação

DETR – Departamento de Estradas, Rodagens e Transportes

UFCE – Universidade Federal do Ceará

PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais

LDB – Lei das Diretrizes e Bases

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

P5M – Período Cinco de mecânica

MEC – Ministério de Educação e Cultura

d.d.p. – Diferença de Potencial

f.e.m. – Força Eletro – Motriz

KWH – Quilo Watt Hora

ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal

TD – Trabalho Dirigido

LED (do inglês Light Emiting Diode )

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UNESP – Universidade do Estado de São Paulo

UNICAMP – Universidade de Campinas

**LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 01 – Faixa etária	62
Gráfico 02 – Taxa de repetência	62
Gráfico 03 – Gosto pela Física	63
Gráfico 04 – Atividades didáticas no ensino de física	64
Gráfico 05 – Campo da física que mais gosta	66
Gráfico 06 – Aula ministrada pelo professor ou aluno	67

**SUMÁRIO:**

LISTA DE ILUSTRAÇÃO	10
QUADRO ÚNICO	11
LISTA DE SIGLAS	12
LISTA DE GRÁFICOS	13
INTRODUÇÃO	16
1 A ABORDAGEM HISTÓRICO-CULTURAL DA ATIVIDADE E O ENINO DE FÍSICA	20
1.1 O despertar para a profissão docente em Física	20
1.2 O ensino de Física sob uma perspectiva histórico-cultural	24
1.3 Aprendizagem e desenvolvimento em Física: um estudo dessas relações	26
2. A FORMAÇÃO DOS CONCEITOS CIENTÍFICOS DE FÍSICA	29
2.1 A educação bancária no ensino de Física	29
2.2 A construção de conceitos científicos em Física e o espaço escolar	32
2,3 O papel do professor de Física como mediador no processo de ensino: contribuições de Vygotsky	35
2.4 O conceito de eletricidade: um pouco da sua história	36

3. METODOLOGIA DO ESTUDO - 3.1 Tipo de pesquisa	41
3.2 Oficina pedagógica temática	43
3.3 Contrato didático	44
3.4 Instrumentos de pesquisa	45
QUESTIONÁRIO	46
3.5 Caracterização da escola pesquisada	47
4. RESULTADOS E ANÁLISES DA PESQUISA	51
4.1 Dinâmicas das oficinas temáticas	51
4.2 Análise do questionário	61
<u>Primeira parte: diagnóstico</u>	61
<u>Segunda parte: avaliação das oficinas</u>	67
CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
APÊNDICE 01 (questionário-diagnóstico)	80
APÊNDICE 02 ( prova )	82

## **INTRODUÇÃO**

A Física é a ciência que mais tem contribuído para o contínuo progresso da ciência, da tecnologia e da sociedade, pois, além de buscar conhecimento acerca do universo, ocupa-se com outros ramos da atividade humana, como a medicina, a farmácia, a indústria, entre outros setores.

Nos últimos anos, educadores de diferentes partes do Brasil vêm insistindo na necessidade de uma educação direcionada para o exercício da cidadania, especialmente no campo dessa ciência. Rosa, Rosa (2007); Moreira (2006) e outros vêm investigando em suas pesquisas a ação educativa, no sentido de encontrar caminhos mais elucidativos que potencializem o processo de ensino e de aprendizagem. Eles ainda comentam que as intenções da prática pedagógica devem motivar o aluno ao estudo, entretanto esse fato não tem sido uma tarefa fácil, mas sim um grande desafio ao cenário educacional.

França; Farias; Lima (2010) comentam que ainda predomina no ensino da Física a exposição oral, a aplicação repetitiva de fórmulas e de regras como principais meios de aprendizagem, que pouco tem contribuindo para a compreensão das idéias trabalhadas. Com isso, o aluno não concebe a aprendizagem como uma necessidade (motivo) na construção do seu conhecimento.



A necessidade configura-se como um fator imprescindível para o desenvolvimento da atividade principal<sup>1</sup>, nesse caso, a aprendizagem dos conceitos em Física. Nesse sentido, para que isso aconteça, é fundamental que a metodologia aplicada esteja ligada a uma boa mediação pedagógica, com a intenção da promoção da aprendizagem, visando à construção dos conceitos científicos. Vygotsky<sup>2</sup> (2010) esclarece que o processo de mediação configura-se como o meio que contribui para a formação dos conceitos científicos, e a escola representa o espaço privilegiado para a ascensão dessa ação pedagógica. Isso significa que a aquisição de conceitos científicos pelo indivíduo se dá principalmente por meio da escola.

A Física, sob essa perspectiva, colabora para a formação do pensamento hipotético-dedutivo do sujeito, cujo ensino está direcionado à constituição de diferentes habilidades e competências no aluno, que são essenciais para ajudá-lo a compreender melhor o mundo e para nele atuar como cidadão crítico, ético e criativo. Nunes (2009,p.26), ao se referir à teoria de Vygotsky, comenta que

A aprendizagem, como atividade transformadora, tem caráter mediatizado por instrumentos, ou seja, ferramentas que se interpõem entre o sujeito e o objeto da atividade. Vygotsky confere grande importância aos signos, como instrumentos especiais. A mediação nos processos de internalização é uma ideia-chave na Teoria Histórico-Cultural.

Isso significa dizer que a aprendizagem reside na força propulsora da evolução do pensamento científico. É por meio da interação do indivíduo com o meio social que se dá a apropriação das ferramentas intelectuais. Desse modo, a escola é o local ideal por oferecer as condições necessárias para esse tipo de pensamento, e, para que o aluno se aproprie de forma significativa dos conceitos científicos de física, faz-se necessária a mediação do professor na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). A ZDP foi uma expressão empregada por Vygotsky (2010) para designar a área da formação de novas potencialidades com a mediação de adultos ou com colegas mais capazes, diferentemente da zona de desenvolvimento real, que representa a etapa em que o aluno é capaz de agir independentemente.

---

<sup>1</sup> Leontiev (1991) considera que nem toda atividade representa uma atividade principal, apenas aquela que corresponde ao objetivo (motivo), impulsionando o sujeito a realizá-la.

<sup>2</sup> Autor da Teoria Histórico-Cultural tem como base filosófica a materialista-dialética, que considera a aprendizagem como uma atividade social.

Entre os diferentes conceitos que podem ser trabalhados no ensino de Física, merece destaque o estudo da eletricidade, por representar um conteúdo de difícil compreensão para os alunos, além de os seus conceitos e de a sua linguagem serem utilizados no cotidiano de forma errônea (DORNELES; ARAÚJO; VEIT, 2006).

Com o intuito de contribuir para amenizar essa problemática, além de compreender melhor essa realidade, foi elaborada a seguinte questão que norteou todo o trabalho: se os alunos tiverem a possibilidade de conhecer uma metodologia totalmente diferente do modelo tradicional, em que ainda hoje impera o estudo de eletricidade, como será possível motivá-los no processo de aprendizagem?

Partiu-se do pressuposto de que os alunos não conseguem interessar-se pelo estudo de eletricidade em decorrência do modo como é tratada em sala de aula: pronta e acabada. Dessa forma, esta dissertação de mestrado propõe a aplicação de uma proposta pedagógica por meio de oficinas temáticas no estudo de eletricidade, sob a perspectiva da Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky. A intenção, com o uso de oficinas, é proporcionar a participação ativa do aluno, conforme pontua a teoria, recorrendo a técnicas didáticas mais significativas por meio de atividades que despertem a sua motivação, como curiosidade nos eventos, prazer de relacionar esses eventos na prática do cotidiano e alegria de compreender a fenomenologia desses eventos.

A escolha da temática eletricidade decorre do fato de ser um conteúdo muito presente na vida das pessoas, possibilitando que o aluno associe os conceitos teóricos com a sua vida cotidiana. Isso significa que, em sala de aula, o professor tem diferentes modos e exemplos de abordar essa temática, entretanto o que ainda impera é a sua abordagem no modelo tradicional.

A ideia central, com essa proposta, foi incentivar o aluno a se interessar pelo assunto de eletricidade, focando como meio para gerar a aprendizagem, principalmente a interação com seus colegas de classe e com os diferentes materiais didático-pedagógicos utilizados, sendo todo o processo mediado pelo professor. A proposta tem a intenção de possibilitar que os alunos se apropriem dos conhecimentos científicos de eletricidade sob um enfoque da Teoria de Vygotsky, direcionado ao processo histórico acumulado e focado no contexto social, econômico, político e cultural da sociedade de que fazem parte. Isto possibilita compreender, por exemplo, a razão por

que antigamente só se conseguia dar partida em um carro quando era empurrado ou quando se girava a manivela. Hoje é só ligar o capacitor (condensador) por meio da chave de ignição.

Assim, o objetivo geral desta pesquisa foi investigar o potencial da utilização de oficinas pedagógicas temáticas no estudo de eletricidade, referenciada pela Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky. Já os objetivos específicos são estes:

- ✓ Refletir sobre a abordagem da Teoria Histórico-Cultural da atividade para o ensino de Física;
- ✓ Configurar a formação dos conceitos científicos de Física sob o enfoque da teoria de Vygotsky;
- ✓ Identificar a influência da aplicabilidade de oficinas temáticas pedagógicas no ensino de Física, na perspectiva da teoria de Vygotsky.

A metodologia utilizada foi uma pesquisa de campo de natureza qualitativa denominada de pesquisa-ação. O cenário da investigação foi o Instituto Federal do Ceará (IFCE), especialmente 21 alunos do Ensino Médio do Curso Tecnólogo de Mecânica, do quinto semestre. Os instrumentos de pesquisa usados foram a aplicação de questionário, observação, diário de campo, fotografia e filmagem.

O trabalho está dividido em quatro capítulos, além desta introdução, que apresenta a problemática em foco, os objetivos e uma breve descrição da metodologia usada para a sua efetivação.

O capítulo 1 descreve os principais postulados de Vygotsky e de seus colaboradores para o processo de ensino e de aprendizagem, focando o ensino de Física nessa ação.

O capítulo 2 delinea o processo de construção dos conhecimentos científicos em Física, destacando o papel da escola para alcançar essa finalidade.

O capítulo 3 pontua a metodologia usada para a aquisição dos dados.

O capítulo 4 mostra as análises dos resultados adquiridos ao longo da pesquisa de campo, expondo as principais evidências.

Por fim, são feitas considerações em que se apresenta o apanhado geral das principais informações que foram detectadas ao longo de todo o processo de construção deste trabalho dissertativo.

# 1 A ABORDAGEM HISTÓRICO-CULTURAL DA ATIVIDADE E DO ENSINO DE FÍSICA<sup>3</sup>

O capítulo se inicia com a descrição sucinta da trajetória sobre os motivos que me levaram a estudar a temática “eletricidade por meio de oficinas pedagógicas na perspectiva de Vygotsky”. Em seguida, há uma reflexão sobre os conceitos da Teoria Sócio-Histórico-Cultural do pensamento de Vygotsky, relacionando-o às ações pedagógicas do processo de ensino e de aprendizagem em Física. Inicialmente, recorre-se às ideias básicas desse teórico e de seus colaboradores para melhor compreender o trabalho pedagógico que deve ser desenvolvido pela escola. Destaca-se também o aspecto histórico, cultural e social como elemento essencial para a promoção da aprendizagem dos alicerces dessa disciplina.

## 1.1 O despertar para a profissão docente em Física

A atividade do professor, no aspecto da práxis pedagógica, é uma consequência natural de sua formação inicial e continuada, sendo mobilizada por diferentes saberes: disciplinar, curricular, profissional e experiencial, que são constituídos ao longo de sua trajetória profissional. A respeito da prática do professor, Pimenta (1995,p.83) comenta que

A essência da atividade (prática) do professor é o ensino-aprendizagem. Ou seja, é o conhecimento técnico prático de como garantir que a aprendizagem se realize como consequência da atividade de ensinar. Envolve, portanto, o conhecimento do objeto, o estabelecimento de finalidades e a intervenção no objeto para que a realidade (não aprendizagem) seja transformada, enquanto realidade social. Ou seja, a aprendizagem (ou não aprendizagem) precisa ser compreendida enquanto determinada em uma realidade histórico social.

O saber disciplinar sinaliza o conhecimento científico relacionado ao fazer pedagógico da sala de aula. O saber curricular corresponde ao conjunto de conhecimento que advém da organização do programa de ensino. O saber da formação profissional consiste no conhecimento

---

<sup>3</sup> Os capítulos 1 e 2 tiveram a co-orientação do professor Ms. Francisco de Assis Camelo Parente, que é pedagogo, orientador educacional, psicólogo, psicodramatista, especialista em Educação, mestre em Psicologia da Educação, professor adjunto da Universidade Estadual do Ceará (UECE) e da Faculdade Integrada do Ceará (FIC).

profissional específico, não estando associado diretamente à prática educativa, e incide no âmbito das instituições de ensino: institutos, faculdades e universidades. O saber de experiência decorre na e para a prática educativa (TARDIF, 2002).

Nesse sentido, o trabalho docente do professor de Física é referendado por distintos aspectos de sua história, tanto no âmbito individual como no profissional, configurando-se, assim, o que Pimenta chama de identidade profissional. A identidade é “um processo de construção do sujeito historicamente situado. A profissão de professor, como as demais, emerge em dado contexto e momentos históricos como resposta a necessidades que estão postas pelas sociedades”, segundo Pimenta (2009, p. 18).

Com isso, o ofício do professor de Física possui um aspecto dinâmico associado entre a sua trajetória de formação e a prática cotidiana em sala de aula. Nessa perspectiva, exponho a minha história de vida, mostrando a trajetória que me conduziu à escolha do meu objeto de pesquisa: eletricidade sob o enfoque sóciointeracionista, a partir de uma leitura crítica dos acontecimentos.

Como aluno de Física, sempre senti muita dificuldade em aprendê-la, pois todos os professores que tive apenas replicavam modelos clássicos e tradicionais de ensino, com pouca ou nenhuma ênfase em perguntas ou esclarecimentos de dúvidas. Esse fato me inquietava muito, principalmente no Ensino Médio, que era todo direcionado ao exame vestibular.

Não conseguia tirar boas notas, e, por mais que eu procurasse entender o conteúdo, não conseguia. O professor complicava o assunto, apresentando fórmulas e expressões matemáticas complexas fora de meu alcance, e eu perdia a motivação e me achava incompetente, embora eu fosse um bom aluno em matemática.

Eram tantas fórmulas e dicas para memorizar que, só em pensar em estudar Física, já me dava uma cansaça e uma grande preguiça, principalmente, por não compreender os conceitos. Mesmo assim decorava todas as fórmulas, mas, na hora da aplicação, não conseguia fazer a transposição para resolução dos problemas. Como consequência, tirava a nota apenas para não sair reprovado na disciplina.

Ao término do Ensino Médio, fui reprovado no vestibular, e a disciplina de menor nota foi Física. Diferente de uma derrota, esse fato me incentivou a aprender. Tomei esse acontecimento como um grande desafio, gerando em mim o motivo (necessidade) para aprendê-la. Fiz da derrota um combustível que me impulsionou, como se transforma lixo em energia, e procurei reciclar toda essa improdutividade em algo produtivo.

Recorri a diferentes literaturas, que, na época, eram mais escassas do que hoje, mesmo assim encontrei autores como Ramalho (Professor de Física de Ensino superior em São Paulo, Fundamentos da Física, Editora Moderna, São Paulo, ), Toledo (Médico formado na USP, Física Ciência e Tecnologia, Editora Moderna, São Paulo, ), Calçada (Caio Sérgio Calçada, Física Clássica, Editora atual, São Paulo, ), Beatriz Alvarenga (Professora da UFMG, Curso de Física, Editora Scipione, São Paulo, ), entre outros que descreviam o estudo da Física por meio de experiências simples, o que facilitava o aprendizado teórico, a partir da prática cotidiana. Adquiri uma visão mais pragmática, buscando sempre uma resposta simples de tudo o que me cercava, mesmo que a pergunta fosse complexa. Quanto mais eu relacionava seus conceitos com o dia a dia, mais eu aprendia e me motivava a repassar aos outros colegas esses conhecimentos. A partir desse momento, comecei a gostar da Física e a entender que todos são capazes de aprendê-la.

Uma visão mais fenomenológica das ciências físicas, por meio do entusiasmo de estudar acontecimentos que ocorriam no meu dia a dia, fez-me refletir de forma crítica os modelos de ensino trabalhados pelos meus professores na Educação Básica, que era abordado de forma tradicional, ao contrário do que apresenta a natureza socio-histórica. Nessa perspectiva, a disciplina de Física passou, então, a ser a melhor disciplina.

Na universidade, formei-me em Engenharia Civil e fui convidado a ministrar aula dessa ciência, aos 18 anos de idade com carteira assinada, em 1975. Posteriormente, ingressei no curso de licenciatura em Física. Na minha prática docente, como não queria repetir os mesmos procedimentos adotados pelos meus professores anteriores, tanto na Educação Básica como na academia, passei a trabalhar em sala com menos fórmulas matemáticas e mais a compreensão das ideias. Provocava os alunos no sentido de fazer com que pensassem sobre os fenômenos físicos, gerando, assim, discussões e curiosidade sobre a temática em pauta. O retorno foi imediato, os alunos participavam e interagiam comigo e com os seus pares.

Ilustro que essa minha postura levou alguns anos para conseguir transformar-se nessa metodologia, pois o modelo de educação que tinha decorria dos meus estudos anteriores como aluno, que era o tradicional. Esclareço ainda que não tinha as leituras pedagógicas que tenho hoje, principalmente a de Vygotsky, que o meu fazer pedagógico estava sendo direcionado e moldado a partir das reflexões que fazia diariamente e dos saberes desenvolvidos ao longo dessa trajetória profissional. Então percebi um diferencial em relação aos meus colegas professores, passando até a receber nota dez nas avaliações dos colégios, feitas pelos alunos.

Muitas vezes, diferentes alunos me abordavam nos corredores da escola para eu esclarecer dúvidas sobre textos ou reportagens que pesquisaram aleatoriamente na área de Física, motivados pelas discussões realizadas na sala de aula. Esses momentos eram marcantes e me impulsionavam a estudar cada vez mais em busca de metodologias alternativas, pois almejava trabalhar o ensino de Física, tendo por base um contexto situacional. A respeito disso, Geraldo (2009, p.126-27) considera que

[...] os conteúdos de ensino devem ser contextualizados, discutidos em seu significado social, histórico e cultural; que a aprendizagem deve ser ativa, isto é, o aluno deve participar, analisando, discutindo, propondo soluções, pesquisando, relacionando, problematizando o conteúdo e sua própria existência social e cultural; que os alunos devem ser estimulados a se tornarem sujeitos em construção de sua autonomia intelectual, de sua liberdade, da conquista de seus direitos individuais e coletivos [...].

Ao longo dessa caminhada, percebi que o ensino de Física sem uma metodologia que conceba o aluno como um ser ativo e interativo, e a aprendizagem como foco central, não atende às expectativas de um ensino com qualidade. O ensino se torna enfadonho, vazio, e não leva o aluno a pensar nem a desenvolver a autonomia, formando-se um educando que não consegue perceber a aplicação da Física na sua vida.

O amor pela docência foi tão grande que solicitei a minha exoneração como engenheiro civil no DERT, para me dedicar exclusivamente ao magistério. Assim, ser professor de Física preponderou sobre ser engenheiro civil, na medida em que observava o aluno a aprender e a se tornar sujeito de transformação da realidade social, tornando-se, assim, um cidadão pensante e consciente. A motivação é tamanha que, até hoje, procuro me atualizar, buscando formas alternativas de ensinar.

Esse exercício de memória foi importante por me possibilitar a reconstituição de fatos vividos que foram significativos em minha trajetória estudantil, no sentido de dar um novo sentido e significado aos acontecimentos e influenciar o meu fazer pedagógico no contexto escolar.

E agora deparo com um grande desafio: esta dissertação de mestrado profissional em Ensino de Ciências e Matemática da UFC, em que proponho o ensino de eletricidade com foco na Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky. Entre as minhas preocupações, estão as dificuldades que os alunos encontram em aprender os conceitos de Física, o que me tem intrigado e me tem deixado perplexo diante de tantas reprovações por parte desses alunos, e, principalmente, a prática tradicional que alguns professores ainda utilizam no desenvolvimento dessa disciplina.

## **1.2 O ensino de Física sob uma perspectiva histórico-cultural**

Em se tratando da abordagem histórico-cultural, merece destaque a figura de Vygotsky (1988) e seus seguidores que contribuíram nas dimensões histórica e cultural do ensino. Há uma concepção de que o organismo é ativo e o pensamento é construído num ambiente que é histórico e, em essência, social. Para Rego (1995, p. 102), o indivíduo, na teoria vygotskyana, é um ser contextualizado (histórico e socialmente). Segundo ele, “pode ser desnudado e estudado dialeticamente com relação às leis de sua evolução biológica e às leis de seu desenvolvimento sócio-histórico”.

As condições sociais são fundamentais, e as interações humanas afetam os processos psicológicos superiores. Vygotsky (1988) se preocupou em estudar esses processos e em entender como elas se desenvolvem na história da humanidade e na vida de um indivíduo. Ele desenvolveu uma teoria histórico-social da aprendizagem, formulando uma análise histórica das atividades psicológicas humanas, correlacionando à história da humanidade o desenvolvimento psíquico do indivíduo.

A teoria explicita que, para entender o indivíduo, é necessário que antes se compreendam as relações sociais, o contexto em que ele vive com seus valores, atos, costumes e crenças. O indivíduo



se constitui a partir das relações com os outros. O indivíduo aprende de forma mediada através de múltiplas interações com o meio, sendo, portanto, sua formação psíquica resultado do seu contexto sócio-histórico e das experiências vivenciadas com os outros ao longo de suas vidas e da apropriação que ele faz dos conhecimentos já disponíveis em sua cultura.

O homem produz os instrumentos de trabalho, ocorrendo, assim, uma transição da história natural para a história social, e, aos poucos, vão se dando as formas de atividade consciente, surgindo o fenômeno da linguagem que permite ao homem a transmissão e a acumulação de experiências ao longo de várias gerações.

Ao adentrar na história da Física, pode-se apreender que essa ciência se configura como uma criação humana, que seus fundamentos decorrem de construções sócio-histórico-culturais que foram arquitetadas por meio de práticas características de pensamento que cooperaram para a evolução da sociedade. Portanto, os exercícios docentes constituem-se em um motor no sentido de impulsionar o desenvolvimento dos alunos. Torna-se imprescindível que o professor de Física tenha a orientação de que a relação entre desenvolvimento e aprendizagem é de caráter multidirecional e de influências mútuas.

Ao nascer, o sujeito já encontra um mundo com uma cultura desenvolvida em que os seus membros interagem principalmente através da fala. Essa forma verbal apropriada pelo indivíduo logo será aprendida e internalizada por ela e lhe dará acesso à compreensão do mundo sócio-histórico-cultural em que vive e no qual desenvolverá papéis e funções sociais cada vez mais complexos. Para Vygotsky (1988), as crianças aprendem antes de entrarem na escola e já levam consigo uma grande bagagem de conhecimentos prévios sobre os assuntos que são tratados no ambiente de sala de aula. No dizer de Salvador et al. (2000, p. 260), “(...) é preciso um certo nível de desenvolvimento para realizar determinadas aprendizagens, porém, e de maneira mais ou menos necessária, o acesso a níveis mais altos de desenvolvimento requer a realização de certas aprendizagens”.

A aprendizagem antecede e impulsiona o desenvolvimento para frente, proporcionando um maior nível de maturidade biopsicossocial<sup>4</sup>, dando uma motivação maior e uma forma mais

---

<sup>4</sup> Biopsicossocial – Nesse contexto, o homem deve ser visto na sua totalidade, ou seja, em todos os seus aspectos biológicos, sociais e psíquicos. O amadurecimento não é o unidirecional, avança na multidirecionalidade. Para

construtivista, que é a forma de conceber o conhecimento, ou seja, sua gênese e seu desenvolvimento e, como consequência, um novo modo de ver o universo, a vida e o mundo das relações sociais.

Para Vygotsky (1988), o desenvolvimento é um processo que transforma o mundo do sujeito (sua percepção, seu pensamento) em um processo de aquisição da cultura, de ferramentas, e vai caracterizar o desenvolvimento cultural da mente do indivíduo. O uso das ferramentas modifica as funções psicológicas superiores, como a percepção, a memória, o pensamento, a atenção, entre outros.

Nesse sentido, o campo didático da Física deve oferecer uma educação criativa e dinâmica, fazendo uso de procedimentos alternativos, que possibilitem o resgate dessa memória e propulsionem no aluno o desenvolvimento da atividade, que é o motivo de aprender.

### **1.3 Aprendizagem e desenvolvimento em Física: um estudo dessas relações**

A Física configura-se como uma ciência direcionada ao estudo dos fenômenos da natureza, no sentido de compreendê-la e delinear-la, pois provém do termo grego *physiké*, que exprime “natureza”. Estuda as suas causas e pesquisa como esse conhecimento influencia a vida das pessoas, no sentido de contribuir para o processo das condições de vida da humanidade.

No aspecto educacional, sinaliza uma disciplina do currículo escolar na perspectiva da formação do indivíduo capaz de compreender e tomar decisão de forma efetiva frente à sociedade. Na Educação Básica, o aluno aprende conceitos de mecânica, termodinâmica, eletromagnetismo, ótica e física moderna, cuja intenção é a formação de uma teia de conhecimento na estrutura cognitiva do aprendiz, que seja capaz de ajudá-lo no desenvolvimento de processos mentais superiores.

Para Vygotsky, existe uma relação de interdependência entre aprendizagem e desenvolvimento, e é na escola que o indivíduo vai defrontar-se com um aprendizado dos conceitos

---

Vygotsky, o homem não pode ser fragmentado, conforme as visões tradicionais do processo de ensino e de aprendizagem.

de Física mais sistemática, o que vai gerar algo novo para o seu desenvolvimento. Lomônaco (1997, p.22) mostra os dois níveis de desenvolvimento em Vygotsky:

O desenvolvimento real, correspondente ao que a criança pode fazer sozinha, equivale a ciclos de funções mentais já completados. Todavia, em suas experiências, observava que, quando as crianças tinham ajuda de alguém mais experiente, eram mais eficientes na resolução das tarefas. Formulou, então, o conceito de zona de desenvolvimento potencial, correspondente às funções em processo de maturação que estão além do desenvolvimento real.

É a aprendizagem que determina o desenvolvimento do indivíduo, fazendo-o sempre chegar a um grau mais elevado. Daí vem o seu conceito de zona de desenvolvimento proximal para uma melhor compreensão de como a aprendizagem influencia o desenvolvimento, pois esse conceito possui um caráter interativo e social que ajuda a criar essas potencialidades. Esse conceito reflete o caráter bidirecional entre aprendizagem e desenvolvimento (VIGOTSKI, 1988).

É preciso que se considere a ajuda, a orientação, o apoio e a colaboração de outras pessoas para que se possa definir melhor esse nível potencial presente no aluno, o que vai sendo construído com essa ajuda inestimável de pessoas mais experientes, como é o caso do professor de Física, que tem a função de tornar a sala de aula um ambiente rico de aprendizagem, promovendo o aluno como um ser ativo e interativo. Isso significa que o professor tem a função em sala de aula de conduzir o processo, operando no campo da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Conforme Hamdan (1998, p. 59), Vygotsky considera dois níveis de desenvolvimento:

1º) o desenvolvimento efetivo, que é o já realizado, e que podemos medir, por exemplo, através dos testes psicológicos, 2º) a zona de desenvolvimento potencial, que é o desenvolvimento que está em via de se efetivar, ou seja, que ainda não é parte do repertório próprio da criança, mas está voltado para o futuro. A ampliação da zona de desenvolvimento potencial ocorre à medida que acontece uma intencionalidade para realizá-la, ou seja, através da aprendizagem. O desenvolvimento só se efetiva no meio social e é nela que a criança realiza a apropriação dos comportamentos humanos. Assim, a aprendizagem atua no sentido de favorecer o desenvolvimento através da zona de desenvolvimento potencial.

A zona de desenvolvimento proximal trabalha de forma prospectiva, enquanto o nível de desenvolvimento real trabalha de forma retrospectiva. Desse modo, as noções de aprendizagem e de desenvolvimento em Vygotsky avançaram no sentido de que questionam a maneira de ver esses conceitos de forma tradicional em que a aprendizagem fica subordinada ou dependente do desenvolvimento.

Vygotsky (2010) defende que, mesmo que aprendizagem e desenvolvimento não sejam processos idênticos, a aprendizagem pode tornar-se desenvolvimento. E isso é explicado bem por Salvador (1999, p. 109) quando dizem que “a aprendizagem - e o ensino – seria uma condição necessária, um motor essencial ao desenvolvimento; não algo externo e posterior ao desenvolvimento – tampouco parecido -, mas uma condição prévia ao processo de desenvolvimento”. Desse modo, o ensino de Física não pode ficar limitado a episódios aleatórios ou ao desígnio de metodologias que sejam adequadas ao exercício docente, mas que agencie interações discursivas no sentido de gerar esses conceitos no âmbito educacional.

Assim, é preciso trabalhar as potencialidades vividas pelo indivíduo e, quando o professor de Física traz um obstáculo para o indivíduo e este faz uma pergunta, o educando já está realizando um planejamento que precisa ser bem acompanhado nesse momento. E o docente é o mediador, aquele que oferece o apoio e a ajuda necessários para que o aluno supere as suas dificuldades. E, na zona de desenvolvimento proximal, o aprendizado e o desenvolvimento se imbricam de forma inextricável, fazendo que eles possuam instrumentos cognitivos que irão permitir avanços.

Vale destacar aqui a perspicácia de Vygotsky (1988) ao aproveitar bem diversas contribuições provenientes não só da psicologia e da sociologia, como também da análise do discurso educacional e da sociolinguística, para que se possa compreender melhor o caráter bidirecional entre aprendizagem e desenvolvimento. E isso é bem explicitado nas palavras de Salvador et al. (2000, p. 265) quando tratam do papel da linguagem como um instrumento mediador. Ele diz que isso “permite ao professor e aos alunos, no decorrer da interação, comunicar, contrastar, negociar e, eventualmente, modificar as suas representações ou esquemas de conhecimento sobre as distintas parcelas das quais a educação escolar trata”.

## **2. A FORMAÇÃO DOS CONCEITOS CIENTÍFICOS DE FÍSICA**

O capítulo delinea o ensino tradicional de Física, estabelecendo uma relação com a educação bancária na concepção de Paulo Freire. Depois discute o papel da escola e do professor para o desenvolvimento dos conhecimentos científicos na concepção de Vygotsky, destacando a necessidade de transpor os pensamentos cotidianos. Apresenta também uma breve descrição sobre o surgimento da eletricidade, pontuando os principais cientistas que contribuíram para esse campo de conhecimento.

### **2.1 A educação bancária no ensino de Física**

A constituição do pensamento do indivíduo é influenciada pela prática social. Nesse sentido, Davis e Oliveira (1990, p. 54) falam que o indivíduo se apropria do conhecimento disponível na sociedade em que está inserido e que se torna necessário que “aprenda e integre em sua maneira de pensar o conhecimento de sua cultura. O funcionamento intelectual mais complexo desenvolve-se graças às regulações realizadas por outras pessoas que, gradualmente, são substituídas por autorregulações”.

Contudo, o que se presencia no âmbito escolar no campo da Física é um ensino concebido como pronto e acabado, cujos alunos são sujeitos passivos do processo e que pouco contribui para o aprendizado dos conceitos. Infelizmente, há uma tendência para a passividade e certa acomodação por parte dos professores que preferem replicar os modelos tradicionais e clássicos ao invés de avançar para outras abordagens mais progressistas do ensino. Isto se dá não por serem culpados, mas por não saber como agir, já que a sua formação inicial ficou limitada à abordagem de ensino tradicional.

Esse aspecto é pontuado por Tavares et al (2010, p. 01) quando comentam que as práticas pedagógicas ficam “restritas por uma série de crenças e de modelos de docentes com os quais tiveram contato no decorrer de sua trajetória estudantil na educação básica, que incidem na oratória, memorização e repetição como os principais instrumentos de aprendizagem”.

Freire (1987, p 56) discute também esse aspecto quando aborda a concepção bancária da educação como instrumento da alienação e critica-a. A visão bancária como “o ato de depositar, de transferir, de transmitir valores e conhecimentos”. E, nesse modelo de educação, ele aborda a educação antidialógica, no sentido de libertar o oprimido do julgamento do opressor, trata-se de manter o sistema de dominação em relação de poder entre as pessoas. E, para isso, o antidiálogo se torna indispensável para a manutenção do status quo.

Para Freire (1987), a abordagem tradicional é aquela ligada à educação bancária. Ele fala em narração de conteúdos que tendem a petrificar-se ou a fazer-se algo quase morto, como normalmente acontece no ensino de Física (Moreira, 2006). O professor de Física vê a educação como algo inerte, imóvel, compartimentado e bem-comportado. Nessa relação, o narrador que é um sujeito e os objetos pacientes, ouvintes que são os alunos. Para Freire (1987, p. 57),

... O educador aparece como seu indiscutível agente, como o seu real sujeito, cuja tarefa indeclinável é “encher” os educandos dos conteúdos de sua narração. Conteúdos que são retalhos da realidade desconectados da totalidade em que se engendram e em cuja visão ganhariam significação. A palavra, nestas dissertações, se esvazia da dimensão concreta que devia ter ou se transforma em palavra oca, em verbosidade alienada e alienante. Daí que seja mais som que significação e, assim, melhor seria não dizê-la.

Assim, vê-se que, na abordagem tradicional, o aluno fixa, memoriza, repete e nem sabe o que realmente significam os conceitos de Física que estudou. Falta fazer a palavra ficar carregada de significado. Freire (1987,p.59) faz as seguintes colocações, que caracterizam a educação bancária:

- a) O educador é o que educa; os educandos, os que são educados;
- b) O educador é o que sabe; os educandos, os que não sabem;
- c) O educador é o que pensa; os educandos, os pensados;
- d) O educador é o que diz a palavra; os educandos, os que a escutam docilmente;
- e) O educador é o que disciplina; os educandos, os disciplinados;
- f) O educador é o que opta e prescreve sua opção; os educandos, os que seguem a prescrição;
- g) O educador é o que atua; os educandos, os que têm a ilusão de que atuam, na atuação do educador;
- h) O educador escolhe o conteúdo programático; os educandos, jamais ouvidos nesta escolha, se acomodam a ele;
- i) O educador identifica a autoridade do saber com sua autoridade funcional, que opõe antagonicamente à liberdade dos educandos; estes devem adaptar-se às determinações daquele;
- j) O educador, finalmente, é o sujeito do processo; os educandos, meros objetos.

Fonte: Freire (1987, p. 59).

Então, segundo Freire, a concepção bancária é um instrumento de opressão, pois as palavras não tocam, elas são frias, ocas e vazias. Os alunos são meros recipientes que vão se “enchendo” docilmente, sem reclamar, dos conteúdos transmitidos pelo mestre. Os alunos são depositários, e os professores são os depositantes. Aqui, uma das características básicas é o velho “magister dixit”, em que o professor falou está falado e o aluno se curva à sua insignificância. O professor acha que sabe enquanto o aluno nada sabe.

Nessa direção, o ensino de Física, na abordagem tradicional, deixa o aluno rígido, medroso, acanhado, fechado dentro de si mesmo, tolhido na sua espontaneidade. Não há motivação na sala de aula, e a criatividade do aluno é embotada por conta dos medos e dos bloqueios emocionais que essa abordagem deixa em sua mente. O aluno fica passivo e é classificado como bom ou ruim. Ele é rotulado, pois o professor conhece muito pouco de sua realidade e a preocupação do professor é com os conteúdos preestabelecidos que são considerados desejáveis para o aluno.

Nesse modelo de educação, que é muito limitado, o professor recebe todo o treinamento no sentido de ressaltar apenas o cognitivo. Ele detém esse poder e é o depositário vivo do saber universal, e o aluno é um mero receptor. Os elementos centrais desse modelo educacional se resumem a dar aulas e a conduzir a avaliação. A tônica recai sobre o controle dos seus alunos, mantendo a ordem e a disciplina na sala de aula, despejando todo o conhecimento, fazendo avaliações e dando as notas, numa atitude majestosa de onipotência. São marcantes as diferenças de status entre professores e alunos. Os professores detêm o poder, e os alunos obedecem, criando dificuldades nas relações interpessoais.

O ensino de Física fica restrito à área do pensamento da memória e da atenção. O homem não é visto na sua totalidade biopsicossocial. A Física ensinada, no uso de fórmulas vagas, sem sentido na vida prática, se perde no vazio a não ser para prestar exames e para servir de meios seletivos de marginalizar as maiorias consideradas incapazes de dominar a abstração pela abstração. Como os conteúdos já vêm prontos, não há crítica, dificultando a orientação no sentido da sua conscientização. O aluno vai se tornando um ser domesticado e autômato, que, no dizer de Freire (1997, p.54), “é a negação de sua ontológica vocação de ser mais”.

A esse respeito, Mizukami (1986, p. 8) comenta que o adulto é concebido “pronto” e o aluno “um adulto em miniatura” que vai atualizando-se. O ensino é focado no docente e, para tal autora, "este tipo de ensino volta-se para o que é externo ao aluno: o programa, as disciplinas, o professor. O aluno apenas executa as prescrições que lhe são fixadas por autoridades exteriores". É como se houvesse uma missão catequética e unificadora da escola. Para ela

Programas minuciosos, rígidos e coercitivos. Exames seletivos, investidos de caráter sacramental. O diploma consiste, nessa visão, em um princípio organizador e na consagração de todo o ciclo de estudos. O método de recitação e as espécies de conteúdo ensinadas derivam de uma concepção estática de conhecimento (Mizukami, 1986, p.17)

A abordagem tradicional, ao longo dos tempos, vem sofrendo muitas críticas, entretanto é significativo esclarecer que esse modelo de ensino tem seu valor e a sua importância no contexto educacional. Muitas vezes, os autores não explicitaram bem os contextos colocados e, dependendo dos objetivos abordados pelos professores, a exposição de alguns temas é pertinente e necessária em muitas ocasiões. Às vezes, uma aula expositiva é mais significativa do que uma tida como progressiva. O professor pode expor de maneira significativa e pode fazer conexões momentâneas com a prática, sem ser um professor que impõe seu modelo. Trata-se de uma exposição dialogada, de muito respeito e de acolhimento ao aluno.

O grande problema na abordagem tradicional é a ausência do diálogo e a presença constante de um professor que não deseja aproximar-se do aluno por medo ou insegurança de que essa aproximação dê margem a uma reflexão fora de seu domínio, ou seja, aquele que não aceita um erro e perde uma grande oportunidade de aprender com os erros. O ato de ensinar é também o de aprender, em que todos ensinam e todos aprendem. Nessa perspectiva, para mudar essa situação, é necessário que o professor entenda que a Física é uma área de conhecimento fruto de toda construção humana, que, na interação com o meio natural, social e cultural, o indivíduo aprende e se desenvolve.

## **2.2 A construção de conceitos científicos em Física e o espaço escolar**

A escola é um local privilegiado e fértil destinado a manter a cultura e a produção de conhecimentos, potencializando, assim, o desenvolvimento da aprendizagem de conceitos



científicos e a compreensão dos fenômenos físicos. A respeito de conceito, Vygotsky (1998, p. 83) esclarece que

(...) um conceito é algo mais do que a soma de certas ligações associativas formadas pela memória, é mais do que um simples hábito mental; é um complexo e genuíno ato de pensamento, que não pode ser ensinado pelo constante repisar, antes pelo contrário, que só pode ser realizado quando o próprio desenvolvimento mental da criança tiver atingido o nível necessário. Em qualquer idade, um conceito encarnado numa palavra representa um ato de generalização. Mas o significado das palavras evolui e, quando a criança aprende uma nova palavra, o seu desenvolvimento mal começou: a princípio a palavra é uma generalização do tipo mais primitivo; à medida que o intelecto da criança se desenvolve é substituída por generalizações de tipo cada vez mais elevado — processo este que acaba por levar à formação dos verdadeiros conceitos. O desenvolvimento dos conceitos, dos significados das palavras, pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar.

A formação de conceitos tem início com a aquisição da fala e tem sua construção plena na adolescência. Tal teórico observa que a fala acompanha a atividade prática e tem um papel importante na sua realização. E, nos seus experimentos, ele demonstrou dois fatos importantes, como

(1) A fala da criança é tão importante quanto a ação para atingir um objetivo. As crianças não ficam simplesmente falando o que elas estão fazendo; sua fala e ação fazem parte de uma mesma função psicológica complexa, dirigida para a solução do problema em questão.  
(2) Quanto mais complexa ação exigida pela situação e menos direta a solução, maior a importância que a fala adquire na operação como um todo. Às vezes a fala adquire uma importância tão vital que, se não for permitido seu uso, as crianças pequenas não são capazes de resolver a situação. (op. cit., p.28)

Para esse teórico, a educação escolar é fundamental no desenvolvimento da atividade cognitiva e fala em dois tipos de conceitos, o espontâneo e o científico. E este último se adquire em grandes proporções na escola e se diferencia dos espontâneos em que o indivíduo aprende fora da escola, de forma assistemática. A consciência se desenvolve a partir dos conceitos científicos e depois são transferidos a outros conceitos. Portanto, numa perspectiva vygotskyana, há uma grande valorização do papel da escola como um local excepcional em que o indivíduo se apropria da cultura humana.

Para Sforni (2004), há uma grande discussão no cenário escolar sobre o uso do conhecimento espontâneo, que deve ser aproveitado pelo professor em sala de aula, entretanto ela lembra que o papel da escola não é ficar restrito ao pensamento natural, mas proporcionar a passagem desse conhecimento para o conhecimento científico.

[... ] no entanto, é preciso considerar que, embora seja necessário valorizar o conhecimento cotidiano no processo pedagógico, verifica-se, em algumas pesquisas, uma polarização entre “saber cotidiano” e “saber escolar”, enfatizando de forma unilateral a utilização do saber cotidiano, e gerando, com isto, o fenômeno da supervalorização do saber cotidiano em detrimento da sua relação com o saber escolar (GIARDINETTO, 1999, p. 58).

Baseada no pensamento vygotskyano, ela reforça que o conhecimento espontâneo é essencial para aquisição do conhecimento científico, tendo em vista que existe entre esses dois conceitos uma relação em que se influenciam constantemente, pois, à proporção que os conceitos científicos evoluem, os conhecimentos espontâneos também se desenvolvem.

Nessa perspectiva, é na escola que os indivíduos são desafiados na compreensão dos sistemas de concepções científicas e se conscientizam dos processos mentais. Eles vão aprender a lidar com conceitos científicos que possibilitam novas formas de pensamento e, assim, poder interferir de forma crítica e autônoma em seu meio social.

Vygotsky (1988) valoriza bastante o acesso do indivíduo à escola. Rego (1995, p. 105), comentando o fato de o indivíduo não ir à escola e não ter acesso a ela, considera que isso não ajuda na sua formação, o que “significa um impedimento da apropriação do saber sistematizado, da construção de funções psicológicas mais sofisticadas, de instrumentos de atuação e transformação de seu meio social e de condições para a construção de novos conhecimentos”.

É na escola que o sujeito aprende a pensar e a acessar o conhecimento elaborado. Assim, ela impulsiona o desenvolvimento das capacidades do aluno para buscar o significado das palavras e o seu verdadeiro sentido que se embasa e se contextualiza de acordo com a cultura. Nesse sentido, Pascual; Dias (2004, p. 122) se pronunciam:

A cultura torna o significado das palavras compreensíveis dentro de um grupo cultural através da generalização e, ao mesmo tempo, caracteriza os objetos enunciados, organizando-os em classes. A palavra sapatos na nossa cultura nos remete a objetos que usamos nos pés, contudo, também os diferencia de luvas. Além do significado, as palavras possuem, diz Vygotsky um sentido, isto é, as palavras possuem, além do significado, um aspecto pessoal para cada indivíduo, sapatos lembram machucado no pé para uma determinada pessoa e, para outra, a festa onde usou um par de sapatos novos.

Para Vygotsky, há uma relação de independência entre as palavras e os sentidos no desenvolvimento do conceito de discurso interior. E Lomônaco (1997, p. 27) mostra que

Se no discurso interior há predomínio do sentido sobre o significado, o que dá sentido às palavras é o contexto, a somatória de sentidos que ela guarda, inclusive, todos os sentidos afetivos. O significado é somente uma das zonas do sentido, estável e invariável que se potencializa durante o discurso oral, precisando do contexto para se particularizar. Se construirmos os sentidos da palavra através das experiências no mundo, esses sentidos estão carregados do afeto que as palavras contêm para cada indivíduo e do contexto que este indivíduo vive.

Assim, o significado das palavras se transforma e vai se tornando cada vez mais próximo dos conceitos culturalmente estabelecidos. Há o significado propriamente dito e aquele que é próprio para cada indivíduo da sociedade. No primeiro significado, todos compartilham do desenvolvimento dessa palavra. E, no outro, o significado tem a ver com cada indivíduo e, conforme Rabelo (1998, p. 59), “tem a ver com as relações no que diz respeito ao contexto de seu uso e às vivências afetivas do sujeito”. O autor fala da palavra praça, por exemplo, que significa um lugar com bancos e árvores para o lazer das pessoas. Mas, tal vocábulo pode variar de significado, conforme a experiência que uma pessoa tem de um local como esse. E ele diz que “será diferente para uma criança que deseja apenas um lugar para brincar e para um adolescente que deseja marcar um encontro”. E ainda faz a seguinte consideração: “mas, às vezes, provoca na maioria das pessoas, uma sensação de medo, de pavor, de ignorância, de incompetência, de admiração por quem gosta dela.

### **2,3 O papel do professor de Física como mediador no processo de ensino: contribuições de Vygotsky**

Os trabalhos de Vygotsky oferecem grandes contribuições para a ação pedagógica e para a formação docente em Física, promovendo o aluno como um ser ativo na sua aprendizagem. Nessa concepção, o professor desempenha um papel muito significativo em sala de aula e assume o papel de elemento mediador das interações tanto entre os alunos como entre eles e os objetos de conhecimento. Ele deve promover situações instigantes para aguçar a curiosidade dos alunos e desencadear os processos contidos na zona de desenvolvimento proximal. Suas intervenções devem ser no sentido de o aluno avançar, reestruturar-se, reorganizar-se bem em termos de ampliação dos conhecimentos. Rego (1995,p.105) entende que o pensamento desse teórico inspira reflexões na

questão da formação dos professores e precisa ser mais ouvido; com isso, poderá haver uma escola diferente. E assim se pronuncia:

Uma escola em que as pessoas possam dialogar, duvidar, discutir, questionar e compartilhar saberes. Onde há espaço para transformação, para as diferenças, para o erro, para as contradições, para a colaboração mútua e para a criatividade. Uma escola em que professores e alunos tenham autonomia e possam pensar, refletir sobre o seu próprio processo de construção de conhecimento e ter acesso a novas informações. Uma escola em que o conhecimento já sistematizado não é tratado de forma dogmática e esvaziado de significado.

Promoverá, assim, o desenvolvimento de cidadãos críticos e sujeitos de transformação da realidade, menos acomodados e alienados. Nesse sentido, Duarte (2000, p. 285) adverte e exorta os educadores de forma bastante crítica e comprometida sobre como se deve estudar Vygotsky e seus colaboradores nos tempos de modernidade, dentro de um nível de consciência e de crítica em relação às formas de dominação e de alienação a que a sociedade se acha submetida. Ele nos diz:

Estudar Vygotsky e demais integrantes dessa escola da psicologia soviética só tem sentido, atualmente, para aqueles que não pretendam fortalecer o universo ideológico e neoliberal e pós-moderno, se esse estudo fizer com que nós, educadores, professores de todos os níveis da educação escolar nos tornemos mais críticos em relação às formas de alienação às quais estamos submetidos como indivíduos que vivem e trabalham no interior de relações sociais capitalistas e às quais também estão submetidos nossos alunos. Essa crítica à alienação só poderá avançar se articulada a movimentos coletivos organizados voltados para a implementação de mudanças radicais na estrutura política e econômica de nossa sociedade.

Diante de tudo isso, o autor fala que aí sim se pode afirmar que o ato de ensinar se constitui em um ato político, consciente e provocativo que é realizado pelo professor com “ a responsabilidade de transmitir aos alunos o que de mais elevado e rico exista no conhecimento humano (científico, artístico e filosófico)”. Nesse sentido, a presença do professor em sala de aula se torna imprescindível e o educador jamais pode ser substituído por qualquer outro recurso material ou tecnológico que valha.

## **2.4 O conceito de eletricidade: um pouco da sua história**

A nova lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), promulgada em dezembro de 1996, em seu artigo 26, destaca que “ os currículos do ensino fundamental e médio devem ter uma base nacional comum, a ser complementada em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar,

por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais, da cultura, da economia e da clientela”(2010). Além disso, estabelece uma divisão do conhecimento escolar para o currículo do ensino médio em três subáreas temáticas: Linguagens, códigos e suas tecnologias; Ciências da Natureza, matemática e suas tecnologias e Ciências humanas e suas tecnologias, orientando os professores para a utilização de uma prática pedagógica baseada na interdisciplinaridade e na vida cotidiana, no sentido de promover um ensino de qualidade que atenda às necessidades para o exercício da cidadania.

Já os Parâmetros Curriculares Nacionais (1998) destacam a necessidade de promover um ensino que construa os referências nacionais comuns ao processo educativo em todas as regiões brasileiras, mas que também respeite a diversidade regional, cultural, política de cada região. Quanto ao ensino de Física, orienta que possibilite ao aluno a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais. Para tanto, é essencial que os conceitos sejam explicitados como um processo historicamente construído, no sentido de evitar uma concepção fragmentada e distorcida dessa ciência. Nesse sentido, a seguir é abordada a construção histórica do conceito de eletricidade, que foi o foco de estudo desta dissertação de mestrado.

A eletricidade se divide em três partes: eletrostática (estuda as cargas elétricas em repouso); eletrodinâmica (estuda essas cargas elétricas em movimento, que é também chamada de corrente elétrica) e eletromagnetismo (estuda a corrente elétrica gerando um campo magnético).

A história começa com o filósofo grego Tales de Mileto em 41 a.C., que, ao esfregar um pedaço de resina fóssil (denominada âmbar-amarelo) num pedaço de pano, percebeu que a resina adquirira uma força de atração com corpos leves: pedaços de folhas secas ou os fios de cabelo. Essa atração, estranha propriedade adquirida pelo âmbar (eléctrons, em grego), foi a origem de uma nova ciência denominada de eletricidade.

Quinze séculos mais tarde, o experimento de Mileto seria completado pelo físico e médico inglês William Gilbert, que, no ano de 1600, criou o termo eletricidade. Ele descobriu que outros materiais, ao serem friccionados, poderiam atrair substâncias, conforme acontecera anteriormente com o âmbar. Foi somente a partir desse momento que surgiram observações mais cuidadosas para explicar esses fenômenos.

Nicolau ( 2010, p. 15) afirma que

A ideia do fluido elétrico e dos dois tipos de eletricidade permaneceu por muito tempo, e a ciência eletricidade se desenvolveu bem, sem que se soubessem a real natureza dos fenômenos elétricos. A partir de 1911, com a descoberta do elétron, partícula elementar constituinte da matéria, é que se pode explicar o que acontecia de fato quando um corpo se eletrizava”. Isto realmente aconteceu no século XX, quando se pode conhecer melhor o átomo.

Em 1663, o cientista alemão Otto Von Guericke construiu a primeira máquina eletrostática, constituída por uma esfera de enxofre em cima de um eixo, com a função de transformar a energia mecânica em energia elétrica. Em 1730, o físico inglês Stephen Gray (1666 – 1736) descobriu que era possível eletrizar um corpo já eletrizado e que isso podia ser feito à distância através de fios de material adequado. Nesse período, surgem os seguintes termos: condutores (materiais conduzem a eletricidade) e isolantes (materiais que não conduzem eletricidade).

Em 1733, o químico francês Charles Dufay (1698 – 1739) propôs a existência de duas eletricidades diferentes, sendo uma chamada vítrea e a outra de resinosa. Em 1752, o físico norte-americano Benjamin Franklin (1706 – 1790) mostrou que o trovão era elétrico, quando fez voar uma pipa durante uma tempestade, observando que a eletricidade foi captada e conduzida pelo fio. Ele foi o primeiro a utilizar os termos positivo e negativo na eletricidade.

Posteriormente, em 1786, Luigi Galvani, professor italiano de medicina e anatomia, verificou que as coxas de uma rã contraíam-se após serem separadas do corpo quando depositadas em um suporte de ferro. Esse fenômeno, ele chamou de eletricidade animal, entretanto não soube explicar o motivo para tal fato.

A ampliação do fenômeno aconteceu mais tarde com o físico italiano Alessandro Volta, que ao colocar dois metais distintos imersos em um líquido condutor de corrente, observou que gerava eletricidade. Então, concluiu que não precisava ser tecido animal para provocar tal fenômeno.

Em 1784, Charles Augustin Coulomb (1736 – 1806), físico francês pertencente à alta aristocracia e engenheiro militar, iniciou uma série de experimentos utilizando uma balança muito sensível denominada “balança de torção”. Ele descobriu a força exercida entre duas cargas elétricas, dando o nome de Lei de Coulomb.

A partir de 1840, Karl Friedrich Gauss (1777 – 1855), matemático alemão, mostrou por meio de equações matemáticas que existe uma relação entre o fluxo elétrico e a quantidade de carga elétrica em uma superfície fechada.

André Marie Ampère (1775 – 1836), físico e matemático francês, se destacou também em química, filosofia e psicologia. Mas foi na eletricidade que desenvolveu a lei que estabelece a regra que determina o sentido do campo magnético gerado por uma corrente elétrica. Descobriu que a atração e a repulsão magnética não acontecem apenas em ímãs naturais, mas também entre correntes elétricas em condutores paralelos. Neste período, o físico James Prescott Joule descobriu que a corrente elétrica, ao atravessar um condutor, gera calor, chamando esse fenômeno de “efeito Joule”.

Georg Simon Ohm (1789 – 1854), físico alemão, mostrou que a corrente elétrica, quando atravessa um condutor ligado a uma diferença de potencial (d.d.p.), tem uma dificuldade chamada de resistência elétrica, que se define como a dificuldade de passar corrente em um condutor. A esse fenômeno, ele denominou de Lei de Ohm.

Após o final do século XVIII, o físico dinamarquês Hans Christian Oersted e o físico francês André Marie Ampère observaram que uma agulha magnética de sua bússola poderia desviar-se da posição original norte/sul quando estivesse perto de um condutor de energia elétrica e voltar à posição inicial ao ser afastada dele. Esse fato permitiu perceber a conexão entre magnetismo e eletricidade. Após um ano dessa constatação, em 1821, o físico Ampère ampliou a discussão quando criou a “regra da mão direita”, que se tornou base para a orientação de uma agulha imantada no sentido da corrente.

Diante dessa breve explanação, pode-se observar que a eletricidade teve um avanço maior a partir do século XVII. E isto se justifica por uma série de fatores, entre eles a incorporação, a experimentação sistematizada e a matematização de seus resultados, acarretando uma grande revolução na história da humanidade. Além do mais, é necessário a escola promover o desenvolvimento de uma visão epistemológica da Física como ciência do conhecimento científico relacionado à natureza que a cerca. O termo epistemologia tem suas origens no grego e significa: “episteme” (ciência) e “logos” (teoria ou estudo). Sobre isto, Bunge afirma:

[ ...] a epistemologia necessita ser reflexiva e crítica também dos métodos científicos, penetrando no mundo da ciência a fim de criticá-lo para melhor compreendê-lo e construí-lo sempre, sem perder de vista o caráter não só cultural, mas também político da epistemologia em nossos dias (BUNGE, 1980, p. 1)

Nessa concepção, os conhecimentos científicos devem ser abordados, tanto pelos fundamentos teóricos dos conteúdos como por experiências práticas, sempre relacionadas ao seu contexto histórico-social, no qual defende a Teoria de Vygotsky.

Um fato que marcou bem o avanço da eletricidade, ainda no final do século XX, lembrado por Kazuyito (2007), que é a nanotecnologia, já é um sucesso nos dias de hoje.

Tudo começou quando, após um jantar anual da American Physical Society, em 1959, o físico americano Richard P. Feynman (1918 – 1988), laureado com o prêmio Nobel em 1965, perguntou aos seus colegas: “Por que não podemos colocar todos os 24 volumes da Enciclopédia Britânica em uma cabeça de um alfinete?”. As reações foram as mais diversas, cita Kazuyito, alguns cientistas ficaram pasmos, enquanto que outros interpretaram aquela pergunta como mais uma das muitas brincadeiras que ele costumava fazer.

Mas o Senhor Feynman não estava brincando. Nas dimensões que ele propunha, as letras teriam cerca de dez átomos, o que agora é perfeitamente mensurável e possível de ser manipulado. Estava lançada a semente da nanotecnologia. Por incrível que pareça, a nanotecnologia é uma realidade nos dias de hoje e já é uma realidade em alguns setores.

Kazuyito (2007, p. 18) termina este artigo, com este comentário: “ Parece que, finalmente, a humanidade está chegando ao cerne da matéria, e as aplicações da nanotecnologia parecem não ter limites. Os cientistas imaginam nanorobôs criados para serem injetados em organismos humanos, a fim de curar determinadas doenças, como o câncer, em nível molecular”.

Portanto a Eletricidade em pouco tempo já mostrou que é a mais nova, mas também é ela que nos dá as maiores contribuições em todos os avanços da atual modernidade. Conhecer esta história com certeza dará muita motivação aos alunos de Física para instigar sua curiosidade.



### 3 METODOLOGIA DO ESTUDO

O capítulo delinea o tipo de pesquisa, os instrumentos empregados para a aquisição de coleta de dados, os procedimentos metodológicos praticados ao longo da pesquisa de campo, além de caracterizar o contexto em que foi realizada a investigação.

#### 3.1 Tipo de pesquisa

Para o desenvolvimento da investigação, foi utilizada a pesquisa bibliográfica e a pesquisa-ação, usada por meio da pesquisa de campo, sendo a tipologia delas de cunho predominantemente qualitativo. A esse respeito, Lüdke e André (1986) afirmam que, no enfoque qualitativo, há uma preocupação maior com o processo e não apenas com os resultados.

A pesquisa bibliográfica constitui uma etapa fundamental a qualquer procedimento científico e tem como papel influenciar as etapas de um trabalho científico, bem como a sua análise. É por meio dela que todo corpo do trabalho se estrutura, buscando os elementos que são essenciais nas teorias em que se baseia o trabalho. É formada, portanto, da seleção, do fichamento e de todo arquivo de informações que se relaciona com a pesquisa ora desenvolvida. Não concebe nenhuma investigação científica que não se referencie por uma intensa e rica pesquisa bibliográfica sobre o tema em questão. Nesse aspecto, Girão (2011, p. 68) comenta que

*A pesquisa bibliográfica é uma etapa importantíssima a todo trabalho científico, pois, além de influenciar toda a análise, fornecerá também o embasamento teórico necessário para o desenvolvimento do mesmo. Ela consiste em levantar, selecionar, arquivar e fichar informações pautadas no foco em questão. É fundamental que, antes de qualquer efetivação do trabalho científico, seja feita uma exaustiva pesquisa bibliográfica, possibilitando ao pesquisador escolher um método mais apropriado, além de conhecer as variáveis tornando a pesquisa mais autêntica.*

Nessa perspectiva, foram utilizadas nesta dissertação de mestrado diferentes fontes: livros, artigos científicos, revistas, sites e outros. Merecem destaque as obras de Vygotsky, que foram lidas e relidas, representando, assim, uma valiosa fonte para a concretização deste estudo.

Já a pesquisa-ação representa um tipo de procedimento científico em que o pesquisador está envolvido na investigação. Isso significa que o pesquisador se envolve com o problema que identificou, a tal ponto que se sente motivado a participar com toda a comunidade envolvida na solução do problema. A esse respeito, Girão (2011, p. 68), assinala que

A pesquisa-ação representa um tipo de pesquisa participante, que possibilita a compreensão do objeto em estudo no ambiente em que o fenômeno está inserido, com o intuito de não somente observá-lo e compreendê-lo, mas também de poder intervir na situação a fim de transformá-la.

Esse tipo de pesquisa, quando relacionada ao ensino, é importante por possibilitar que o professor reflita sobre a essencial epistemológica da ciência que ministra e suas possibilidades para sua prática docente, pois tem como principal qualidade o processo de intervenção por meio de um trabalho colaborativo, possibilitando, assim, mudanças no contexto envolvido (LIMA, 2007). Nessa mesma linha de pensamento, Franco comenta (2005, p. 501) que “[...] a pesquisa-ação pode e deve funcionar como uma metodologia de pesquisa, pedagogicamente estruturada, possibilitando não só a produção de conhecimentos novos para a área da educação, como também formando sujeitos pesquisadores, críticos e reflexivos”.

Diante disso, a investigação foi feita a partir do primeiro bimestre do ano de 2011, que correspondeu ao período de março a junho. Participaram do projeto 21 alunos do curso Técnico Integrado de Mecânica do Curso Tecnólogo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), na cidade de Fortaleza. A figura 1 ilustra o momento em que o pesquisador faz uma intervenção com a turma em uma situação de ensino.



Figura 1 – Pesquisador intervindo em uma situação de ensino. Fonte: Pesquisa direta

A escolha dessa escola se deu pelo fato de o pesquisador ser professor desta instituição de ensino há mais de vinte anos. A opção por essa turma deu-se pelo fato de o pesquisador ser professor desses alunos desde o semestre passado e por apresentar a disponibilidade para participar do projeto. Para sua efetivação, foram realizadas 5 oficinas pedagógicas temáticas desenvolvidas pelos alunos.

### **3.2 Oficina pedagógica temática**

A oficina pedagógica configura-se em um procedimento metodológico que permite a interação do aluno com o objeto em foco. Para Lima (2007), representa uma excelente oportunidade para provocar no aluno o interesse pelo assunto em estudo, fortalecendo, assim, a aprendizagem dos educandos, pois “se contrapõe ao ensino tradicional e considera o indivíduo como um organismo ativo, inteligente, em plena e permanente interação com o espaço em que vive” (LIMA, 2007, p. 60).

A realização das oficinas compreendeu duas etapas, sendo efetivada às quartas e quintas-feiras dos meses de maio e junho de 2011. A primeira parte foi destinada ao trabalho dos fundamentos teóricos de eletricidade e foi ministrada pelos alunos, nos dias 5, 18 e 26/5 e 8, 16/6/2011; já a segunda parte da oficina foi dedicada à avaliação da apresentação de cada subgrupo, que aconteceu nos dias 6, 19 e 27/5 e 9 e 17/6/2011. Os alunos foram divididos em cinco grupos menores, e cada subgrupo ficou responsável por elaborar e executar a oficina temática, sob a orientação do pesquisador. Houve o sorteio das temáticas entre os subgrupos. Cada encontro teve uma duração média de 1h 30min.

Em geral, a dinâmica das oficinas temáticas foi da seguinte forma: apresentação de um grupo e, no encontro seguinte, avaliação desse grupo em que se assistia à filmagem da apresentação de cada equipe. Esse segundo momento representou a oportunidade de o pesquisador trabalhar, na zona de desenvolvimento proximal, os tópicos considerados, por meio de uma relação dialética, utilizando o processo de mediação entre o pesquisador e o aluno ou entre alunos.

A idéia, com essa metodologia, foi proporcionar o significado social, histórico e cultural da eletricidade aos alunos, no sentido de provocar o motivo para a aprendizagem desse assunto. Como

sujeito de sua história, a intenção foi valorizar a cultura popular de cada um deles como ponto de partida para o desenvolvimento e aprofundamento dos conceitos científicos, conforme ressalta a teoria sociointeracionista.

É importante destacar que essa foi a primeira vez em que a metodologia empregada foi diferente do modelo tradicional e que os alunos em foco nunca tinham ministrado aula para os colegas. Além disso, ao longo do projeto, é válido observar que dois alunos abandonaram, ficando apenas 21, conforme os questionários.

O quadro 1 apresenta como ficou a distribuição das temáticas para cada subgrupo:

<b>Grupo</b>	<b>Temática</b>	<b>Nº de participantes</b>
1	Corrente elétrica, potência e energia elétrica	05
2	Resistores e leis de Ohm	04
3	Associação de resistores, medidas elétricas: amperímetro, voltímetro e multímetro	05
4	Geradores e receptores, fontes alternativas de energia: desenvolvimento sustentável	05
5	Capacitores e suas aplicações	04

Quadro 1 - Distribuição das temáticas por grupo

Fonte: Pesquisa direta

### 3.3 Contrato didático

Antes da realização das oficinas, nos meses de março e de abril de 2011, foram ministrados pelo pesquisador os conceitos teóricos de eletricidade, cuja dinâmica em sala consistia no modelo tradicional: teorias e exercícios. Nesse período, não foi utilizado nenhum experimento prático. Em seguida, o período de 24 a 30/4 foi dedicado ao planejamento em sala das oficinas com cada equipe, oportunidade em que foi elaborado o contrato didático pedagógico que norteou todo o processo da efetivação das oficinas.

A expressão contrato didático configura-se no conjunto de regras implícitas e explícitas estabelecidos no contexto da sala de aula entre professor e alunos. O professor tem o papel de

constituir e conduzir as regras a partir das situações de ensino por ele constituídas. Essa explicação foi utilizada pela primeira vez por Brousseau, em 1998 (BRITO MENEZES E CÂMARA DOS SANTOS, 2008). A seguir se apresentam as regras que foram estabelecidas:

- Todo o projeto seria realizado em sala de aula convencional ou no laboratório; a participação do pesquisador seria somente nas aulas destinadas à avaliação da apresentação de cada subgrupo;
- Todos deveriam participar da aula do colega, respeitando-a e valorizando-a;
- Seria obrigatória a utilização de, pelo menos, uma atividade de experimentação no presencial e de uma atividade de simulação através de animações por meio do computador. No que se refere às atividades presenciais, deveriam ser colocadas em locais estratégicos, para que todos pudessem ter uma visão clara do experimento. Já em relação à simulação, deveriam ser utilizados os recursos do data show para projeção do experimento;
- A organização dos slides deveria vir com informações precisas, sucintas e claras;
- A entrega dos exercícios deveria ser na forma de TD.
- Deveria haver o aviso antecipado à turma para trazer o livro texto, caso a equipe fosse utilizá-lo;
- O pincel usado deveria ser de cor preta ou de destaque, além das letras que deveriam ser bem legíveis.
- Dever-se-ia evitar o silêncio demorado em sala de aula, a não ser que os alunos estivessem lendo;
- A mudança de um apresentador para outro deveria ser o mais natural possível sem a necessidade de um aviso prévio;
- Deveria haver muito cuidado com as unidades nos gráficos e nas tabelas para defini-las corretamente.

### **3.4 Instrumentos de pesquisa**

Para a coleta de dados, foi aplicado um questionário, observação, registro no diário de campo, fotos e filmagem. É importante ressaltar que os alunos autorizaram a exposição de seus nomes e de suas faces. Entretanto, neste trabalho, o pesquisador resolveu preservar os seus nomes. Desse modo, eles foram batizados em ordem alfabética por: A1, A2, A3, ..., A21, respectivamente.

### ✓ **Questionário**

O questionário representa um instrumento importante e acessível a toda pesquisa científica, constituído por uma série de questões relacionadas ao tema em estudo. Vasconcelos (2011, p. ?) pontua que esse instrumento deve possuir uma linguagem acessível e clara para o público a quem se destina, evitando, assim, interpretações errôneas das perguntas. Além do mais, ressalta que o questionário deve conter as questões que são essenciais para a coleta de dados, nem muito curtos nem muito longos, mas na medida certa.

O questionário (apêndice 1) foi aplicado individualmente no dia 22/6/2011, com o objetivo de conhecer a opinião dos alunos acerca do procedimento metodológico adotado nesse estudo. O questionário foi semiestruturado e foi composto por 15 questões objetivas e abertas.

### ✓ **Observação**

A observação sinaliza um dos instrumentos mais populares em uma pesquisa científica, por possibilitar a aquisição de dados por meio da percepção do pesquisador sobre o contexto real. Segundo Girão (2010), esse instrumento é classificado como simples e participante: a simples significa que o pesquisador não se coloca no contexto de estudo, enquanto a participante representa que o pesquisador está inserido e faz parte dele, conforme apresenta a figura 2.



Figura 2: Pesquisador fazendo anotações no diário de campo

Fonte: Pesquisa direta

A imagem ilustra o pesquisador no processo de mediação com os alunos, fazendo anotações em seu diário de campo. Nesse caso, foi utilizada a observação participante.

### ✓ **Diário de campo**

O diário de campo configura-se como instrumento imprescindível a toda pesquisa científica. É destinado à anotação de falas, dúvidas, expressões, comportamento, entre outras. A esse respeito, Minayo (1993, p.100) expõe que

constam todas as informações que não sejam o registro das entrevistas formais. Ou seja, observações sobre conversas informais, comportamentos, cerimoniais, festas, instituições, gestos, expressões que digam respeito ao tema da pesquisa: fala, comportamentos, hábitos, usos, costumes, celebrações e instituições compõem o quadro das representações sociais.”

Segundo Girão (2010, p. ?), o diário de campo é um meio para a anotação de informações e de fenômenos importantes que ocorreram no contexto do estudo, no sentido de evitar futuros prejuízos à pesquisa em decorrência do esquecimento por parte do pesquisador. Desse modo, o registro no diário de campo deve ser frequente.

### ✓ **Imagem de fotografia**

A fotografia representa um recurso importante por permitir o registro de imagens sobre a realidade pesquisada, no entanto faz-se necessário que o pesquisador tenha conhecimento acerca da realidade exibida na imagem, no sentido de evitar interpretações errôneas sobre o contexto pesquisado. Esse pensamento é reforçado em Vasconcelos (op. cit., p. 77) quando assinala que

A produção e a utilização de imagens por meio de fotografias representam um artefato social e um recurso essencial à pesquisa científica, por proporcionar o registro de lembranças, comunicando idéias e acontecimentos, possibilitando sua contextualização histórico-social e cultural.

Desse modo, as oficinas foram fotografadas durante todo o seu desenvolvimento pelas equipes, na perspectiva de registrar ocasiões e eventos que foram significativos para a pesquisa.

## ✓ **Filmagem**

A filmagem, quando inserida em uma pesquisa científica, sinaliza um poderoso recurso para apreensão e registro de imagens essenciais ao estudo em pauta, permitindo ao pesquisador estudar e explicar os fatos de forma mais detalhada, além de possibilitar a descoberta de novos enfoques.

Nesse sentido, Vasconcelos (2010, p.78) comenta que " a filmagem possibilita ainda a ampliação e a transformação das qualidades, características e particularidades do objeto e sujeitos em estudo, dando à prática investigativa um suporte a mais, ou seja, um novo olhar". Nesse caso, a filmagem foi utilizada no desenvolvimento das 5 oficinas temáticas. É importante registrar que a utilização desse recurso só foi possível graças ao apoio da equipe do departamento de audiovisual multimeios do IFCE, que disponibilizou os equipamentos e técnico.

### **3.5 Caracterização da escola pesquisada**

O instituto foi criado oficialmente no dia 29 de dezembro de 2008, pela Lei nº 11.892, sancionada pelo então Presidente Luís Inácio Lula da Silva. O Instituto Federal do Ceará (IFCE) congrega os extintos Centros Federais de Educação Tecnológica do Ceará (Cefet/CE) e as Escolas Agrotécnicas Federais dos municípios de Crato e de Iguatu. É uma instituição de ensino público federal, muito conceituada, em que o aluno ingressa por meio de vestibular. Possui atualmente 12 campi em pleno funcionamento, assim distribuídos: Fortaleza, Cedro, Juazeiro do Norte, Acaraú, Canindé, Crateús, Limoeiro do Norte, Maracanaú, Quixadá, Sobral, Crato e Iguatu.

Para fortalecer o trabalho em prol de uma formação profissional mais adequada às demandas do mercado regional e ao desenvolvimento nacional, além dos 12 campi convencionais, há outras 11 unidades que reforçam a atuação pelo interior do estado. São os campi avançados de Aracati, Baturité, Jaguaribe, Tauá, Tianguá e Umirim e os núcleos avançados de Camocim, Caucaia, Morada Nova, Tabuleiro do Norte e Ubajara.

São oferecidos nesses campi e unidades cursos superiores tecnológicos, licenciaturas, bacharelados, além de cursos de pós-graduação, mais precisamente especialização e mestrado. Esse



instituto possui um quadro de aproximadamente 800 professores e 600 técnicos administrativos e mantém atualmente 37 modalidades de cursos técnicos, 17 de cursos tecnológicos, 10 de bacharelados, 7 de licenciaturas, além de 8 pós-graduações.

Em Fortaleza, local de pesquisa desta dissertação de mestrado, o IFCE tem amplas salas arejadas com quadro de fórmica branca. Possui 1 laboratório de ensino de Física e uma rede de laboratórios que dispõem de equipamentos de última geração e que possuem as seguintes funções: suporte aos alunos para a execução das tarefas práticas e suporte aos professores para a execução de pesquisas.

O curso Técnico Integrado de Mecânica Industrial forma profissionais na área da Indústria. Possui duração de dois anos. O estudante pode ingressar pelo exame de seleção, concorrendo às 30 vagas oferecidas por ano, ou, ainda, pela transferência de outros cursos técnicos ofertados em outras instituições. O estudante dessa área desenvolverá, ao longo da sua formação, competências e habilidades, como espírito crítico, criatividade e avançada formação tecnológica.

O curso tem como objetivo habilitar o aluno ao planejamento, controle e supervisão de processos de usinagem, montagem, instalação, manutenção e desenvolvimento de projetos de sistemas mecânicos. Ele poderá exercer atividades em empresas públicas e privadas que utilizem equipamentos mecânicos, pneumáticos, hidráulicos, eletromecânicos, inclusive os assistidos por computadores, tais como montadoras e concessionárias de veículos, empresas de ônibus, locadoras de automóveis e oficinas especializadas.

O curso capacita o estudante a desenvolver as seguintes atividades: analisar projetos de máquinas e equipamentos mecânicos; interpretar desenhos de mecânica geral; esboçar peças e conjuntos; conhecer métodos e processos de produção, de tecnologias de máquinas e ferramentas, materiais e processos de usinagem; aplicar corretamente as normas de mecânica relacionadas com a construção de máquinas e de aparelhos. As ocupações relacionadas ao curso são auxiliar de mecânica, analista de projetos, gerente de manutenção e supervisor.

O Curso Técnico em Mecânica Industrial forma profissionais na área da Indústria e, portanto, tem, em sua grade curricular, as disciplinas específicas e as básicas, pois o aluno pode

ingressar para fazer o ensino médio e o profissional, juntos em quatro anos, ou, já tendo aquele, faz apenas os dois anos de matérias específicas do curso.

Este projeto foi desenvolvido com os alunos que cursaram Física nos dois anos básicos, em que eles, em quatro semestres, têm oportunidade de ver toda a Física do Ensino Médio, tendo o departamento de Física do IFCE a tarefa de cuidar destas disciplinas: no primeiro semestre, a Mecânica; no segundo, uma parte de Mecânica que faltou e a Termologia; no terceiro, Óptica e Ondas; no quarto, Eletricidade, ocasião em que tive a oportunidade de conviver com esta turma, e, a partir daí, todas as disciplinas que contêm Física são ministradas pelo próprio departamento de Mecânica Industrial.

## 4 RESULTADOS E ANÁLISES DA PESQUISA

O capítulo descreve as apreciações coletadas a partir das oficinas pedagógicas e do questionário. Inicialmente, é feita uma breve descrição do desenvolvimento das oficinas pelas equipes. Depois é realizada uma reflexão acerca dessas atividades. Por fim, são apresentadas as interpretações das informações a partir do questionário aplicado aos alunos.

### 4.1 Dinâmicas das oficinas temáticas

O grupo 1 se apresentou no dia 5/5/2011 com o seguinte assunto: corrente elétrica, potência e energia elétrica. Inicialmente a equipe fez uma breve explanação sobre o conteúdo da teoria de corrente elétrica, a partir da definição do átomo e da carga elétrica, mostrando diferentes exemplos no sentido de pontuar a necessidade da d.d.p. para que haja corrente elétrica. Mostrou também simulações de correntes contínuas e alternadas, utilizando gráficos e exemplos práticos do cotidiano. Como exemplo, chamou a atenção dos colegas e comentou que a corrente das resistências é alternada e a de pilha e a de bateria são contínuas. A figura 3 representa a conferência do grupo.



Figura 3: Apresentação da equipe 01  
Fonte: Pesquisa direta

Os demais alunos tinham uma postura interativa, sem desconsiderar o combinado previamente, pois tudo era anotado e contava na avaliação, ou seja, havia o silêncio e a atenção no momento em que a teoria era ministrada, a permissão para perguntar, visto que essa intervenção interativa contava bastante e se notava um certo respeito à aula do colega, mas se percebia que existia muita alegria e curiosidade na sala de aula.

Em seguida, o grupo fez uma experiência de eletromagnetismo com uma pilha, em que um condutor em forma de espira circular, induzindo uma corrente elétrica e fazendo girar quando ligada a uma pilha (d.d.p), mostrava o princípio dos geradores elétricos. A figura 4 ilustra a equipe realizando a demonstração do experimento para a turma.



Figura 4: Experimento com sucatas (Equipe 1)  
Fonte: Pesquisa direta

Pela quantidade de perguntas surgidas ao longo dos experimentos, percebe-se uma motivação devido à relação direta entre a teoria e a prática do cotidiano. E, em muitas das perguntas pertinentes à aplicação da prática, o professor teve de intervir, pois fugia um pouco aos conhecimentos da equipe, visto que o universo da Física é vasto, mas sempre havia uma preocupação do professor em não comprometer a exposição dos alunos, procurando comentar o mínimo possível e voltar à palavra para que a turma desse continuidade à fala dela.

Para melhorar o entendimento sobre o assunto, a equipe apresentou outro experimento constituído por sucatas e fios, formando um circuito simples. Com a utilização de um amperímetro e de um voltímetro, comprovou a medida da corrente elétrica e a d.d.p. na lâmpada quando acesa. Chamou alguns alunos para manipular o experimento, fazendo questionamentos para explicar o seu funcionamento a partir da teoria exposta anteriormente. Nesse contexto, houve um momento rico de

discussão e de interação entre os alunos. O pesquisador se manifestou duas vezes para ajudar a esclarecer alguns pontos.

Posteriormente, o grupo exibiu um vídeo acerca de geradores como a hidrelétrica, a solar e a eólica, ilustrando a importância da d.d.p. para gerar corrente elétrica. Em seguida, por meio de slides, o grupo discutiu o conceito de potência e o de energia elétrica, seguidos de exercícios. Nesse momento, houve pouca interação da equipe com a turma.

No dia 6/1/2011, toda a turma se reuniu para assistir à filmagem da equipe 1. A princípio, o pesquisador chamou a atenção dizendo que essa etapa da oficina representava um momento rico para o crescimento intelectual de todos no aprofundamento dos conteúdos. Houve muita intervenção tanto entre os alunos como entre os alunos e o pesquisador.

A segunda equipe se apresentou no dia 18/5/2011 com a temática resistores e leis de Ohm. A equipe iniciou a aula definindo resistência elétrica por meio de slides, mostrando situações em que a dificuldade de passagem de corrente elétrica possibilitava a geração de energia térmica. As equações desse fenômeno foram apresentadas. Logo após, foi abordada a primeira lei de Ohm, seguida de exercícios no quadro com pincéis coloridos. Foram apresentados também os instrumentos de medida, por meio dos slides, como o amperímetro e voltímetro. A equipe interagiu muito bem com a turma. A figura 5 mostra a equipe se apresentando, e é possível ver a motivação pela vestimenta dos grupos, procurando uniformizar suas atitudes perante o público.



Figura 5: Apresentação da equipe 2 -Fonte: Pesquisa direta

A segunda Lei de Ohm foi mostrada, dando ênfase, logo em seguida, à resistividade. Foi apresentado exercício simulando o uso de um reostato, em que o brilho de uma lâmpada variava, quando passava por variação a resistência elétrica. A variação da resistência com a temperatura foi mostrada por meio de equações. Para reforçar essa discussão, a equipe exibiu um vídeo em que mostrou a relação entre a variação da resistência e o brilho da lâmpada.

Como exemplo prático do cotidiano, a equipe explicou o funcionamento do secador de cabelo e o do ferro elétrico. Foi apresentada uma torradeira desmontada para ilustrar os fios que determinavam as resistências elétricas do aparelho. Na ocasião, houve discussão e interação com a turma. Para encerrar a oficina, a equipe mostrou que o grafite e o Bombril ficavam incandescentes quando ligados a uma pilha, explicando que esses materiais funcionam como uma grande resistência elétrica. A equipe foi aplaudida pela turma. A figura 5 mostra o momento da realização do experimento desse grupo.



Figura 6: Experimento com sucatas (Equipe 2)

Fonte: Pesquisa direta

No dia seguinte, 19/5/2011, foi exibida a aula da equipe 2, como mostra a figura 6, em que houve uma discussão sobre os aspectos importantes apresentados por esse grupo. O pesquisador foi o mediador desse debate, a fim de gerar aprendizagem em sala.

Mais uma vez, o comportamento da turma, nessa ocasião, foi de muito questionamento, pois as experiências deixavam curiosidades e dúvidas. Houve também a intervenção, mais de uma vez,

do professor como mediador, fazendo que a aula transcorresse com uma certa tranquilidade, visto que uma dúvida tirada acaba, momentaneamente, com as ansiedades comuns nos alunos.

A terceira equipe se apresentou no dia 26/5/2011 com o conteúdo de associação de resistores e medidas elétricas: amperímetro, voltímetro e multímetro até Ponte de Weatstone. A equipe começou fazendo uma revisão da aula passada, com o intento de relembrar o conteúdo de resistência elétrica. Foi abordado o conteúdo de resistores associados em série, e tal ação foi acompanhada por exercícios. A equipe questionou bastante a turma.



Figura 7: Apresentação da equipe 3  
Fonte: Pesquisa direta

Depois a equipe apresentou o conceito de associação de resistores em paralelo, potência e energia elétrica. A turma foi desafiada por meio de exercícios que tratavam desses assuntos. À medida que os exercícios eram resolvidos no quadro por um componente do grupo, os outros incentivavam os demais colegas de turma a responderem os questionamentos em voz alta e em coro, contagiando, assim, a todos. Após esse momento, a equipe apresentou um vídeo em que simulou a associação em série e em paralelo ao mesmo tempo, utilizando uma lâmpada, numa associação mista. Logo depois, foram feitos exercícios no quadro.

Para finalizar a oficina, a equipe mostrou circuitos simples, com o uso de sucatas de lâmpadas de árvore de Natal, pedaços de fios e instrumentos de medidas, como o amperímetro e o voltímetro. A turma ficou muito entusiasmada com o experimento, pois a equipe solicitava que a

turma viesse verificar no visor dos aparelhos o mesmo resultado encontrado por meio de equações. A figura 6 retrata a equipe 3 realizando o experimento em sala.

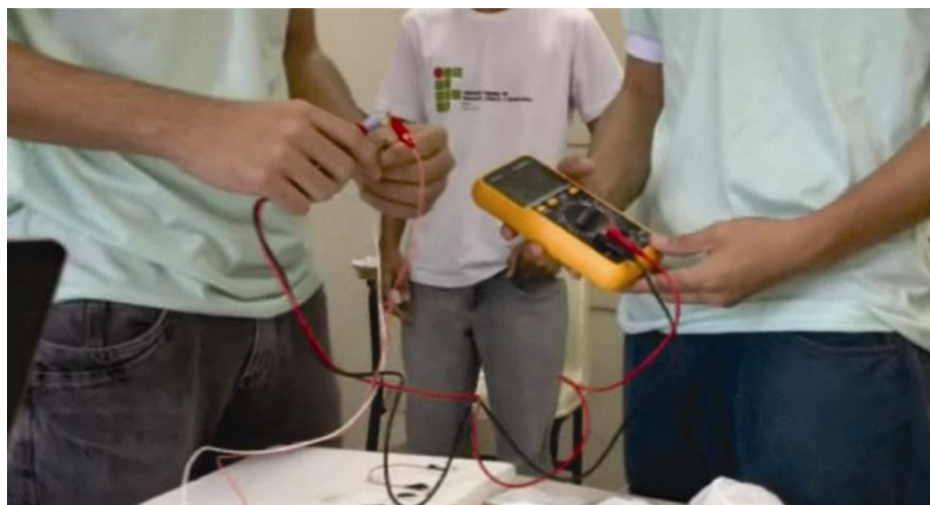


Figura 8: Experimento com sucatas (Equipe 3)  
Fonte: Pesquisa direta

Na aula seguinte, 27/5/2011, todos assistiram ao vídeo da equipe 3. Todo o conteúdo foi revisto e discutido com o pesquisador, que promoveu as mediações cabíveis com a turma, corrigindo algumas falhas por ventura ocorridas na apresentação estampada na figura 8.

Como se pode ver, a equipe mostrou as medidas de vários resistores retirados de aparelhos e de muitas lâmpadas de árvore de Natal, despertando, assim, a curiosidade dos alunos para compararem os resultados com os resolvidos no quadro, quando se utilizaram os valores nominais da sucata para os problemas. A experiência em paralelo com os exercícios tornou a Física mais real, e isso aguçou muito a curiosidade, motivando o aluno a aprender fazendo, dando mais segurança ao aluno em seu aprendizado. Nessa equipe, o professor interveio pouco, apenas naqueles momentos de dúvida quanto à medida e sua aproximação matemática para garantir a proximidade da teoria com a prática.

A quarta equipe se apresentou no dia 8/6/2011 com a temática geradores e receptores e fontes alternativas de energia: desenvolvimento sustentável. A equipe iniciou, após a apresentação, vista na figura 09, com uma dinâmica que motivou bastante o grupo que assistia à exibição. Foi colocada uma música e foi solicitado à turma que verificasse o seu número, que se encontrava embaixo da cadeira e que seria utilizado no decorrer da aula.





Figura 9: Apresentação da equipe 4  
Fonte: Pesquisa direta

A equipe definiu, por meio de slides, o conceito de capacitância em função das dimensões do capacitor. Nesse momento, chamou o número 1 para fazer alguns questionamentos sobre o assunto. Foi bem interessante. Em seguida, foi explicada a carga do capacitor, e outro aluno foi chamado. Com um brinquedo, o aluno convidado levou um choque. A equipe, então, explicou que esse fato decorria do acúmulo de carga armazenado no capacitor. Foram apresentadas as equações e exercícios. Exemplos do cotidiano foram dados sobre o assunto, como o funcionamento do flash de uma máquina de fotografia, a ignição de um carro, a lâmpada fluorescente e outros. Depois a equipe falou de energia acumulada, acompanhada por exercícios.

A equipe mostrou uma experiência, em que houve o uso de capacitores em série e em paralelo, ligados por fios, o voltímetro e o amperímetro. A ideia, com essa prática, foi mostrar para a turma que, quando a d.d.p. é constante e a corrente é nula, o capacitor fica completamente carregado. Posteriormente, a equipe fez o capacitor explodir ao adicionar cargas cada vez maiores, mostrando que existe em cada capacitor um limite de ruptura. Todos estavam atentos ao experimento, especialmente, após a explosão. A figura 10 ilustra a aula prática desenvolvida por esse grupo.

O comportamento dos alunos no processo realizado foi de muita interação, pois o assunto **capacitor** tinha tudo a ver com o cotidiano de todos os que ali estavam presentes, principalmente porque já era esperado na teoria abordada anteriormente. Tanto é que, logo após, foi pedido a quem

se submetesse a comentar esse limite, e dois alunos se posicionaram bem dentro do contexto, demonstrando que a teoria foi bem relacionada com a prática.



Figura 10: Experimento com sucatas (Equipe 4)  
Fonte: Pesquisa direta

Na aula seguinte, 9/6/2011, foi o momento de assistir ao vídeo da aula da equipe 4. Na ocasião, as dúvidas foram esclarecidas pela equipe e pelo pesquisador, fazendo um grande retorno da teoria de capacitores.

A quinta e última equipe se apresentou no dia 16/6/2011 com o seguinte assunto: capacitores e suas aplicações. A aula foi realizada no laboratório, como se pode observar na figura 11. A aula foi iniciada com uma discussão sobre geradores, apresentando figuras de hidrelétrica e de termelétrica, explicando o seu funcionamento. Depois foi apresentado um vídeo abordando a energia eólica, cujo funcionamento ocorre por meio dos aerogeradores. Foi pontuado que as praias do Ceará têm produzido esse tipo de energia.



Figura 11: Apresentação da equipe 5 - Fonte: Pesquisa direta

O momento marcante da apresentação dessa equipe se deu quando ela utilizou equipamentos do laboratório como o gerador de Van Der Graff e outros utensílios para a indução de cargas elétricas necessárias à compreensão de um gerador. Com um bastão de cabo isolante e com uma esfera condutora, ao aproximar o cabo do gerador carregado, viam-se raios do bastão ao gerador. Ouviam-se os estalados dos raios de indução ao aproximar-se o bastão da esfera do gerador. A turma observou o cabelo se arrepiar, quando em contato com a esfera condutora blindada do gerador, assim como a lâmpada fluorescente ascender em contato com o gerador.

Houve uma grande interação com a turma, que questionava e queria realizar as práticas. A figura 12 apresenta o experimento desenvolvido pelo grupo que, mesmo utilizando o laboratório, trouxe uma gama de sucata para complementar a sua apresentação com os equipamentos existentes, como uma lâmpada fluorescente na presença do gerador de Van Der Graff.



Figura 12: Experimento com sucatas (Equipe 5)  
Fonte: Pesquisa direta

Em seguida, houve exercícios nos moldes do ENEM sobre energia gerada limpa, proporcionando uma discussão sobre desenvolvimento sustentável. Houve bastante questionamento feito por todos. O pesquisador também participou da discussão, pois o assunto era contagiante. Para finalizar, a equipe apresentou os vídeos em que mostrava o experimento com o gerador de Van Der Graff e o desenho animado do Mister Bien. Isso fez compreender, descontraidamente, a indução e a atração de corpos carregados. Foi interessante e providencial a exibição desses vídeos.

#### ✓ Principais percepções das oficinas

As oficinas pedagógicas, em geral, representaram momentos férteis à aprendizagem, pois os alunos foram estimulados a tomarem para si, conforme propõe a teoria de Vygotsky, o desafio de planejar e de executar as oficinas, buscando diferentes recursos como livros, sucatas, computadores e outros recursos. Nesse processo, diferentes problemas foram explorados e investigados coletivamente pelos alunos, sem, necessariamente, seguir a ordem em que normalmente aparecem nos livros didáticos.

A realização das oficinas pelos alunos também representou um fator imprescindível para o crescimento intelectual da turma, pois promoveu a habilidade verbal de argumentação de cada um deles. E, nesse processo, o professor teve o papel fundamental na condução do diálogo, de forma a originar o desenvolvimento da aprendizagem e do conhecimento científico em foco. Para Girão (op.

cit., p. 71), esse tipo de procedimento “ possibilita a interação entre professor e aluno, utilizando o diálogo como fio condutor para envolver todos os participantes na discussão, promovendo, assim, o processo de formação de ideias e de conceitos” e o desenvolvimento da autonomia dos alunos. Além disso, os erros cometidos pelos alunos, ao longo do processo, sinalizaram etapas importantes para a construção do conhecimento, especialmente quando foram discutidos e esclarecidos no dia seguinte, após a realização das oficinas, com a exibição das filmagens.

Nesse sentido, a sala de aula convencional e o laboratório, por meio das oficinas, possibilitaram aos alunos levantar hipóteses, desenhar soluções, descrever seus raciocínios e legitimar as próprias conclusões, representando, assim, ambientes favoráveis à aprendizagem. Assim, pode-se dizer que o ensino de eletricidade para esses alunos girou em torno da investigação e reflexão.

## **4.2 Análise do questionário**

O questionário foi agrupado em duas partes para melhor analisar os dados adquiridos. A primeira parte, chamada de “diagnóstico”, refere-se às questões de 1 até 6, e é essa uma ação importante, pois se refere à composição do perfil da amostra investigada, quanto à idade, repetência, disciplina que se identifica e outros; a segunda parte, chamada de “avaliação das oficinas”, contempla as questões 7 até 12. Essa etapa teve como objetivo conhecer as opiniões dos alunos acerca das dinâmicas desenvolvidas por eles nas oficinas pedagógicas, além de saber quais elementos o professor de Física deve desenvolver para realizar um bom trabalho.

### **Primeira parte: diagnóstico**

A primeira questão indaga a faixa etária dos alunos. O gráfico1 mostra que 5% da turma possui 15 anos de idade, 5% têm 16 anos, 24% possuem 17 anos e 66% têm idade igual ou maior a 18 anos.

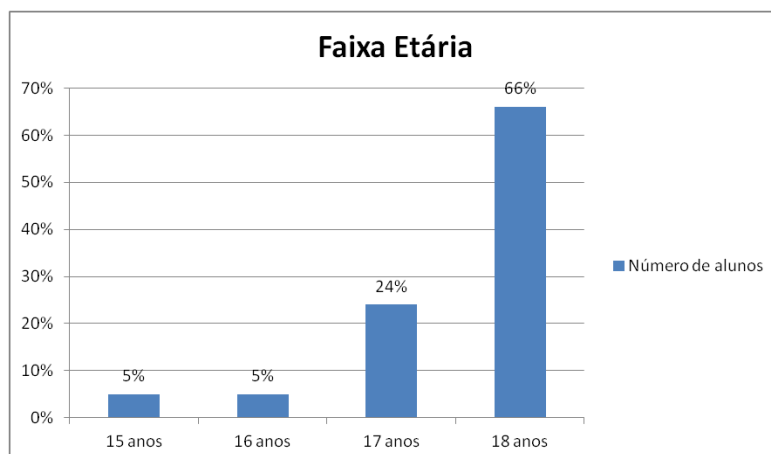


Gráfico 1 – Faixa etária  
Fonte: Pesquisa direta

A segunda questão pergunta ao aluno se é repetente na disciplina em foco. A importância desse questionamento consistiu em conhecer os alunos que não estavam acompanhando o semestre no período regular, pois estudos como o de Luz (2008) mostram que as qualidades do aluno repetente são inferiores aos de seus companheiros que progrediram nas mesmas condições. O aluno repetente, de certa forma, fica desestimulado aos estudos. No nosso caso, provavelmente, o aluno que repete teria dificuldade de tomar para si a oficina pedagógica como motivo para a aquisição da aprendizagem. O gráfico 2 mostra que 21 alunos, isto é, 90 % dos educandos da turma não são repetentes e 2 % o são e abandonaram o projeto em andamento

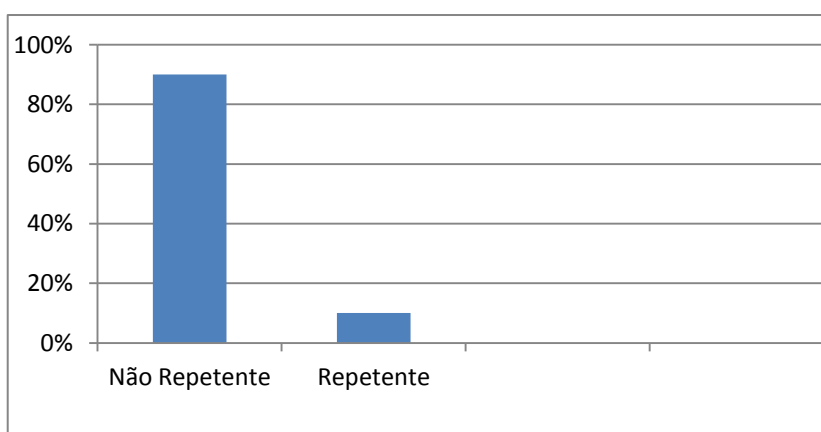


Gráfico 2 – Taxa de repetência Fonte: Pesquisa direta

A terceira questão indaga se o aluno gosta ou não da disciplina de Física, pedindo que justifique a sua resposta. O aluno tinha de marcar um dos itens: sim ou não, e, em seguida, justificar a sua resposta. O gráfico 3 ilustra o resultado em que 90% da turma respondeu afirmativamente e 10% se manifestaram de modo negativo, sem contar com os dois alunos repetentes que abandonaram o projeto em andamento.

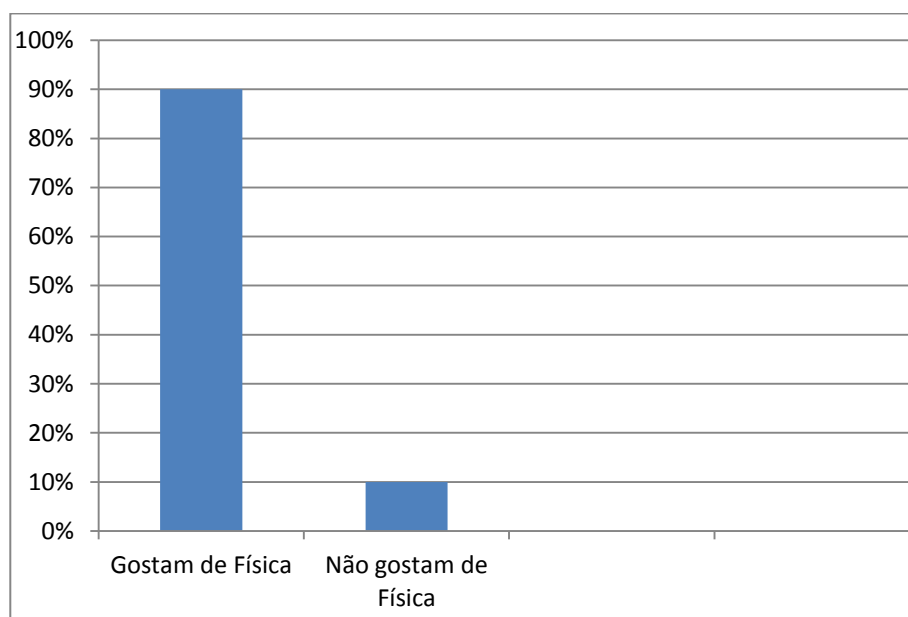


Gráfico 3 – Gosto pela Física - Fonte: Pesquisa direta

Os resultados mostram que, em geral, a turma tem grande afinidade com a Física, o que representa um fator positivo para a aceitação de práticas alternativas em sala de aula que venham a contribuir para a compreensão dos conceitos.

A justificativa para a resposta afirmativa decorre de diferentes motivos, tais como a compreensão dos fenômenos do cotidiano, interesse e motivação pela área, gosto pelo cálculo e outros. Eis dois depoimentos: “Sim, pois nos ajuda a entender as leis da natureza, suas formas, e é uma disciplina que desenvolveu muito ao longo dos anos e ajudou com suas descobertas a tornar mais prática a vida” (A3) e “porque acho fascinante compreender como ocorrem os fenômenos da natureza, o funcionamento de algumas máquinas; enfim, gosto de perceber a aplicação de conceitos físicos no dia a dia” (A7).

Já a justificativa negativa decorre do fato de gostar mais das disciplinas das outras áreas. Os comentários a seguir desenharam esse aspecto: “não, sou mais ligado a disciplinas ‘teóricas’, como geografia, história, etc.” (A.6) e “não é a disciplina na qual eu tenho mais facilidade” (A.18).

A quarta questão solicita a(s) atividade(s) didática(s) de que o aluno mais gosta no ensino de Física. As opções eram: seminários, trabalhos de pesquisas, aulas práticas em laboratório, aulas contextualizadas, gincanas e outros. O gráfico 4, que sinaliza a frequência de escolha da amostra investigada, apresenta uma soma que superior ao total, visto que o aluno pode optar por mais de uma opção.

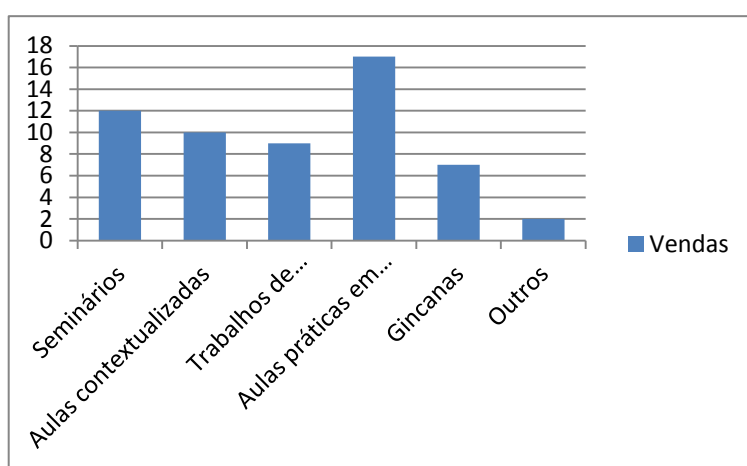


Gráfico 4 – Atividades didáticas no ensino de Física Fonte: Pesquisa direta

As análises mostram que a opção mais pontuada foi “aulas práticas em laboratório”, seguida pelo item “aulas contextualizadas”. Isso significa que foi feita a escolha certa neste trabalho de dissertação quando foi proposto o estudo de eletricidade por meio de oficinas.

A quinta questão deseja saber como foram os professores de Física que esses alunos tiveram anteriormente. A ideia, com esse questionamento, foi proporcionar aos alunos o exercício da memória para reconstruir os episódios. Esse exercício promove a reflexão sobre a cultura escolar vivida, possibilitando propiciar novos sentidos aos fatos, conforme prevê a teoria de Vygotsky (2008).

Em geral, os alunos tiveram, ao longo de sua trajetória escolar, diferentes tipos de professores: bons, ruins, amigos, sem metodologia, entre outros tipos. Em suas vivências, houve a predominância do professor seguidor do modelo tradicional, conforme a seguinte fala: “Todos



davam aulas tradicionais e, por muitas vezes, enfadonhas, que desmereciam o teor prático e, por que não dizer, divertido da Física” (A.10). Entretanto, as escritas dos alunos relatam que há maior interesse quando o professor se mostra interessado pela aprendizagem da turma, mesmo que o ensino seja baseado no modelo tradicional.

Quando há uma afetividade do professor pela turma, os alunos passam a se interessar mais pela disciplina. Eis alguns depoimentos: “Aqui, no IFCE, todos os meus professores davam aulas tradicionais como todos já estão acostumados a ter. Dois professores não sabiam ensinar, e era terrível entender alguma coisa. O que sabia ensinar fazia tudo fluir bem e não precisava estudar tanto” (A.4); “Em geral, eram bons professores, com exceção de alguns que não se interessavam pelo aprendizado dos alunos. Em oposição, teve outros professores que eram bons e faziam da aula um espaço bastante interativo” (A. 21); há ainda o posicionamento de outro aluno:

Na minha opinião, sobre os meus antigos professores, apenas um deles conseguiu repassar seus conhecimentos, já que tinha motivação e prazer em ensinar o conteúdo, tornando a aula mais dinâmica e mais proveitosa. Pois, antes de tudo, acredito que fará o aluno aprender bem é necessário que o professor além de ter domínio do conteúdo, ensine com motivação e inove, promovendo seminários, aulas práticas em laboratórios e outros (A.15).

Esses depoimentos indicam que é necessário um repensar das práticas docentes, pois, na atualidade, o ensino de Física ainda é muito baseado na educação tradicional, com autoritarismo e antiquado, o que pouco favorece a aquisição de uma aprendizagem significativa, conforme ressalta Moreira (2006).

A sexta questão pergunta a(s) parte(s) da Física de que mais gostam. O aluno tinha as seguintes opções: mecânica, termologia, óptica, eletricidade e ondas. Foi solicitada também a justificativa pela escolha(s). Observe que o aluno podia optar por duas disciplinas de que gostava mais, pois ele se identifica com mais de uma, logo a pesquisa não estava comparando um percentual que some 100 % e sim a empatia do aluno com uma ou mais disciplinas. Portanto, o número é registrado em quantidade, de acordo com o gráfico 5.

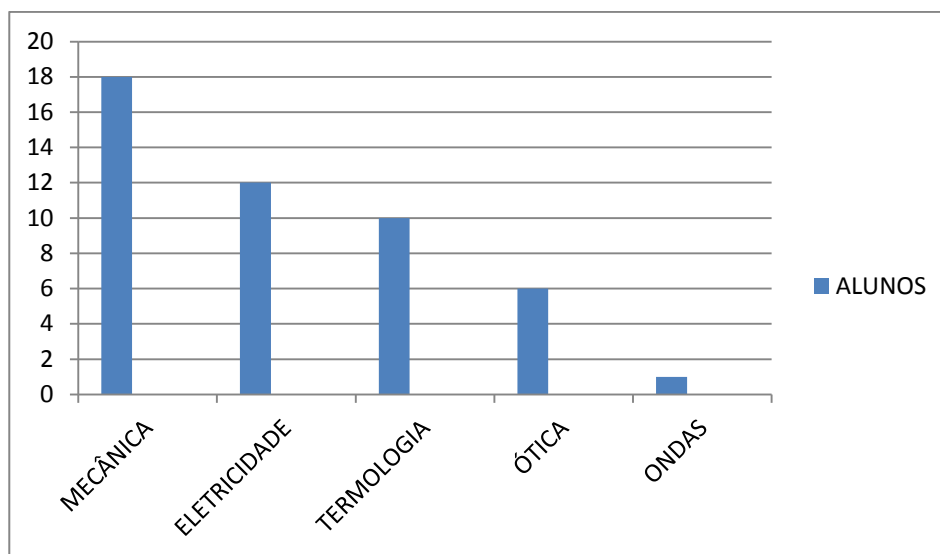


Gráfico 5 – Campo da física que mais gosta

Fonte: Pesquisa direta

O campo de mecânica foi o mais marcado pelo aluno, talvez pela frequência com que ele tenha aulas desse campo, pois ele estuda essa disciplina desde o início do curso e adquire, provavelmente, mais facilidade. Os demais seguem uma certa lógica, como se pode observar, na sequência do gráfico 5. O que mais chama a atenção é que tudo isto vem reforçar o aspecto socio histórico dessa comunidade, tanto pela escolha do curso, como pela opção em estudar no IFCE, almejando uma profissão relacionada com a escolha da disciplina Mecânica.

Além do mais o curso de que esse aluno participa é Mecânica industrial, e ter conhecimento nessa área da Física é um dos fatores imprescindíveis para se tornar um bom profissional. Também há a grande aplicabilidade da mecânica no cotidiano. As falas a seguir contemplam esses aspectos: “As partes da Física que têm mais em comum com o meu curso” (A.8); “São mais fáceis de aprender por conterem práticas diversas, além das inúmeras aplicabilidades” (A.11) e “Porque tanto é fácil de compreender, como é de grande importância para o meu curso” (A.14).

Os demais seguem eletricidade, termologia, óptica e ondas, como se pode observar, na sequência do gráfico 5, cabendo uns questionamentos profundos aos profissionais de Física como estes: O que o aluno tem de ver primeiro em Física? Como será o método para que não haja quebra

de continuidade? Será que não devem observar a comunidade com que estão lidando, em todo o seu aspecto sócio-histórico para definir a sequência didática?

### **Segunda parte: avaliação das oficinas**

A sétima questão solicita a opinião do aluno acerca da aula: diferença, vantagens e desvantagens, quando ministrada pelo professor ou pelo aluno. O gráfico 6 mostra que 62 % dos educandos preferem a aula dada pelo professor, 24 % pelo aluno e 14% não fazem diferença.

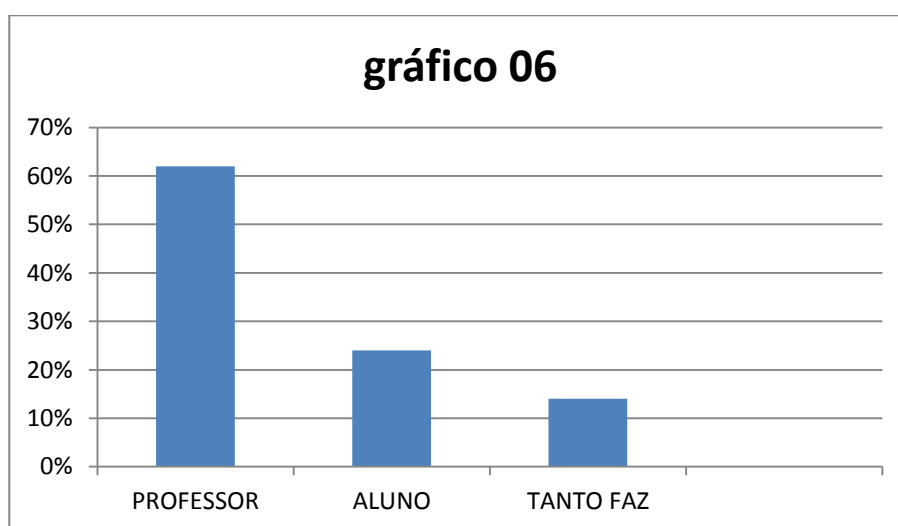


Gráfico 6 – Aula ministrada pelo professor ou aluno  
Fonte: Pesquisa direta

As respostas, de certo modo, tiveram uma intercessão nos pensamentos, e a turma pontuou dois aspectos que foram os mais citados: aula ministrada pelo professor por possuir mais conhecimento e aula ministrada pelo aluno por possuir uma linguagem verbal mais acessível. Os registros mostram que os alunos reconhecem a legitimidade da fala do professor por ter consistência teórica, embora, muitas vezes, não consigam compreender o conteúdo abordado. Já a aula ministrada pelo aluno se torna interessante por utilizar uma linguagem mais informal com a utilização de gírias. Com relação a esse último aspecto, a realização das oficinas foi interessante tendo em vista que houve uma maior aproximação do discurso oral de cada equipe com os demais colegas de classe.

Os comentários comprovam esses fatos: “Sim, muitas vezes, a intimidade entre os alunos torna o conteúdo mais simplificado” (A.1); “Acredito que cada teve o seu lado bom, pois o professor passa mais segurança, porque domina melhor o conteúdo; já o aluno, também, dá uma boa aula, pois ele explica de uma forma mais simples” (A.5) e “O professor tem um maior domínio do conteúdo e pode esclarecer as dúvidas dos alunos de forma mais eficiente. O aluno entende mais claramente as dificuldades de aprendizado de seus colegas” (A.7). Entretanto, em relação a esse ponto, somente um aluno fez uma crítica taxativa abordando que a aula tem de ser ministrada apenas pelo professor. Eis o seu desabafo:

O aluno ministrando torna uma boa aula para ele, mas não para quem assiste. O aluno que ministra não tem todo o conteúdo necessário para que desperte a motivação, sendo uma aula básica, com alguém que tem conhecimento limitado da área, e visivelmente é uma aula monótona e cansativa para quem assiste. Quem ensinou se aprofundou na sua matéria específica, apenas. Na minha concepção, perderam a oportunidade de termos aulas bem mais interessantes e menos trabalhosa (A. 6).

A oitava questão aborda o seguinte: quanto aos vídeos (simulações e experimentos virtuais) escolhidos nessas aulas por sua equipe ou pela dos colegas, comente um pouco sobre isso (facilitava ou podia ser melhor). As análises revelam que a turma aceitou muito bem os recursos metodológicos usados nas oficinas, pois a ajudou na apreensão dos conteúdos de físicas. Os depoimentos, logo a seguir, assinalam esse aspecto: “Os experimentos virtuais foram ótimos, pois havia coisas que não davam para mostrar ao vivo. Foi uma didática muito interessante” (A.5) e “As simulações e as experiências virtuais foram de extrema importância para fixar o conteúdo dado” (A.9).

Apenas um aluno não gostou da dinâmica das oficinas, quando afirmou que foram esses recursos que salvaram essa metodologia empregada, conforme a sua fala: “Foi o ápice dos trabalhos, foi o que tornou as apresentações menos monótonas. Na minha opinião, facilitou e ‘salvou’ as aulas dos alunos de serem desastrosas, já que eu aprendi bem o que apresentei e o resto, o que estudei em casa. Se não fosse isso, não teria aprendido o resto” (A.6).

A nona questão quer saber se as experiências presenciais com o uso de materiais recicláveis foram importantes para aliar a teoria com a prática. Em geral, houve uma grande aceitação da utilização desses recursos nas oficinas em que os alunos pontuaram a ajuda na compreensão das

fórmulas e dos princípios de Física, entretanto, também, assinalam que faltou por parte de cada equipe um melhor planejamento dos experimentos. As falas dos alunos revelam isso: “Sim. Uma maior organização facilitaria mais e a disponibilidade dos materiais” (A.1); “Sim, pois o entendimento das descrições foi facilitado pelo material apresentado em sala de aula” (A.7) e “Facilitou muito o aprendizado, pois ver a teoria na prática deveria ser obrigatório no ensino. O que poderia melhorar seria a montagem das experiências que, por vezes, ocorreu de forma atrapalhada.” (A.10).

A décima questão é a seguinte: ao assistir ao filme da aula anterior, você sentiu melhoria quanto ao conteúdo teórico ministrado? Cite o que foi bom e, em sua opinião, o que você sugere para melhorar esse momento de *feedback*. Esse momento da investigação foi importante para o pesquisador por possibilitar a revisão da aula ministrada anteriormente pelas equipes, promovendo reflexões sobre o conteúdo teórico e esclarecendo dúvidas. Além do mais, foi o momento de escutar as posições dos alunos sobre a metodologia empregada, a fim de reorganizá-la e aperfeiçoá-la para aplicações futuras em outras turmas.

Sobre essa perspectiva, os alunos pontuaram os seguintes aspectos: o feedback foi importante para revisar o conteúdo e melhorar as oficinas, a qualidade do vídeo; administrar a fala de modo a diminuir o barulho, pois todos queriam falar ao mesmo tempo, entre outros. Eis os seus próprios depoimentos: “Foi muito bom, pois, quando revimos o vídeo, captamos algumas informações que não tínhamos visto antes. Acho que o professor poderia perguntar o que não ficou tão claro, para que nós pudéssemos aprender mais” (A.5); “Sim. O vídeo funciona como uma revisão do conteúdo ministrado, com o olhar experiente do professor, mostrando os erros para aprendermos com ele e parabenizando os acertos” (A.14) e “Sim. É bom, pois vemos os erros e acertos das equipes e podemos ver bem os detalhes não vistos ao vivo. No momento de feedback, acho que deveria haver mais a opinião da turma sobre a apresentação e não somente do professor falando” (A.21).

A décima primeira questão solicita as qualidades necessárias a um bom professor de Física. As respostas dos alunos giraram em torno dos seguintes pontos: competência teórica, empatia, interatividade e democracia. Os comentários a seguir ilustram essas questões: “Interatividade com o aluno: desperta a atenção de todos e nos deixa mais à vontade. Conhecimento amplo da área: é

importante para que a aula tenha um diferencial. Essas qualidades, para mim, são essenciais. Desenvoltura para ensinar e motivação também são importante” (A.6); “Empatia e amizade, interatividade com os alunos no diálogo. Democracia acima de tudo. Professor é também um educador, um amigo, deve ter diálogo, amizade, democracia” (A.14), e, por último, houve este comentário:

Bom, é preciso ter competência teórica; empatia; interagir com os alunos, para que a aula não se torne chata, até mesmo para que os alunos prestem atenção nas aulas. Tem que ser democrático, mas não pode deixar os alunos totalmente à vontade, pois a aula viraria uma bagunça e bem todos possuem facilidade em aprender sozinhos determinadas matérias (A.18).

Os comentários dos alunos são reforçados pelo pensamento vygotskyano, quando afirma que o professor é o elemento mediador das interações dos alunos com os objetos de conhecimento. “Se, do ponto de vista científico, negamos que o professor tenha a capacidade mística de ‘modelar a alma alheia’, é precisamente porque reconhecemos que sua importância é incomensuravelmente maior” Vygotsky (op.cit., p.76).

A décima segunda questão indaga os alunos sobre todo o modelo pedagógico de ensino utilizado. Nesse caso, voltam-se às duas etapas das oficinas pedagógicas. Eis os depoimentos:

Gostei bastante dessa forma alternativa de aprender. Descobrimos mais curiosidades, vimos utilização na vida real, pudemos nos divertir com as experiências. Essa nova maneira é menos entediante que a convencional, faz-nos entender como um professor se sente, mas é preciso ter compromisso consigo mesmo, com os colegas e com o professor para realmente aprender (A.4).

Não acho que foi um semestre perdido, em sua totalidade, mas acho que deixamos de adquirir muito conhecimento. O método convencional do professor Joselito é conhecido e muito eficiente e seria unir o útil ao agradável se ele tivesse ensinado essas matérias. O que passou por despercebido? Na minha opinião, as matérias! Como já disse, se não tivesse estudado em casa, não teria aprendido nada. Mesmo prestando atenção, achei muito ruim, foram aulas de baixíssimo rendimento, mas, se foi a escolha do professor, isso deve ser respeitado. E foi, mas essa é a minha opinião. Pelo bem dos conhecimentos dos alunos, sugiro que esse método seja descartado. Mas a escolha não é minha, é do Professor. Acho que o aluno não ensina, apenas ajuda o colega (A.6).

Eu achei muito boa a metodologia adotada neste semestre. A questão da resolução de exercícios e a prova tradicional foram muito importantes. A questão de os alunos ministrarem aula é indiscutível que a experiência, o trabalho e os conceitos absorvidos foram fundamentais. Eu acredito que o maior problema foi o fato de que o apreciado pleno ficou apenas com cada equipe que apresentou seu respectivo conteúdo. É muito importante ressaltar que isso não é de maneira geral, mas eu acredito que existem equipes que praticamente só sabem seu conteúdo. Na minha opinião, o professor deve intervir nesse ponto de maneira a fazer com que todos possam assimilar todo o conteúdo (A.9).

Em geral, a metodologia foi aceita pelo grupo de alunos, apesar dos pontos negativos que foram detectados. Como exemplo, tem-se o estudo do assunto teórico não ficar restrito à equipe que apresenta. É necessário buscar um método que exija de toda turma a leitura e o estudo do conteúdo trabalhado pelas equipes, sem, necessariamente, recorrer à avaliação individual. É bom lembrar que apenas um aluno não gostou de todo o processo, que foi o A.6.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação é um processo de vida e não uma mera preparação para a vida, por isso os processos didáticos adotados em sala de aula devem ter um significado para o aluno, não sendo direcionados ao sujeito passivo, mas sim ao sujeito ativo e interativo que participa do processo de construção do conhecimento. Por isso, a educação deve estar direcionada para transformar e para tornar o aluno um indivíduo crítico, criativo e ético. E o ensino de Física também tem essa responsabilidade de propiciar essa formação mais ampla e complexa, tornando o aluno consciente do seu papel frente à sociedade moderna.

Apesar dos grandes desafios que são demandados pela sociedade da informação e da criação permanente de conhecimentos valiosos de que tanto se necessita para enfrentar os desafios de um mundo em mudanças rápidas, a escola ainda está longe de acompanhar esse ritmo de mudanças. Vive-se ainda em uma sociedade que precisa avançar quanto ao papel da escola. Esta ainda reproduz modelos clássicos e tradicionais, e as ações pedagógicas andam desatualizadas e um tanto obsoletas. O aluno é ainda um sujeito passivo à mercê dos condicionamentos impostos pela sociedade.

Nesse sentido, ensinar Física representa uma tarefa de constantes desafios neste mundo globalizado, repleto de mudanças, em que o aluno vive se deparando com novas informações. E conviver com o “novo” é uma tarefa que requer atitudes, não permanecendo retrógrado, repetindo sempre os mesmos modelos. É necessário vencer a inércia do comodismo, em que as ações pedagógicas são desatualizadas em todos os níveis, é preciso enfrentar grandes desafios, com inovações necessárias e constantes de postura do educador comprometido com uma visão global e atualizada deste mundo, que muda a todo instante. É necessário rever as metodologias de ensino e a avaliação, rompendo com os arcaicos modelos de memorização e de reprodução bastante inadequados para o mundo de hoje.



A ação do educador de Física deverá revelar-se como resposta às diferentes necessidades colocadas pela realidade educacional e social. É preciso, enfim, recuperar a unidade entre a teoria e a prática educativa, para que a teoria seja o pensar e o repensar crítico sobre a prática, procurado sua compreensão no contexto em que vive, visando garantir uma prática transformadora. É preciso viver a coerência entre o discurso e a prática, para ser educador e nunca só transmissor. Deve existir o intercâmbio constante entre a educação e o meio sociocultural, levando o indivíduo a um amadurecimento integral como pessoa. É dentro deste contexto sócio-histórico e cultural que se devem valorizar as ideias de Vygotsky e procurar pô-las em prática. E o uso de oficinas pedagógicas para o estudo de eletricidade foi um dos caminhos pensado e traçado para se buscar alcançar essa qualidade no ensino de Física.

Em geral, os alunos gostaram da dinâmica, ressaltando que a experiência foi significativa para a sua aprendizagem, fato esse bastante comentado quando receberam as notas da avaliação (anexo 1) individual, cujas questões foram retiradas com base nas discussões realizadas em sala por cada equipe. É importante ressaltar que as notas foram superiores ou iguais a 8,5. Do ponto de vista do pesquisador, esse resultado foi ótimo, possibilitando afirmar que, apesar das limitações da metodologia adotada, o objetivo traçado no início deste trabalho de dissertação foi alcançado, pois possibilitou a aquisição dos conteúdos de eletricidade.

A investigação mostrou diferentes pontos que precisam ser revistos, um deles foi o tempo reservado para o desenvolvimento da oficina, que foi pouco, especialmente no que se refere ao planejamento e ao estudo das equipes. Outro ponto observado foi que nenhum livro didático de Física supre todas as necessidades da organização de ensino, por isso faz-se necessário consultar mais de uma obra.

É fundamental também que os professores de Física, em geral, conheçam as ideias de Vygotsky para pô-las em prática no seu exercício docente, de modo a trazer meios alternativos e criativos de ensino que motivem o aluno a aprender. Que a sala de aula seja um espaço de vivências, experiências diversas e que o aluno se torne sujeito de transformação da realidade em que vive.

Esta dissertação de mestrado gerou como produto final as aulas que se encontram em cinco CDs, contendo, em cada, um produto por equipe, contemplando toda a eletrodinâmica. Na primeira, encontra-se a Corrente elétrica, a Potência e a Energia; na segunda, Leis de Ohm, os resistores, em um circuito simples, sempre envolvendo a teoria com a prática; na terceira, vê-se um circuito mais complexo onde se encontram as associações dos resistores; e, na quarta, aparecem os geradores e os receptores, dando mais complexidade aos circuitos envolvidos. Por fim, na quinta, exploram-se Capacitores, Associações e Energia potencial acumulada nesses capacitores.

Em cada CD, vê-se que cada equipe sequenciou, como mandava o projeto, inicialmente uma apresentação, a teoria toda em *slides* projetados *em datashow*, os membros se revezavam alternando exercícios de listas previamente entregues ou do próprio livro texto. Em seguida, houve uma experiência virtual, com simulações da teoria ligada à prática e, no final, sempre uma ou mais experiências do assunto realizadas com sucatas e com instrumentos arranjados até no laboratório do IFCE.

Todo esse acervo fica à disposição de professores que têm o interesse de motivar os alunos para um aprendizado mais interativo, em uma tentativa de fazer o ensino de Física mais prazeroso e mais eficaz. Por fim, é bom frisar que este projeto está tendo continuidade no IFCE e se nota que a cada semestre tiramos proveito de falhas, gerando produtos cada vez melhores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. M. B. et al, Avaliação Pragmática, Fortaleza, Ce. RDS, 2007.

ALVARENGA B. A. – Curso de Física, Vol. III, São Paulo, 2010.

ANDRÉ, M. E. A. Estudo de Caso: seu potencial na Educação. Cadernos de Pesquisa. São Paulo: 49-51, maio 1984.

BRASIL, Ministério da Educação, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei n 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, 1996.

BRASIL,Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e pesquisas Educacionais, Anísio Teixeira. Matriz de referência para o Enem 2009. Brasília 2009.

BRASIL,Ministério de Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica . Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 1998.

BRASIL,Ministério de Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e sua Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002

BRITO MENEZES A. P. A. de; CÂMARA DOS SANTOS, M. Negociações, rupturas e renegociações do contrato didático: refletindo sobre a construção de significados numa sala de aula de matemática, na perspectiva dos fenômenos didáticos. In: LEÃO, L. M.; In: LEÃO, L. M.; CORREIA, M. (Org.) Psicologia cognitiva: construções de significados em diferentes contextos. Campinas: Alínea, 2008, p. 63-87.

CACHAPUZ, A. ET al. A necessária renovação do ensino de Ciências. São Paulo, Cortez, 2005.

CALÇADA, C. S. e SAMPAIO J.L. – Física Clássica, Vol. 3, São Paulo, 2007.

COLE, M.; SCRIBNER, S. Introdução. IN: VYGOTSKY, L.S. A formação social da mente, São Paulo: Martins Fontes, 1988.

DAVIS, C.; OLIVEIRA, Z. Psicologia na educação, São Paulo (SP), 1990.

DORNELES, P. F. T.; Araujo, I. S. e Veit, E. A. Simulação e Modelagem Computacionais *no Auxílio da Aprendizagem Significativa de Conceitos Básicos de Eletricidade: Parte I - Circuitos Elétricos Simples* - Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 4, p. 487-496, (2006). Disponível em: <[www.sbfisica.org.br](http://www.sbfisica.org.br)>. Acesso em: 01 fev. 2009.

DUARTE, N. Vygotsky e o aprender a aprender – crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vygotskyana, Campinas (SP), Autores Associados, 2000.

FRANCA, Maria do Socorro Lima Marques; FARIAS, Isabel Maria Sabino; LIMA, Ivoneide Pinheiro. Didática geral: noções básicas para o professor de física. Fortaleza/CE: SEAD/UECE, 2010.

FREIRE, P. Pedagogia do Oprimido, 17ª. Ed., Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GIARDNETTO, J. R. B. Matemática Escolar e Matemática da Vida Cotidiana. Campinas, SP:Companhia Editora Nacional, 1999.

GIRÃO, Luciene Nobre. A prática de leitura no ensino de química: um estudo com alunos do ensino médio. (Dissertação de Mestrado). Fortaleza: UFC, 2011.

HAMDAN, A.C. Introdução à Psicologia do Desenvolvimento, Campo Grande: Solivros, 1998.  
HIDALGO, G. A. C. Didática de Ciências Naturais na perspectiva histórico-crítica. Campinas SP, Autores Associados, 2009. (Coleção Formação de Professores).

J. RODRIGUES . Estudo de caso –Fundamentação teórica, Brasília, 2008 Vestcon Editora Ltda.

KAWAMURA, Lili. Novas Tecnologias e Educação, São Paulo, 1990.

KRACILCHIK, M. O professor e o currículo das Ciências. São Paulo, EPU: Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

LAHERA, J.; FORTALEZA, A. Ciências físicas nos ensinos fundamental e médio – modelos e exemplos, Porto Alegre: Artmed, 2006.

LEONTIEV, A.N. Actividade, consciência e personalidade. Trad. Maria Silvia Cintra Martins, 1978, Disponível em: [www.marxists.org/portugues/leontiev/1978/activ\\_person/index.htm](http://www.marxists.org/portugues/leontiev/1978/activ_person/index.htm)

LEONTIEV et al. Psicologia e Pedagogia – Bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento, 1ª. Ed., São Paulo, 1991.

LIBÂNEO, J. C. Avaliação da aprendizagem escolar: a pedagogia crítico-social dos conteúdos. São Paulo, Loyola, 1985.

LIMA, I. P. A Matemática na Formação do Pedagogo: oficinas pedagógicas e a plataforma Teleduc na elaboração dos conceitos. (Tese de Doutorado). Fortaleza: UFC, 2007.

LIMA, M. A. M. et al. Epistemologias e Metodologias para a Avaliação Educacional, Fortaleza, Ce, Editora da Universidade Federal do Ceará, 2010.

LOMÔNACO, B.P. Aprender: Verbo transitivo – A parceria professor-aluno na sala de aula, São Paulo (SP): Plexus, 1997.

LUCKESI, C. C. Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições. São Paulo: Cortez, 2001.

LURIA, A. R. et al. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem, tradução Maria da Penha, São Paulo, Ícone: Editora da Universidade de São Paulo, 1988.

LUZ, Luciana Soares. O impacto da repetência na proficiência escolar: uma análise longitudinal do desempenho de repetentes em 2002-2003. (Dissertação de Mestrado). Belo Horizonte/MG: UFMG/Cedeplar, 2008

MEJID NETO, M. J. Pesquisa em ensino de Física do 2º. Grau no Brasil – Concepção e Tratamento de problemas em teses e dissertações. Campinas SP, Universidade Estadual de Campinas, dissertação de Mestrado, 1990.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. O Desafio do Conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. 2. ed. SP: Hucitec/RJ: Abrasco, 1993. 269p.

MIZUKAMI, M.G.N. Ensino: As abordagens do processo, São Paulo (SP): EPU-EDUSP, 1986.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 22, n.1, 2001. Disponível em [www.sbfisica.org.br](http://www.sbfisica.org.br). Acesso em: 21 de maio de 2006.

NARDI, R. Pesquisas no ensino de Física – Roberto Nardi – Organizador., São Paulo, Escrituras, 2001. – ( Educação para a Ciência).

NEWTON V.B., Doca R. H. e GUALTER J. – FÍSICA vol. III, São Paulo, 2010.

PACHECO, D. Tarefa de escola. Campinas, Papirus, 1983.

PASCUAL, J.G.; DIAS, A.M.I. Fragmentos – Filosofia, Sociologia, Psicologia: O que isso interessa à Educação – Paradigmas epistemológicos e ensino, v. 1, Fortaleza (CE): Brasil Tropical, 2004.

PIMENTA, S.G. Formação de professores: Identidade e saberes da docência. In:

PIMENTA, S.G. (Org.) *Saberes pedagógicos e atividade docente*. São Paulo: Cortez, 1999

RAMALHO, J. F., FERRARO, N. G. e TOLEDO P. A. S. – Fundamentos da física, Vol. 3, São Paulo 2010.

RABELO, E.H. Avaliação: novos tempos, novas práticas, Petrópolis (RJ): Vozes, 1998.

REGO, T.C. Vygotsky – Uma perspectiva histórico-cultural da educação, Petrópolis (RJ): Vozes, 1995.

ROMERO, T. R. L. – Física em contextos, Vol. III, São Paulo 2010.

ROSA, C. W. R. A. B. Ensino da Física: tendências e desafios na prática docente. Revista Iberoamericana de Educación n.º 42/7 – 25 de mayo de 2007. Universidade de Passo Fundo - EDITA: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). Disponível em: <http://www.rioei.org/deloslectores/1770Rosa.pdf>. Acesso 15 de nov. 2011.

SALVADOR, C.C. Psicologia do ensino, Porto Alegre (RS): Artes Médicas Sul, 2000.

SALVADOR, C. C. et al. O desenvolvimento das funções psicológicas superiores: o ponto de vista de Vygotsky. IN: SALVADOR, C.C. et al. Psicologia da Educação, Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

SAVIANI, D. O nó do 2º. Grau. Revista Bimestral. Brasília, v.1, n.1, 13 – 15, out. 1985.

SCALCON, S. À procura da unidade psicopedagógica: articulando a psicologia histórico-cultural com a pedagogia histórico-crítica. Campinas SP. Autores Associados, 2002.

SFORNI, Marta Sueli de Faria. Aprendizagem conceitual e organização do ensino: contribuições da Teoria da Atividade. 1 ed. Araraquara, 2004.

SILVA, T. M. N. A construção do currículo em sala de aula, São Paulo, EPU, 1990.

SMOLKA, A. L. et al. A linguagem e o outro no espaço escolar – Vygotsky e a construção do conhecimento, 1ª. Ed.,Campinas SP, Papirus, 1993.

TARDIF, M. Saberes docentes e formação profissional. Petrópolis/RJ: Vozes, 2002.

TAVARES, Renato Vieira et al. As crenças na formação matemática nos alunos de pedagogia no contexto do CECITEC. X Encontro de Pós-Graduação e Pesquisa. Fortaleza: Unifor, 2010.

VASCONCELOS, Francisco Ricardo Nogueira de. O jogo como recurso pedagógico na formação de professores de matemática. (Dissertação de Mestrado). Fortaleza: UFC, 2011.

VIANA, T.V. et al. O sujeito cognoscente e social: a ação de aprender e avaliar no pensamento de Piaget e Vygotsky. IN: McDONALD, B.C. et al. (Orgs.) Avaliação pragmática, Fortaleza: RDS, 2007.

VYGOTSKY, L.S. A formação social da mente, 1ª ed., São Paulo (SP),Martins Fontes, 1988.

VIGOTSKII, L. S. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. In:

VIGOTSKII, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. São Paulo: Ícone, 2010.

VYGOTSKY, L.S. Pensamento e Linguagem, 1ª ed., São Paulo(SP): Livraria Martins Fontes Editora, 1988.

WACHOWICZ, L. N., O método dialético da didática, Campinas SP: Papirus, 1989.

**APENDICE 01 ( Questionário Diagnóstico )****INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ (IFCE)**

ALUNO: \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_

TURMA: \_\_\_\_\_ TURNO: \_\_\_\_\_

- 01.** Qual sua faixa etária? ( ) 14 anos; ( ) 15 anos; ( ) 16 anos; ( ) 17 anos; ( ) 18 anos acima.
- 02.** É repetente? ( ) sim; ( ) não
- 03.** Gosta da disciplina de Física? ( ) sim; ( ) não. Por quê?
- 04.** Marque um X na(s) atividade(s) didática(s) de que você mais necessita para motivá-lo no aprendizado da Física. ( ) seminários; ( ) trabalhos de pesquisas; ( ) aulas práticas em laboratório; ( ) aulas contextualizadas; ( ) gincanas; ( ) outros.
- 05.** Como eram seus professores de Física nos anos anteriores? Algum se destacou por alguma motivação em sala de aula? Comente sobre isso.
- 06.** Qual(is) a(s) parte(s) da Física de que você mais gosta? ( ) mecânica; ( ) termologia; ( ) óptica; ( ) eletricidade; ( ) ondas. Por quê?
- 07.** Você vê alguma diferença entre o professor ministrando uma aula e um aluno, seu colega, explicando o mesmo assunto? Comente se tem vantagem ou desvantagem em cada caso.
- 08.** Quanto aos vídeos (simulações e experimentos virtuais) escolhidos nessas aulas por sua equipe ou a dos colegas, comente um pouco se isso facilitava ou podia ser melhor.

- 09.** Nas experiências presenciais em que vocês usaram materiais recicláveis para mostrar a teoria na prática, isso foi facilitado? Comente tal situação, mostrando o que valeu a pena e o que poderia melhorar.
- 10.** Ao assistir ao filme da aula anterior, você sentiu melhoria, quanto ao conteúdo teórico ministrado? Cite o que foi bom e, em sua opinião, o que você sugere para melhorar esse momento de *feedback* (retorno à aula, comentando com toda a sala, através do vídeo: erros e acertos da aula do dia anterior). Comente isso.
- 11.** Quais outras atividades poderiam ser aplicadas, além das já utilizadas por seus professores agora ou em outros momentos, e você acha relevante comentar?
- .
- 12.** Comente o que você achou do curso neste modelo praticado por nós neste segundo semestre.  
Fale tudo, até mesmo algum fato que passou despercebido neste questionário.



**APÊNDICE 02 ( prova )****Prova de Física****IFCE. (Instituto Federal do Ceará ).**Assunto: **Eletricidade** - Professor: **Joselito** - Curso: **Mecânica Industrial**

Aluno: \_\_\_\_\_ Período: \_\_\_Novembro 2011.

1ª. PARTE - Responda resumidamente a cada situação abaixo, utilizando a folha em anexo à prova (Escolha apenas cinco itens dos dez existentes):

- I. O que se entende por corrente convencional? Esta corrente tem o mesmo sentido ou contrário ao campo elétrico aplicado no condutor?
- II. O que é corrente contínua? Dê exemplos de dispositivos que fornecem este tipo de corrente.
- III. O que é uma corrente alternada? Qual o tipo de corrente fornecida pelas companhias elétricas às nossas residências?
- IV. Explique o que é um efeito Joule?
- V. O que você entende por um curto-circuito?
- VI. Explique por que um pássaro pousado em apenas um fio de alta tensão, pisando com os pés bem próximos um do outro, não é eletrocutado?
- VII. Comente como funciona a gaiola de Faraday, o para-raios, o relâmpago e o trovão.
- VIII. Diga, com suas palavras, o que é um capacitor? O que são armaduras de um capacitor? Dê exemplos, em seu cotidiano, de dispositivos que funcionam com capacitor.
- IX. O que são geradores de energia elétrica? Dê exemplo de fontes de energia ditas convencionais? Comente a importância para o Brasil e para o mundo de investir em energias renováveis.

X. Comente o que você assimilou no curso, a respeito do desenvolvimento sustentável, sobre as seguintes energias:

Solar – Eólica – Nuclear – Termoelétrica – Biomassa – Geotérmica e das marés.

2ª. PARTE – Resolva as questões:

1ª. QUESTÃO (Enem 2005 - Adaptada):

Podemos estimar o consumo de energia elétrica de uma casa considerando as principais fontes desse consumo. Pense na situação em que apenas os aparelhos que constam da tabela a seguir fossem utilizados diariamente da mesma forma.

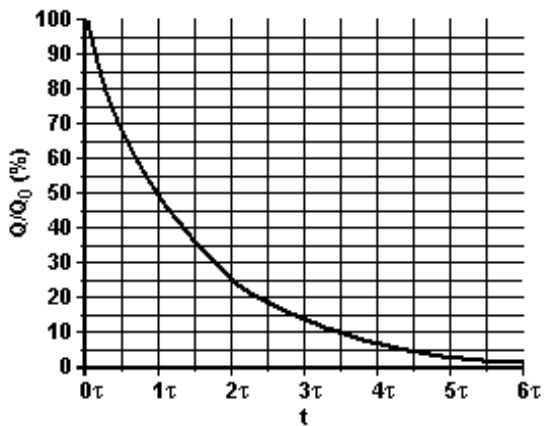
Tabela: A tabela fornece a potência e o tempo efetivo de uso diário de cada aparelho doméstico.

<b>Aparelho</b>	<b>Potência (kW)</b>	<b>Tempo de uso diário (horas)</b>
<b>Ar condicionado</b>	<b>1,5</b>	<b>8</b>
<b>Chuveiro elétrico</b>	<b>3,3</b>	<b>1/3</b>
<b>Freezer</b>	<b>0,2</b>	<b>10</b>
<b>Geladeira</b>	<b>0,35</b>	<b>10</b>
<b>Lâmpadas</b>	<b>0,1</b>	<b>6</b>

Supondo que o mês tenha 30 dias e que o custo de 1kWh é R\$ 0,40, qual é aproximadamente o consumo de energia elétrica mensal dessa casa?

## 2ª. QUESTÃO(UFRN 2006):

Um desfibrilador externo, usado para reversão de paradas cardíacas, provoca a descarga rápida de um capacitor através do coração, por meio de eletrodos aplicados ao tórax do paciente. Na figura a seguir, vê-se o gráfico de descarga de um capacitor de capacidade  $C$ , inicialmente 100% carregado, através de um resistor de resistência  $R$ , em função do tempo, o qual é dado em termos da constante de tempo  $\tau = RC$ . Observe que, a cada constante de tempo, a carga no capacitor reduz-se à metade.

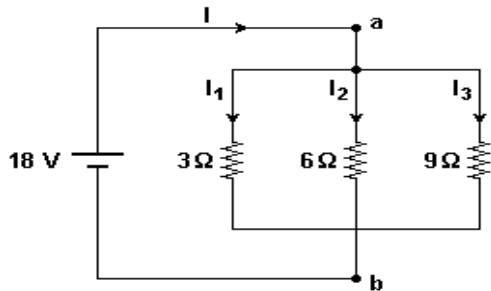


Supondo que o capacitor perca 87,5% de sua carga em 3 ms e que a resistência entre os eletrodos seja de  $50 \Omega$ , determine, para uma d.d.p. inicial entre as placas de 5 kV:

- a corrente média entre os eletrodos, nesse intervalo de 3 ms;
- a energia inicial armazenada no capacitor.

3ª. QUESTÃO :(Unesp 2003):

As instalações elétricas em nossas casas são projetadas de forma que os aparelhos sejam sempre conectados em paralelo. Dessa maneira, cada aparelho opera de forma independente. A figura mostra três resistores conectados em paralelo.



Desprezando-se as resistências dos fios de ligação, qual o valor da corrente em cada resistor? ( ou sejam  $i_1$ ,  $i_2$  e  $i_3$ ).

4ª. QUESTÃO (Unesp 2007) Células fotovoltaicas foram idealizadas e desenvolvidas para coletar a energia solar, uma forma de energia abundante, e convertê-la em energia elétrica. Estes dispositivos são confeccionados com materiais semicondutores que, quando iluminados, dão origem a uma corrente elétrica que passa a alimentar um circuito elétrico. Considere uma célula de  $100\ \text{cm}^2$  que, ao ser iluminada, possa converter 12% da energia solar incidente em energia elétrica. Quando um resistor é acoplado à célula, verifica-se que a tensão entre os terminais do resistor é 1,6 V. Considerando que, num dia ensolarado, a célula recebe uma potência de 1 kW por metro quadrado, calcule a corrente que passa pelo resistor.