

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

José Carlos dos Santos

**EXPERIMENTOS REAIS E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS:
Proposta para o Ensino de Eletricidade no Nível Médio**

Belo Horizonte

2015

José Carlos dos Santos

EXPERIMENTOS REAIS E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS:

Proposta para o Ensino de Eletricidade no Nível Médio

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Adriana Gomes Dickman

Área de Concentração: Ensino de Física

Belo Horizonte

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

S237e Santos, José Carlos dos
Experimentos reais e simulações computacionais: proposta para o ensino de
eletricidade no nível médio / José Carlos dos Santos. Belo Horizonte, 2015.
209 f.: il.

Orientadora: Adriana Gomes Dickman
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

1. Eletricidade - Estudo e ensino. 2. Ensino médio. 3. Simulação
(Computadores). 4. Atividades criativas na sala de aula. 5. Laboratórios de física.
I. Dickman, Adriana Gomes. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 537:373

José Carlos dos Santos

**EXPERIMENTOS REAIS E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS:
Proposta para o Ensino de Eletricidade no Nível Médio**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Profa. Dra. Adriana Gomes Dickman (Orientadora) – PUC Minas

Profa. Dra. Maria Inês Martins – PUC Minas

Profa. Dra. Yassuko Hosoume - USP

Belo Horizonte, 26 de junho de 2015.

Aos meus pais, pela minha formação e pelo apoio dado aos meus projetos de vida.

Ao meu sobrinho e afilhado, André, sempre interessado em descobrir o mundo pela ciência.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Adriana Gomes Dickman, pela sua competência, dedicação, paciência e atenção desde a minha entrada no curso de mestrado, sempre ajudando a trilhar os caminhos que me levaram à conclusão deste trabalho.

Aos professores do programa de mestrado da PUC-Minas, pelo entusiasmo e pelas excelentes aulas, nas quais pude aprender muito.

Aos funcionários do programa de mestrado da PUC-Minas, pela atenção dada a cada um dos alunos.

À bibliotecária Roziane Michielini da PUC Minas, pelo seu valioso auxílio na formatação deste trabalho.

Aos amigos do curso de mestrado, Érica, Ricardo, Luciana, Franklin e Jardel, pelo companheirismo, força e incentivo de cada um.

À equipe da Etec Prof. José Sant'Ana de Castro, da qual destaco o diretor Prof. Marcelo Gomes de Oliveira pelo apoio incondicional a toda minha ação docente, à diretora de serviços Simone S. Julião e à funcionária Rayla de A. Sabadini, pela presteza em atender às minhas solicitações, aos professores Elaine Cristina Cendretti e Benedito de S. Medeiros, que cederam seus horários para que eu pudesse ministrar as aulas e aplicar as atividades, à bibliotecária Maria Aparecida Pizzi Gomes (Tô) e ao funcionário Ariovaldo A. Coura, pela paciência e compreensão às minhas solicitações de auxílio, aos professores Evaldo Silva. e Daniel M. Vieira, pela disponibilidade em esclarecer minhas dúvidas sobre os aparelhos de medida, ao auxiliar docente Fabiano S. Damasceno, pela instalação dos programas nos computadores do laboratório de informática, à assistente técnica de direção, Magali dos S. Paiva Antunes, aos coordenadores Lucilene Aparecida G. da Silva, Thiago B. Borges, José Ronaldo de F. Braga e Carlos José A. do Valle e aos professores Sandra Helena G. Nogueira, Dauri T. Pimentel, Eduardo F. Nunes, Sabrina de A. Miranda e Cristian B. da Silva pelo apoio dado durante a minha passagem pela unidade escolar para aplicação das atividades.

Aos alunos dos terceiros anos do Ensino Médio da Etec Prof. José Sant'Ana de Castro, pelo apoio, compreensão e reconhecimento do meu trabalho como docente e pelo carinho da recepção na minha volta à unidade escolar para ministrar as aulas e aplicar as atividades.

A todos os demais alunos da Etec Prof. José Sant'Ana de Castro, pelo carinho demonstrado durante o encontro com os mesmos nas dependências da unidade escolar.

À equipe da Faculdade de Ciências Humanas de Cruzeiro, da qual destaco a diretora Profa. Patrícia Baptistella, e os funcionários Daniele, Edivânia e Robson, pelo total apoio dado durante todo o curso de mestrado e a Professora Eloá, pelas dúvidas de metodologia esclarecidas, sempre com competência e boa vontade.

Ao meu aluno de graduação, Gabriel Evangelos, pela disponibilidade em assistir às minhas aulas e me auxiliar na aplicação das atividades experimentais.

RESUMO

Neste trabalho é relatado o processo de elaboração e aplicação de um guia de atividades para professores do Ensino Médio consistindo de estratégias para o ensino de tópicos de eletricidade utilizando laboratórios reais e virtuais. Para tal, foi feita uma revisão da literatura na área de Ensino de Física sobre as vantagens de se utilizar experimentos na sala de aula. A escolha das habilidades e competências a serem desenvolvidas nos alunos teve como base os Parâmetros Curriculares Nacionais. Quatro estratégias diferentes foram testadas em alunos do terceiro ano do Ensino Médio com o objetivo de identificar qual seria mais efetiva para ensinar Circuitos Elétricos e a Lei de Ohm. Cada estratégia foi caracterizada por uma sequência específica de abordagem, tais como aulas expositivas, simulações computacionais ou experimentos, para discutir o tópico. Os resultados indicam que a abordagem experimental, seja virtual ou real, apresenta uma vantagem significativa sobre as aulas teóricas, reforçando a importância da utilização de atividades experimentais na sala de aula.

Palavras-chave: Ensino de física. Parâmetros Curriculares Nacionais. Simulações computacionais. Experimentos reais. Eletricidade.

ABSTRACT

We report on the elaboration and application of a guide of activities for High School teachers consisting of strategies to teach topics in electricity using real and virtual laboratories. For this, we performed a literature review of physics education research on the advantages of using experiments in the classroom. We based our choice of abilities and competences to be developed by the students on the National Curricular Parameters. We tested four different strategies with students in the final year of high school to figure out which would be more effective to teach about electric circuits and Ohm's law. Each strategy was characterized by a specific sequence of approaches, such as lectures, computer simulations or experiments, to present the subject. Our results indicate that the experimental approach, virtual or real, has a significant advantage over lectures, reinforcing the importance of using experimental activities in the classroom.

Keywords: Physics education. National Curricular Parameters. Computer simulations. Real experiments. Electricity.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Organização do ensino previsto pela legislação educacional.....	37
FIGURA 2 - Página da simulação do <i>PhET</i> denominada “kit de construção de circuitos (só DC)”	65
FIGURA 3 - Circuito simples pilha + lâmpada	85
FIGURA 4 - Circuito simples pilha + resistor	85
FIGURA 5 - Circuito simples pilha + resistor, com amperímetro	86
FIGURA 6 - Circuito simples pilha + resistor, com amperímetro e voltímetro.....	86
FIGURA 7 - Modelo de circuito pilha + lâmpada em execução no pHET	88
FIGURA 8 - Modelo de circuito pilha + lâmpada com medidores em execução no PhET.....	88
FIGURA 9 - Modelo de circuito pilha + resistor com medidores em execução no pHET.....	90

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Áreas de Conhecimento – PCNEM, 1999.....	39
QUADRO 2 - Áreas do Conhecimento – Resolução CNE/CEB nº 02/2012.....	40
QUADRO 3 - Temas Estruturadores – Física	43
QUADRO 4 - Competências desenvolvidas com os alunos através da aplicação da proposta.....	43
QUADRO 5 - Matriz de referência do ENEM – Área de Ciências Naturais e suas Tecnologias.....	52
QUADRO 6 - Revistas Pesquisadas	54
QUADRO 7 - Estratégia 1: Abordagem teórica seguida do experimento real.	69
QUADRO 8 - Estratégia 2: Abordagem teórica seguida da simulação computacional.	70
QUADRO 9 - Estratégia 3: Abordagem experimental com equipamentos reais	71
QUADRO 10 - Estratégia 4: Abordagem experimental com a simulação computacional.....	72
QUADRO 11 - Distribuição das estratégias por turma.....	94
QUADRO 12 - Abordagem com a simulação computacional seguida do experimento real.....	124

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Classificação da temática ensino-aprendizagem de física em subtemáticas.....	53
TABELA 2 - Classificação das Atividades Experimentais Reais Propostas.....	55
TABELA 3 - Classificação das Atividades Experimentais utilizando OA.....	55
TABELA 4 - Resultados dos pré-testes por turma	94
TABELA 5 - Resultados dos pós-testes por turma.....	99
TABELA 6 - Número de alunos por resposta da questão 1.....	102
TABELA 7 - Número de alunos por resposta da questão 2.....	103
TABELA 8 - Número de alunos por resposta da questão 3 (tipo I).....	104
TABELA 9 - Número de alunos por resposta da questão 3 (tipo II).....	105
TABELA 10 - Número de alunos por resposta da questão 4.....	107
TABELA 11 - Número de alunos por resposta da questão 5 (tipo I).....	108
TABELA 12 - Número de alunos por resposta da questão 5 (tipo II).....	108
TABELA 13 - Número de alunos por resposta da questão 6.....	109
TABELA 14 - Número de alunos por resposta da questão 7 (tipo I).....	111
TABELA 15 - Número de alunos por resposta da questão 7 (tipo II).....	111
TABELA 16 - Número de alunos por resposta da questão 8.....	112
TABELA 17 - Número de alunos por resposta da questão 9.....	113
TABELA 18 - Avaliação dos pontos positivos das atividades experimentais, de acordo com os alunos.....	118
TABELA 19 - Avaliação dos pontos negativos da atividade experimental, de acordo com os alunos.....	120

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Porcentagem de alunos por nota antes das aulas	96
Gráfico 2 – Porcentagem de alunos por nota após aulas teóricas.....	96
Gráfico 3 – Porcentagem de alunos por nota após aulas experimentais	97
Gráfico 4 – Evolução dos alunos do 3º. A e 3º. B	98
Gráfico 5 – Evolução dos alunos do 3º. C e 3º. D	99
Gráfico 6 – Porcentagem de alunos que acertaram a questão 1	102
Gráfico 7 – Porcentagem de alunos que acertaram a questão 2.....	104
Gráfico 8 – Porcentagem de alunos que acertaram a questão 3.....	106
Gráfico 9 – Porcentagem de alunos que acertaram a questão 4	107
Gráfico 10 – Porcentagem de alunos que acertaram a questão 5.....	109
Gráfico 11 – Porcentagem de alunos que acertaram a questão 6	110
Gráfico 12 – Porcentagem de alunos que acertaram a questão 7.....	112
Gráfico 13 – Porcentagem de alunos que acertaram a questão 8.....	113
Gráfico 14 – Porcentagem de alunos que acertaram a questão 9.....	114
Gráfico 15 – Abordagens escolhidas pelos alunos do 3º. Ano A.....	122

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A - Ampère

AN - Resposta anulada

CBEF- Caderno Brasileiro de Ensino de Física

CEB - Câmara de Educação Básica

CF - Constituição Federal

CNE - Conselho Nacional de Educação

C&T – Ciência e tecnologia

DC - *Direct Current* (Corrente Contínua)

DCN - Diretrizes Curriculares Nacionais

DCNEF - Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental

DCNEM - Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio

ddp - Diferença de potencial

E - Estratégia

EE - Escola Estadual

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

Etec - Escola Técnica Estadual (Centro Paula Souza – SP)

Etecs - Escolas Técnicas Estaduais (SP)

Famema - Faculdade de Medicina de Marília (SP)

Famerp - Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto (SP)

Fatecs - Faculdades de Tecnologia (SP)

H - Habilidade

HAE - Hora-Atividade Específica

I - Intensidade de corrente elétrica

IES - Instituições de ensino superior

Inatel - Instituto Nacional de Telecomunicações (Santa Rita do Sapucaí – MG)

Inep - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

min - Minuto

NR - Não respondeu

OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

p. - Página

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PNLD - Programa Nacional do Livro Didático
PÓS-E - Pós-teste aplicado após aulas experimentais
PÓS-T - Pós-teste aplicado após aulas estritamente teóricas
PRÉ - Pré-teste
Prof. - Professor
PUC-SP - Pontifícia Universidade Católica de S. Paulo
R - Resistência elétrica
RBEF - Revista Brasileira de Ensino de Física
RCNEI - Referenciais Curriculares Nacionais do Ensino Infantil
SBF - Sociedade Brasileira de Física
U - Diferença de potencial (ou tensão elétrica)
UCS - Universidade de Caxias do Sul
UEBA - Universidade Estadual da Bahia
UEG - Universidade Estadual de Goiás
UEL - Universidade Estadual de Londrina (PR)
UFPI - Universidade Federal do Piauí
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
Unesp - Universidade Estadual Paulista
Unicamp - Universidade Estadual de Campinas (SP)
USP - Universidade de São Paulo
V - Diferença de potencial (tensão elétrica) ou volt (unidade de medida)
v. -Volume

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	31
2 REVISÃO DE LITERATURA	35
2.1 A legislação educacional	35
2.1.1 <i>Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio</i>	37
2.1.2 <i>A área de Ciências da Natureza e o Ensino de Física</i>	40
2.2 O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)	51
2.3 Experimentos no ensino de Física	52
2.3.1 <i>A importância das atividades experimentais no ensino de Física</i>	56
2.3.2 <i>Atividades experimentais com simulações computacionais</i>	62
3 METODOLOGIA	67
3.1 As abordagens e o trabalho de aplicação	68
3.2 Os roteiros experimentais	74
3.3 As avaliações	75
3.4 As pesquisas de opinião	82
3.5 Aplicação das estratégias	83
3.5.1 <i>Aplicação da Estratégia 1</i>	83
3.5.2 <i>Aplicação da Estratégia 2</i>	87
3.5.3 <i>Aplicação da Estratégia 3</i>	89
3.5.4 <i>Aplicação da Estratégia 4</i>	90
3.6 Validação dos dados	91
4 RESULTADOS OBTIDOS	93
4.1 A caracterização das turmas e a distribuição das abordagens	93
4.2 Análise dos conhecimentos prévios dos alunos	95
4.3 Aproveitamento dos alunos após a aula teórica tradicional	96
4.4 Aproveitamento dos alunos após as aulas experimentais	97
4.5 Uma comparação do aproveitamento das turmas com diferentes abordagens	98
4.6 Uma comparação entre as turmas utilizando-se de avaliação de múltipla escolha	100
4.7.1 <i>Apresentação das questões</i>	101
4.7.2 <i>Análise de algumas situações</i>	114
4.8 O resultado da pesquisa de opinião	115
4.8.1 <i>Pontos positivos</i>	115
4.8.2 <i>Pontos negativos</i>	119
4.9 As abordagens sob o olhar dos alunos	120
4.10 Uma proposta de abordagem considerada eficiente	122
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	127
REFERÊNCIAS	131
APÊNDICE A - Produto	137
APÊNDICE B – Pré-teste (inclui questionário de caracterização)	181
APÊNDICE C – Avaliação após aula teórica – tipo dissertativa - versão 1 (pós-teste)	185
APÊNDICE D – Avaliação após aula teórica – tipo dissertativa – versão 2 (pós-teste)	187
APÊNDICE E – Avaliação após aula experimental – tipo dissertativa - (pós-teste)	189
APÊNDICE F – Avaliação após aula experimental – tipo múltipla escolha – versão 1 (pós-teste)	191

APÊNDICE G – Avaliação após aula experimental – tipo múltipla escolha – versão 2 (pós-teste)	195
APÊNDICE H – Avaliação após aula experimental – tipo múltipla escolha – versão 3 (pós-teste)	199
APÊNDICE I – Avaliação após aula experimental – tipo múltipla escolha – versão 4 (pós-teste)	203
APÊNDICE J – Questionário de opinião I.....	207
APÊNDICE K – Questionário de opinião II.....	209

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física na Educação Básica, em geral, se resume à apresentação de conteúdos e resolução de exercícios sem a realização de práticas em laboratório ou o uso de tecnologias (TICs¹) no ensino. Esses fatores contribuem para deixar a Física desestimulante e sem sentido para os estudantes, amargando altos índices de reprovação, tanto no ensino médio como no ensino superior. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a Física deve ser apresentada para o aluno do ensino médio “como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante ...” (BRASIL, 2002). Portanto, a proposta de atividades experimentais, está de acordo com esta orientação.

A questão a ser resolvida pode ser dividida em duas partes. Primeiramente, quer se descobrir se atividades experimentais, realizadas em laboratório com equipamentos reais ou virtualmente, feitas através de simulações computacionais, trazem, de fato, vantagens ao aprendizado dos alunos, quando comparadas com as aulas expositivas tradicionais. Se a resposta a esta questão for afirmativa, há o interesse em verificar se uma dessas abordagens (real ou com simulação computacional) tem preponderância sobre a outra no que diz respeito ao aprendizado.

O autor deste trabalho tem experiência em atividades práticas de Física, tanto com materiais reais, em laboratório e em sala de aula, quanto com simulações computacionais, atuando com alunos do ensino médio e técnico do Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”², trabalhando na elaboração e execução de projetos específicos para esse fim.

Desta forma, neste trabalho é feito um estudo aprofundado destes recursos, com o objetivo de se investigar se trazem diferencial no aprendizado dos alunos e se

¹ O significado da abreviatura é Tecnologias de Informação e Comunicação. Neste trabalho será utilizada a palavra tecnologias quando se referir às TICs. De acordo com Fiorentini e Lorenzato (2012, p. 45), “as TICs resultam da fusão das tecnologias de informação, antes referenciadas como informática, e as tecnologias de comunicação, denominadas anteriormente como telecomunicações e mídia eletrônica”.

² O Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza” é a instituição mantenedora das escolas técnicas estaduais (Etec) e faculdades de tecnologia (Fatec) em todo o estado de São Paulo. O autor desta dissertação trabalha na unidade de Cruzeiro, denominada Etec Prof. José Sant’Ana de Castro, desde 1995.

há preponderância na vantagem de um sobre o outro, para a elaboração de um manual de orientação para professores do Ensino Médio, apontando caminhos para a aplicação de atividades utilizando-se de aulas práticas.

Neste trabalho toma-se como base um experimento para a verificação da Lei de Ohm, assunto que faz parte da programação de Física do terceiro ano do ensino médio da maioria das escolas brasileiras.

No segundo capítulo deste trabalho, faz-se uma referência às Leis de Diretrizes e Bases da Educação (LDB). É feita uma rápida abordagem histórica, concentrando-se em pontos de importância da atual LDB, uma vez que todo o trabalho docente precisa se pautar na legislação em vigor, a exemplo do que ocorre em outras profissões. A partir daí, reporta-se às Diretrizes Curriculares Nacionais, que orientam o ensino das diversas disciplinas em nosso país, com destaque para a Física.

Em seguida, é apresentado um levantamento dos artigos que tratam do ensino experimental de Física (utilizando objetos reais e simulações computacionais). A partir daí, realiza-se um estudo sobre a importância do uso de experimentos no ensino de Física e uma discussão sobre a necessidade de sua implementação.

Depois, faz-se referência aos experimentos no ensino de Física utilizando simulações computacionais, uma vez que as tecnologias de informação e comunicação fazem parte do cotidiano de nossos alunos e devem também fazer parte do cotidiano das escolas.

É importante destacar que, além de propor abordagens experimentais, há uma preocupação com a sua implementação dentro da atual estrutura do ensino em nosso país, discutindo inclusive as possíveis causas para as dificuldades de implementação das ideias contidas neste trabalho.

A partir do capítulo 3 é apresentada a metodologia do trabalho de pesquisa, que consistiu na aplicação de atividades experimentais com equipamentos reais e com simulações computacionais para fazer uma comparação entre estes recursos e com as aulas expositivas tradicionais, com o objetivo de verificar qual das abordagens tem mais efeito no aprendizado dos alunos.

Os resultados obtidos com a pesquisa são apresentados e analisados no capítulo 4, verificando assim a importância da experimentação no ensino da Física.

No último capítulo deste trabalho são apresentadas as considerações finais. Seguem-se as referências bibliográficas e os apêndices.

O produto educacional originado com a pesquisa, apresentado no apêndice A, é constituído de um manual de orientação para a implementação de atividade experimental, abordando circuitos elétricos e Lei de Ohm. Esta proposta leva em conta diferentes realidades, e aponta possíveis caminhos a serem seguidos pelo professor.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste trabalho a revisão de literatura tem como base a legislação educacional - com ênfase nos Parâmetros Curriculares Nacionais - e os trabalhos de pesquisa da área de ensino de Física que abordam experimentos reais e experimentos utilizando simulações computacionais.

2.1 A legislação educacional

Os sistemas de ensino devem cumprir requisitos de uma legislação própria. Dessa forma, é imprescindível que o professor tenha conhecimento da legislação educacional, para conduzir o seu trabalho de maneira eficiente e de acordo com as normas vigentes.

A primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº. 4024/1971, estabelece a estrutura do ensino em primário, ginásio, colegial e universitário. Esta lei determina a obrigatoriedade apenas do ensino primário (quatro anos).

A Lei 5692/1971 estabelece a estrutura de ensino de primeiro, segundo e terceiro grau e amplia a obrigatoriedade do ensino para oito anos (correspondente ao ensino de primeiro grau). Nela o ensino de segundo grau passa a ter como obrigatoriedade a profissionalização. Lautério e Nehring (2012, p. 2) comentam que na Lei de 1971 é pela primeira vez citada a necessidade de uma base curricular comum.

A Lei 7044/82 altera os dispositivos do segundo grau, revogando a obrigatoriedade do ensino profissional.

A LDB 9394/96, que está em vigor, foi elaborada com base na Constituição de 1988 e estabelece a estrutura da educação em dois níveis – básico e superior. Novamente há a ampliação da obrigatoriedade do ensino escolar, agora para toda a Educação Básica (constituída pela educação infantil, ensino fundamental e ensino médio). Outro ponto importante é que esta nova LDB destaca a obrigatoriedade de uma base nacional comum.

De acordo com Lautério e Nehring (2012, p. 3):

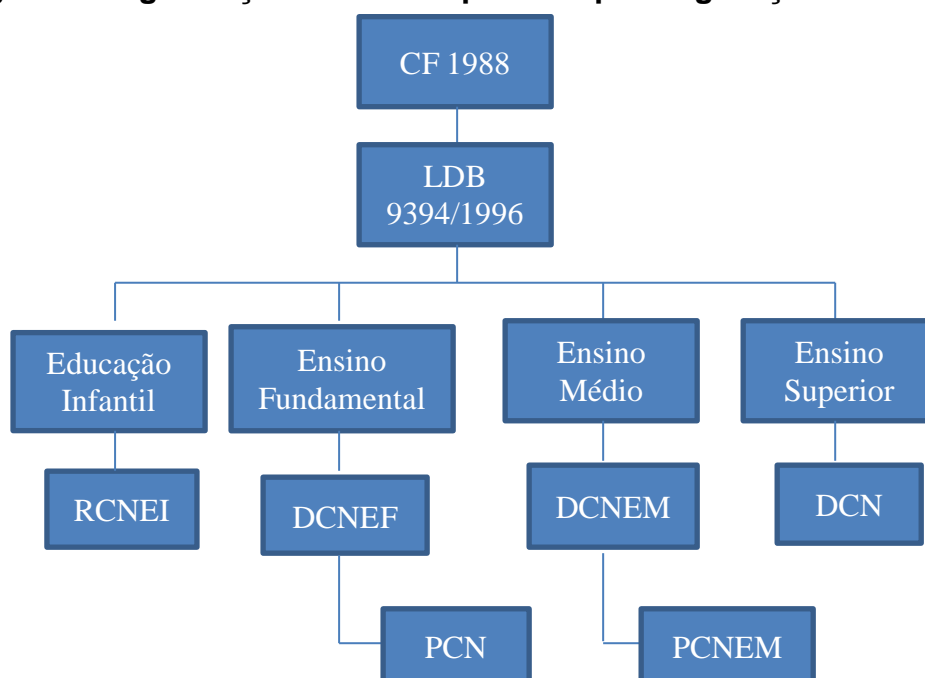
A LDB nº 9394/96 proporcionou grandes avanços a educação, ampliando a obrigatoriedade no ensino incorporando o Ensino Médio como parte obrigatória correspondendo à Educação Básica no Brasil. No entanto, as orientações para que esse ensino pudesse desenvolver um trabalho considerando a base comum curricular, só foi proposto a partir de 1999 com a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM.

Mas, se antes da nova LDB a preocupação era os conteúdos mínimos, a nova LDB estabelece como preocupação principal o desenvolvimento de competências e habilidades.

Propõe-se, no nível do Ensino Médio, a formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização. (BRASIL, 1999, p. 16).

O esquema da figura 1 mostra um resumo da organização do ensino proposto pela legislação educacional. Pode-se verificar que a Constituição Federal de 1988 (CF 1988) dá embasamento para a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9394/1996). A nova LDB prevê a organização do ensino em Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino Superior. A partir daí, são organizadas as Bases Curriculares Nacionais, com os Referenciais Curriculares Nacionais para a Educação Infantil (RCNEI), Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental e Médio (DCNEF e DCNEM) e as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Superior (DCN), todos preocupados com o desenvolvimento de competências e habilidades. Para orientação dos professores são organizados, então, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental e Médio (PCN e PCNEM).

Figura 1- Organização do ensino previsto pela legislação educacional



Fonte: Adaptado de Macedo, 2014³

2.1.1 Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

De acordo com Lautério e Nehring (2012, p. 4), a organização de orientações curriculares para o Ensino Médio seguiu os modelos das orientações propostas ao Ensino Fundamental de 1997.

Para essa reforma, incorporam-se como diretrizes gerais e orientadoras da proposta curricular as quatro premissas apontadas pela UNESCO como eixos estruturais da educação na sociedade contemporânea: “aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e aprender a ser.” (BRASIL, 1999, p. 29).

Lautério e Nehring (2012, p. 4) afirmam que,

A valorização desses quatro eixos revitaliza a necessidade de uma reestruturação do ensino escolar, visto que as aprendizagens desenvolvidas na escola até o momento, não visavam o desenvolvimento de tais eixos. A necessidade de saber conhecer, fazer, viver e ser, se tornam cada vez mais indispensáveis para a vida, para o trabalho e para a sociedade contemporânea.

³ Organograma adaptado do material audiovisual do Professor Jefferson Baptista Macedo, apresentado pelo mesmo no 1º. encontro do programa de formação continuada – 2014, da Faculdade de Ciências Humanas de Cruzeiro, em 27 jan. 2014.

“A perspectiva é de uma aprendizagem permanente, de uma formação continuada, considerando como elemento central dessa formação a construção da cidadania em função dos processos sociais que se modificam.” (BRASIL, 1999, p. 25).

Com essa concepção, os PCNEM condenam a memorização de conhecimentos, desnecessária em um mundo em que o acesso a informação é facilitado pelas novas tecnologias. Dessa forma, os PCNEM tentam dirigir a ação do professor com o objetivo de mudar a característica do ensino – até então baseado em conteúdos, fórmulas, memorizações, muitas vezes sem ligação com o cotidiano do aluno.

O currículo, enquanto instrumentação da cidadania democrática, deve contemplar conteúdos e estratégias de aprendizagem que capacitem o ser humano para a realização de atividades nos três domínios da ação humana: a vida em sociedade, a atividade produtiva e a experiência subjetiva, visando à integração de homens e mulheres no tríptico universo das relações políticas, do trabalho e da simbolização subjetiva. (BRASIL, 1999, p. 29)

Desta forma, a LDB, em seu artigo 26, determina na Base Nacional Comum para o Ensino Básico, como obrigatoriedade o “estudo da língua portuguesa e da matemática, o conhecimento do mundo físico e natural e da realidade social e política, especialmente do Brasil, o ensino da arte [...] e a educação física.” (BRASIL, 1999, p. 44).

Os PCNEM enfatizam que, embora estabeleçam uma Base Nacional Comum, não pretendem acabar com a flexibilidade. Esta flexibilidade é importante, tendo em vista um país de dimensões continentais como o nosso, em que existem sistemas de ensino com as mais diversas peculiaridades. Ainda destacam que “essa flexibilidade deve ser assegurada, tanto na organização dos conteúdos mencionados em lei, quanto na metodologia a ser desenvolvida no processo de ensino-aprendizagem e na avaliação.” (BRASIL, 1999, p. 31-32).

Nota-se portanto, que o estabelecimento da Base Nacional Comum tem como preocupação orientar os sistemas de ensino e as escolas na implementação das novas propostas e os professores na condução do seu trabalho em sala de aula, dentro dessas propostas. Por outro lado, permite-se e estimula-se uma flexibilização nesse processo, o que contempla, como foi dito, as peculiaridades de cada sistema de ensino do nosso país.

Os PCNEM propõem uma nova forma de organização curricular, através das chamadas áreas de conhecimento. Mesmo assim, os Parâmetros deixam claro que não pretendem com essa nova proposta deixar de lado os conteúdos, ou até mesmo excluí-los. “Essa concepção curricular não elimina o ensino de conteúdos específicos, mas considera que os mesmos devem fazer parte de um processo global com várias dimensões articuladas.” (BRASIL, 1999, p. 32).

Os PCNEM ainda distribuem as disciplinas nas áreas de conhecimento, mas não obrigam à organização do currículo através das mesmas. “O que é obrigatória pela LDB ou pela Resolução nº 03/98 são os conhecimentos que estas disciplinas recortam e as competências e habilidades a eles referidos [...]” (BRASIL, 1999, p. 32).

É importante destacar que somente as propostas feitas pelos PCNEM pretendem fazer uma grande mudança na educação, o que torna difícil a sua implementação. Deve-se levar em conta também que, quando da edição destes PCNEM (1999), os professores alvo para aplicação dessa nova proposta tiveram sua formação com base nas concepções anteriores, centradas nos conteúdos, na memorização e na repetição de processos, o que representa mais um desafio para a sua implementação.

Em sua primeira edição (1999), os PCNEM contemplam três áreas de estudo – Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias. O quadro 1 sintetiza este fato, e mostra as disciplinas relacionadas a cada área.

Quadro 1 – Áreas de Conhecimento – PCNEM, 1999

Áreas	Disciplinas
Linguagens, Códigos e suas Tecnologias	Língua Portuguesa, Língua Estrangeira, Educação Física, Artes e Informática.
Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias	Matemática, Física, Química e Biologia
Ciências Humanas e suas Tecnologias	História, Geografia, Sociologia, Antropologia, Política e Filosofia.

Fonte: BRASIL, 1999, p. 32; 317

A Resolução CNE/CEB n° 02/2012 fez uma pequena alteração nas áreas de conhecimento, dividindo a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias em duas áreas – uma denominada Matemática e outra denominada Ciências da Natureza. Uma síntese das áreas e as disciplinas contempladas nessa nova resolução é dada pelo quadro 2.

Quadro 2 – Áreas do Conhecimento – Resolução CNE/CEB n° 02/2012

Área	Disciplinas
Linguagens	Língua Portuguesa, Língua Materna (para populações indígenas), Língua Estrangeira, Educação Física e Artes.
Matemática	Matemática
Ciências da Natureza	Biologia, Física e Química
Ciências Humanas	História, Geografia, Filosofia, Sociologia

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2012, p. 2-3

2.1.2 A área de Ciências da Natureza e o Ensino de Física

Em sua primeira edição, os PCNEM trazem a preocupação com o desenvolvimento de habilidades e competências e a importância de se relacionar as disciplinas de cada área com o cotidiano do aluno (contextualização).

Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo. (BRASIL, 1999, p. 207).

Apesar da estrutura do currículo do Ensino Médio estar organizada em áreas e dentro das áreas serem propostas as disciplinas, os PCNEM orientam para que a interdisciplinaridade seja uma característica frequente na abordagem dos conhecimentos. Esta interdisciplinaridade pode ser feita entre disciplinas de uma mesma área e também entre áreas diferentes. No texto da proposta os PCNEM citam, como exemplos para ajudar a compreensão da proposta, o conceito de energia, que é comum às disciplinas de Física, Química e Biologia, dentro da área de Ciências da Natureza e o conceito de poluição ambiental, que é um tema que

pode estar presente nas áreas de Ciências da Natureza e na área de Ciências Humanas.

Na disciplina de Física, os PCNEM fazem menção à Matemática como sendo a linguagem da Física e a importância de um aprendizado que chamam de significativo e contextualizado da Física, transcendendo os domínios disciplinares. Chama a atenção o panorama que os PCNEM, em sua primeira edição, fazem do ensino de Física, transcrito a seguir:

O ensino de Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis, fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas. Apresenta o conhecimento como um produto acabado, fruto da genialidade de mentes como a de Galileu, Newton ou Einstein, contribuindo para que os alunos concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver. Além disso, envolve uma lista de conteúdos demasiadamente extensa, que impede o aprofundamento necessário e a instauração de um diálogo construtivo. (BRASIL, 1999, p. 229-230).

Os PCNEM atribuem esse quadro a diversos fatores: despreparo de professores, condições escolares deficientes e a própria estrutura do ensino, que vinha baseada no ensino propedêutico ou técnico.

Mudar concepções não é uma tarefa fácil, mas esta tarefa se torna mais árdua quando se depara com os dois primeiros fatores. Primeiramente o despreparo de professores – são poucos os profissionais formados na área que atuam em sala de aula. Santos e Curi (2012, p. 839) citam os dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) que trazem à tona esse problema: “Dos 44.566 professores que ministram a disciplina de física, apenas 12.335 possuem licenciatura nessa disciplina [...]”. Ora, fica difícil para este profissional, sem formação específica na área, ensinar algo que não tem pleno conhecimento e domínio. Junta-se a este fato a deficiente estrutura da maioria das escolas de ensino médio no Brasil. Esta é uma combinação perfeita para que o profissional fique acomodado com a situação, não fazendo nenhum esforço para criar condições para uma mudança. De acordo com Rodrigues (2011), “a falta de

atratividade da profissão atinge a educação brasileira como um todo, mas provoca consequências mais sérias no ensino médio, como falta de professores especializados [...].”

Quanto ao fator “lista de conteúdos” mencionada pelos PCNEM deve-se fazer uma observação. Apesar da crítica, este problema ainda não foi resolvido. A lista continua extensa e, pior, o tempo disponível para desenvolver estes conteúdos é claramente insuficiente na maioria das escolas públicas brasileiras, que reservam uma carga horária muito pequena para a disciplina. Por outro lado, as escolas particulares reservam um número de aulas adequado para a disciplina de Física, mas ainda trazem muitas características das concepções do ensino propedêutico, visto que muitas delas têm ainda como foco a preparação para o vestibular⁴.

Em 2002 foi lançada uma nova edição dos PCNEM, denominada PCN+ Ensino Médio. Esta edição chama a atenção para a contextualização e a interdisciplinaridade no ensino da Física, propostas no documento anterior. Este documento enfatiza a necessidade de aproximação da Física com o cotidiano dos alunos, bem como a necessidade de trabalhar com as diversas formas de expressão, “que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas” (BRASIL, 2002).

Nesta nova edição, confirma-se o que foi exposto – a mudança não é um processo simples, e verifica-se que muitos professores estavam com dificuldades na implementação da proposta.

Por outro lado, frente a tantas solicitações, dimensões e recomendações a serem simultaneamente contempladas, os professores têm se sentido perdidos, sem os instrumentos necessários para as novas tarefas, sem orientações mais concretas em relação ao que fazer. (BRASIL, 2002, p. 2-3).

Desta forma, a novidade desta edição fica por conta daquilo que o documento chamou de temas estruturadores – as disciplinas foram divididas em assuntos, com sugestões de sequências possíveis, bem como distribuição destes pelos três anos letivos.

⁴ Esta realidade vem mudando com a adoção do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) como forma de ingresso, principalmente nas universidades federais. Mas, no estado de São Paulo, as instituições de ensino superior (IES) estaduais, que respondem pelo maior número de alunos matriculados nas IES públicas (USP, Unesp, Unicamp, Fatecs, Famema, Famerp) ainda utilizam o vestibular.

No caso da disciplina de Física, os PCN+ deixam claro que a divisão por meio dos temas estruturadores preservou até certo ponto a divisão tradicional das áreas da Física – Mecânica, Termologia, Óptica e Eletromagnetismo (BRASIL, 2002, p. 89). Também incluíram a Física Moderna, através do tema estruturador F5. O quadro 3 mostra os temas estruturadores propostos para a Física.

Quadro 3 – Temas Estruturadores – Física

F1	Movimentos: variações e conservações
F2	Calor, Ambiente, Fontes e Usos de Energia
F3	Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações
F4	Som, Imagem e Informação
F5	Matéria e Radiação
F6	Universo, Terra e Vida

Fonte: BRASIL, 2002, p. 19

Cada tema estruturador é subdividido em unidades, em que são apresentados os conteúdos a serem trabalhados, bem como as competências e habilidades a serem desenvolvidas.

No quadro 4 são elencadas as competências da disciplina de Física. As competências que são desenvolvidas neste trabalho com os alunos estão marcadas com um asterisco.

Quadro 4 – Competências da disciplina de Física

Representação e Comunicação		
Na área	Em Física	
SÍMBOLOS, CÓDIGOS E NOMENCLATURAS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita, símbolos, códigos e nomenclaturas da linguagem científica.	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos códigos e nomenclaturas das grandezas da Física. (*) • Conhecer as unidades e as relações entre as unidades de uma mesma grandeza física para fazer traduções entre elas e utilizá-las adequadamente. (*) 	

Continua

Representação e Comunicação	
Na área	Em Física
<p>ARTICULAÇÃO DOS SÍMBOLOS E CÓDIGOS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA.</p> <p>Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ler e interpretar corretamente tabelas, gráficos, esquemas e diagramas apresentados em textos. (*) • Construir sentenças ou esquemas para a resolução de problemas; construir tabelas e transformá-las em gráfico. (*) • Compreender que tabelas, gráficos e expressões matemáticas podem ser diferentes formas de representação de uma relação, com potencialidades e limitações próprias, para ser capaz de escolher e fazer uso da linguagem apropriada em cada situação, além de poder traduzir entre si os significados dessas várias linguagens. (*)
<p>ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE TEXTOS E OUTRAS COMUNICAÇÕES DE C&T</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ler e interpretar informações apresentadas em diferentes linguagens (técnicas). • Acompanhar o noticiário relativo à ciência em jornais, revistas e notícias veiculadas pela mídia, identificando a questão em discussão e interpretando, com objetividade, seus significados e implicações para participar do que se passa à sua volta.

Continuação

Representação e Comunicação	
Na área	Em Física
<p>ELABORAÇÃO DE COMUNICAÇÕES.</p> <p>Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, visitas, entrevistas, correspondências.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Descrever relatos de fenômenos ou acontecimentos que envolvam conhecimentos físicos, tais como relatos de viagens, visitas ou entrevistas, apresentando com clareza e objetividade suas considerações e fazendo uso apropriado da linguagem da Física. • Elaborar relatórios analíticos, apresentando e discutindo dados e resultados, seja de experimentos ou de avaliações críticas de situações, fazendo uso, sempre que necessário, da linguagem física apropriada. (*) • Expressar-se de forma correta e clara em correspondência para os meios de comunicação ou via internet, apresentando pontos de vista, solicitando informações ou esclarecimentos técnico/científicos.
<p>DISCUSSÃO E ARGUMENTAÇÃO DE TEMAS DE INTERESSE EM C&T</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender e emitir juízos próprios sobre notícias com temas relativos à ciência e tecnologia, veiculadas pelas diferentes mídias, de forma analítica e crítica, posicionando-se com argumentação clara. • Argumentar claramente sobre os seus pontos de vista, apresentando razões e justificativas claras e consistentes.
<p>ESTRATÉGIAS PARA ENFRENTAMENTO DE SITUAÇÕES-PROBLEMA.</p> <p>Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física, e identificar as grandezas relevantes, em cada caso.

Continua

Investigação e Compreensão	
Na área	Em Física
<p>INTERAÇÕES, RELAÇÕES E FUNÇÕES: INVARIANTES E TRANSFORMAÇÕES.</p> <p>Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações, identificar regularidades, invariantes e transformações.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer a relação entre diferentes grandezas, ou relações de causa-efeito, para ser capaz de estabelecer previsões. (*) • Reconhecer a conservação de determinadas grandezas, como massa, carga elétrica, corrente, etc. utilizando essa noção de conservação na análise de situações dadas. (*) • Identificar regularidades, associando fenômenos que ocorrem em situações semelhantes, para utilizar leis que expressam essas regularidades, na análise e previsões de situações do dia-a-dia. • Reconhecer a existência de invariantes que impõe condições sobre o que pode e o que não pode acontecer, em processos naturais, para fazer uso desses invariantes na análise de situações cotidianas. • Identificar transformações de energia e a conservação que dá sentido a essas transformações, quantificando-as quando necessário. Identificar também formas de dissipação de energia e as limitações quanto aos tipos de transformações possíveis, impostas pela existência, na natureza, de processos irreversíveis. (*) • Reconhecer a conservação de determinadas grandezas, como massa, carga elétrica, corrente, etc., utilizando essa noção de conservação na análise de situações dadas. (*)

Continuação

Investigação e Compreensão	
Na área	Em Física
<p>MEDIDAS, QUANTIFICAÇÕES, GRANDEZAS E ESCALAS.</p> <p>Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados e utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fazer uso de formas e instrumentos de medida apropriados para estabelecer comparações quantitativas. • Fazer estimativas de ordens de grandeza para poder fazer previsões. • Compreender a necessidade de fazer uso de escalas apropriadas para ser capaz de construir gráficos ou representações. (*)
<p>MODELOS EXPLICATIVOS E REPRESENTATIVOS</p> <p>Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer modelos físicos microscópicos para adquirir uma compreensão mais profunda dos fenômenos e utilizá-los na análise de situações-problema. • Interpretar e fazer uso de modelos explicativos, reconhecendo suas condições de aplicação. (*) • Elaborar modelos simplificados de determinada situações, a partir dos quais seja possível levantar hipóteses e fazer previsões.

Continua

Investigação e Compreensão	
Na área	Em Física
<p>RELAÇÕES ENTRE CONHECIMENTOS DISCIPLINARES, INTERDISCIPLINARES E INTER-ÁREAS</p> <p>Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Construir uma visão sistematizada dos diversos tipos de interação e das diferentes naturezas de fenômenos da Física, para poder fazer uso desse conhecimento de forma integrada e articulada. • Identificar e compreender os diversos níveis de explicação física, microscópicos ou macroscópicos, utilizando-os apropriadamente na compreensão de fenômenos. • Adquirir uma compreensão cósmica do Universo, das teorias relativas ao seu surgimento e sua evolução, assim como do surgimento da vida, de forma a poder situar a Terra, a vida e o ser humano em suas dimensões espaciais e temporais no Universo. • Na utilização de um conceito ou unidade de grandeza, reconhecer ao mesmo tempo sua generalidade e o seu significado específico em cada ciência. • Reconhecer na análise de um mesmo fenômeno as características de cada ciência, de maneira a adquirir uma visão mais articulada dos fenômenos.

Continuação

Contextualização Sociocultural	
Na área	Em Física
<p>CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA HISTÓRIA</p> <p>Compreender o conhecimento científico e tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época. • Compreender o desenvolvimento histórico dos modelos físicos para dimensionar corretamente os modelos atuais, sem dogmatismo ou certezas definitivas. • Compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia, nos mais diversos campos, e suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades. Esses conhecimentos são essenciais para dimensionar corretamente o desenvolvimento tecnológico atual, através tanto de suas vantagens como de seus condicionantes. • Perceber o papel desempenhado pelo conhecimento físico no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história.

Continua

Conclusão

Contextualização Sociocultural	
Na área	Em Física
<p>CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA CULTURA CONTEMPORÂNEA Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender a Física como parte integrante da cultura contemporânea, identificando sua presença em diferentes âmbitos e setores. • Promover e interagir com meios culturais e de difusão científica, através de visitas a museus científicos e tecnológicos, planetários, exposições, etc., para incluir a devida dimensão da Física e da Ciência na apropriação dos espaços de expressão contemporâneos. • Compreender a forma pelas quais a Física e a tecnologia influenciam nossa interpretação do mundo atual, condicionando formas de pensar e interagir.
<p>CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA ATUALIDADE Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acompanhar o desenvolvimento tecnológico e contemporâneo.

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2002, p. 61-68

Os PCN+ também fazem uma proposta para as estratégias de ação, sempre chamando a atenção para o fato de que estas propostas não são uma “receita” pronta, mas uma orientação para o trabalho do professor. Novamente entra em cena a flexibilidade comentada anteriormente – o professor pode e deve incluir aí as atividades experimentais.

Os Parâmetros citam ainda as dimensões para o trabalho docente em sala de aula: fazer uso do mundo vivencial do aluno, compreender a concepção de mundo dos alunos, utilizar-se da experimentação, recorrer a novas formas de expressão do saber da Física, incentivar a resolução de problemas, tratar a Física como cultura e promover a responsabilidade social.

No caso da experimentação, os PCN+ destacam que:

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. (BRASIL, 2002, p. 37).

Os PCN+ chamam a atenção para a possibilidade de se trabalhar com materiais de baixo custo, e afirmam que o mais importante é o professor selecionar as competências que estarão sendo promovidas com as atividades experimentais.

Desta forma, nessa nova concepção de educação, os PCN+ mostram que a experimentação é um fato importante e indispensável para o desenvolvimento das competências e habilidades no Ensino Médio.

2.2 O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)

“O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) foi criado em 1998 com o objetivo de avaliar o desempenho do estudante ao fim da educação básica, buscando contribuir para a melhoria da qualidade nesse nível de escolaridade” (BRASIL, 2014).

É importante acrescentar que “a partir de 2009 o ENEM passou a ser utilizado como mecanismo de seleção para o ingresso no ensino superior” (BRASIL, 2014).

O conteúdo das provas é definido a partir de matrizes de referência em quatro áreas do conhecimento, previstas na resolução CNE/CEB número 2/2012 (BRASIL, 2014).

O quadro 5 traz as competências e habilidades com base na matriz de referência do ENEM para a área de Ciências Naturais e suas Tecnologias que são contempladas no trabalho com os alunos, nesta dissertação.

Quadro 5 – Matriz de referência do ENEM – Área de Ciências Naturais e suas Tecnologias⁵

Competências	Habilidades
Competência de área 2: Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.	H 5 – Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.
	H 6 – Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou utilização de aparelhos, ou sistemas tecnológicos de uso comum.
Competência de área 5: Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.	H 17 – Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.
Competência de área 6: Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar, ou planejar intervenções científico-tecnológicas.	H 20 – Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.
	H 21 – Utilizar leis físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e (ou) do eletromagnetismo.

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2014

2.3 Experimentos no ensino de Física

É interessante verificar qual a importância que os pesquisadores têm dado para a proposta e estudo de atividades experimentais no ensino de Física.

O trabalho de Resende, Ostermann e Ferraz (2009) apresenta um levantamento da produção acadêmica na área de ensino-aprendizagem de física no nível médio, entre os anos de 2000 e 2007. No levantamento feito pelas autoras são analisados artigos de seis periódicos: Ciência e Educação (v. 6 a 13), Investigações em Ensino de Ciências (v. 5 a 12), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (v. 17 a 24), Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (v. 1 a 7), Ensaio –

⁵ Estão relacionadas as competências e habilidades trabalhadas com os alunos.

Pesquisa em Educação em Ciências (v. 2 a 9), Revista Brasileira de Ensino de Física (v. 22 a 29) e A Física na Escola (v. 1 a 8).

Neste trabalho, as autoras mostram que a maioria das pesquisas dentro da temática ensino-aprendizagem de física enquadram-se na subtemática laboratório didático. A tabela 1 ilustra este fato.

De acordo com Resende, Ostermann e Ferraz (2009),

Na subtemática laboratório didático estão incluídos os artigos que descrevem o desenvolvimento de experimentos e os que se ocupam da avaliação do uso didático do laboratório. Já na subtemática recursos didáticos incluem-se artigos referentes à elaboração de experimentos, à análise de livros didáticos e à elaboração e utilização de textos sobre conteúdos de física.

Tabela 1 – Classificação da temática ensino-aprendizagem de física em subtemáticas

Subtemáticas	Nº de trabalhos
Laboratório didático	34
Recursos didáticos	22
Metodologias e estratégias de ensino	19
Referenciais teóricos para o ensino e aprendizagem	8
Levantamento de concepções / dificuldades conceituais	8
Conteúdos reelaborados para o ensino médio	5
Avaliação da aprendizagem	3
Resolução de problemas	1
Total	100

Fonte: Adaptada de RESENDE; OSTERMANN E FERRAZ, 2009.

Portanto, é conveniente incluir neste trabalho de pesquisa um levantamento a respeito dos artigos científicos cujo objeto de estudo focaliza atividades experimentais na escola de ensino médio, por meio de experimentos reais ou por meio de simulações computacionais (experimentos virtuais).

Este levantamento inclui os artigos publicados nos últimos cinco anos em duas conhecidas revistas especializadas em ensino de Física – o Caderno Brasileiro de Ensino de Física, publicado pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Revista Brasileira de Ensino de Física, publicada pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), conforme quadro 6. Este período de tempo se justifica pelo fato de

que os artigos com propostas de uso de novas tecnologias de informação e comunicação estejam mais presentes nestas publicações a partir de 2009.

A quantidade de artigos nesta área evidencia a importância dada ao ensino experimental da Física. Para se ter uma ideia da forte presença dos artigos englobando atividades experimentais, foram consultados 144 artigos no Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Destes, 54 artigos (38% do total) têm como objeto de estudo as atividades experimentais (reais ou virtuais). Não foram consideradas nesta análise as seções Resenha, Já lhe perguntaram, Pense e responda, Informações e comunicações, nem os artigos em língua estrangeira (neste caso o espanhol).

Quadro 6 – Revistas Pesquisadas

Publicação	Volumes
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	V 26 - nº 1 - 2009 até V 30 – nº 4 - 2013
Revista Brasileira de Ensino de Física	V 31 – nº 1 – 2009 até V 35 – nº 4 - 2013

Fonte: Elaborada pelo autor

É importante destacar que no Caderno Brasileiro de Ensino de Física os artigos publicados sobre experimentos de Física são mais voltados para o ensino médio, enquanto que na Revista Brasileira de Ensino de Física há muitos artigos voltados para o ensino superior. Destes, alguns podem ser adaptados para o ensino médio.

As tabelas 2 e 3 sintetizam este levantamento. Nela, os artigos são classificados em atividades experimentais reais ou atividades experimentais utilizando simulações computacionais. Estes artigos também foram classificados dentro das divisões da Física estudadas no ensino médio e superior. Quando o artigo se refere a mais de uma dessas divisões ou não se aplica a nenhuma delas ele recebeu a classificação “Diversos/Outros”. Artigos que montam o experimento real e fazem uma análise com o uso da informática (tais como aquisição automática de dados, plotagem de gráficos e esquemas), apesar de usarem as tecnologias de informação e comunicação, foram classificados como atividades experimentais reais. A classificação dos experimentos no tipo “Atividades Experimentais Virtuais” se deve exclusivamente àqueles que utilizam simulações da realidade, substituindo a atividade real.

Tabela 2 – Classificação das Atividades Experimentais Reais Propostas

Classificação	CBEF	RBEF	Total
Mecânica – Cinemática	4	10	14
Mecânica – Dinâmica	3	7	10
Mecânica - Fluidos	2	4	6
Mecânica – Astronomia	4	4	8
Ondulatória	3	11	14
Óptica	6	6	12
Termodinâmica	3	3	6
Eletromagnetismo	14	13	27
Física Moderna	4	5	9
Diversos / Outros	4	13	17
Total	47	76	123

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 3 – Classificação das Atividades Experimentais Virtuais

CLASSIFICAÇÃO	CBEF	RBEF	Total
Mecânica – Cinemática	1	2	3
Mecânica – Dinâmica	-	-	-
Mecânica – Astronomia	1	-	1
Ondulatória	-	-	-
Termodinâmica	1	1	2
Eletromagnetismo	1	2	3
Física Moderna	2	3	5
Diversos / Outros	1	4	5
Total	7	12	19

Fonte: Dados da pesquisa

Pode-se verificar que Mecânica, com um total de quarenta e três⁶ ocorrências nas duas revistas, é o tópico mais frequente nos artigos elencados, seguido de Eletromagnetismo (com trinta ocorrências). Destaque-se que esse quantitativo leva em conta atividades experimentais, tanto reais como aquelas utilizando simulações computacionais.

⁶ Inclui-se neste quantitativo o trabalho de Duarte (2012), que não foi elencado nas tabelas por se enquadrar nas duas classificações.

O trabalho de Duarte (2012) traz uma proposta parecida com a desta dissertação – faz a sugestão de experimentos utilizando equipamentos reais de baixo custo e simulações computacionais para o ensino da dinâmica da rotação. Em seu artigo, o autor apresenta a proposta, ressaltando a necessidade de se introduzir a atividade experimental no ensino de física no nível médio.

Importante salientar que o Caderno Brasileiro de Ensino de Física reservou dois números especiais em 2012 dedicados às pesquisas na área de ensino de física mediado por tecnologias (volume 29 – números especiais 1 e 2). Estes números classificaram as pesquisas em três seções, a saber:

- a) ambientes virtuais de ensino-aprendizagem de física;
- b) objetos de aprendizagem, recursos digitais e virtuais sobre o ensino de física; e
- c) bases teóricas e metodológicas do ensino de física mediadas por TICs.

Verifica-se então, que a temática laboratório didático ainda é a principal preocupação dos pesquisadores em ensino de Física. E apesar desta preocupação, o laboratório didático ainda não faz parte do cotidiano das escolas de ensino básico em nosso país.

2.3.1 A importância das atividades experimentais no ensino de Física

Não é de hoje que os alunos do ensino médio apresentam uma grande dificuldade no aprendizado da Física. Muitos alunos acabam por desenvolver uma verdadeira repulsa ao componente curricular, o que prejudica consideravelmente o trabalho em sala de aula.

Segundo Fiolhais e Trindade (2003, p. 259) “entre as razões do insucesso na aprendizagem em Física são apontados métodos de ensino desajustados das teorias de aprendizagem mais recentes, assim como a falta de meios pedagógicos modernos”.

Segundo Pedroso (2008, p. 10) “o ensino consubstanciado como mera transmissão de conceitos, bem como a aprendizagem entendida apenas como o acúmulo de informações, não subsistem mais”. Ainda segundo Pedroso (2008, p. 10), “o novo desafio imposto está associado ao desenvolvimento de mecanismos

capazes de transformar as aulas em processos contínuos de informação, comunicação e pesquisa, em que professores e alunos participem ativamente”.

De acordo com Alves (2006, p. 11), “as questões relativas ao processo ensino-aprendizagem em Física, principalmente em nível médio, têm sido tema de várias pesquisas nessas últimas décadas, as quais têm identificado várias causas para tal situação”. Alves (2006, p. 11) destaca “a quase inexistência de equipamentos e atividades práticas/experimentais e as dificuldades metodológicas e didáticas dos professores”.

Sá (2003, p. 23) acrescenta que

No Brasil, a atividade experimental não faz parte da rotina de todos os cursos de Ciências. Tanto no Ensino Fundamental como no Ensino Médio, os cursos estão estruturados a enfatizar a solução algorítmica de problemas padronizados do tipo “lápiz e papel” e a memorização de regras, fatos e princípios.

Este fato vai contra a orientação dos PCN, segundo os quais o ensino de física deve deixar de concentrar-se na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou excessivamente abstratas, o que acaba contribuindo para deixar as aulas desinteressantes para o aluno, resultando em baixo aproveitamento.

Segundo Ribeiro, Almeida e Carvalho (2012, p.2),

Cada vez mais torna-se necessário para o professor estabelecer estratégias que procurem tornar o ensino da física mais completo e, complementarmente, mais atrativo. Daí a necessidade das atividades laboratoriais no contexto do ensino da física.

Seré, Coelho e Nunes (2003, p. 39) destacam que,

Graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das “linguagens”, tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens.

Nas escolas de ensino médio praticamente não se encontra um laboratório de Física (ou Química e Biologia) com instalações e equipamentos adequados. De acordo com Vieira (2014), “de cada dez colégios, apenas três abrigam laboratórios de ciências.” Ainda segundo o mesmo portal, os dados se referem à rede pública de

ensino fundamental e médio (incluindo aí escolas municipais e estaduais) da cidade de São Paulo. Apesar disso, muitos experimentos de Física podem ser feitos com material de fácil obtenção e baixo custo.

De acordo com Alves (2006, p. 17), “em muitos casos, os experimentos podem ser simplificados mediante a eliminação de alguns passos menos importantes e o emprego de aparelhos e técnicas mais simples”.

Pode-se acrescentar que, muitos destes experimentos são propostos em vários artigos, como se pode ver no levantamento apresentado neste trabalho. Além disso, em vários livros didáticos há também a sugestão de experimentos simples que podem ser feitos com materiais de fácil obtenção e baixo custo. Estas atividades podem deixar a aula mais atrativa e estimular o aprendizado dos conceitos físicos pelos alunos.

Sismanoglu et. al. (2009, p. 1501-1) afirmam que

a ausência de materiais de laboratório não justifica a inércia com relação ao avanço que se faz necessário na elaboração e implementação de experimentos, que tragam no seu bojo não só a simples execução, mas também o desenvolvimento de todo o conhecimento necessário. Para isso, a criatividade e a dedicação do professor, e do próprio aluno, tornam-se fundamentais.

Soares e Borges (2010, p. 2501-2) elencam quatro objetivos para o ensino de laboratório citando os trabalhos de Moreira e Levandowisk e de Trumper:

a aprendizagem de habilidades, hábitos, técnicas e manuseio de aparelhos; a aprendizagem de conceitos, relações, leis e princípios; a aprendizagem da experimentação e atitudes (curiosidade, franqueza, realidade, objetividade, precisão e cooperação em trabalho de equipe).

Este último objetivo vem ao encontro da questão da avaliação de atitudes, tão solicitada pelas escolas atualmente.

De acordo com Ribeiro, Almeida e Carvalho (2012, p.4317-1), “a atividade experimental permite ao aluno associar a razão à observação e pode funcionar tanto como motivação do que se vai estudar, como verificação do que foi estudado”. E é o professor quem deve decidir qual o melhor momento para a proposta da atividade, pois é ele quem conhece (ou deveria conhecer) a sua realidade (escola, alunos).

A atividade experimental em sala de aula, ainda que seja uma demonstração experimental feita pelo professor é de grande importância. De acordo com Monteiro, Monteiro e Gaspar (2010, p.371), “a demonstração experimental é uma atividade

que tem sido pouco explorada em sala de aula, em parte, pelas dificuldades enfrentadas pelo professor em ter à sua disposição os equipamentos de demonstração”.

Figueiroa et. al., citados por Monteiro et al. (2010, p. 373) destacam que as atividades experimentais de demonstração permitem:

- Relacionar muito da teoria com o mundo físico real e incrementar a capacidade de observação;
- Facilitar a compreensão de conceitos ensinados no curso teórico;
- Aumentar a confiança dos alunos do que foi aprendido na teoria; e
- Estimular o interesse dos alunos pela Física.

Meseguer Dueñas et. al., citados por Monteiro et al. (2010, p. 373) relataram que:

- A realização das demonstrações experimentais em sala de aula tem um resultado gratificante, mas, apesar da facilidade de sua efetivação, é necessário tempo para imaginar e criar experiências, do qual o professor habitualmente não dispõe.
- As experiências de demonstração podem ser utilizadas de forma continuada como referência e apoio durante o desenvolvimento das aulas teóricas.
- São poucos os recursos materiais necessários, o que viabiliza as aulas com demonstração em escolas com poucos recursos financeiros.
- A visibilidade da experiência é um fator decisivo no bom desenvolvimento da demonstração em sala de aula.

De fato, da experiência do autor deste trabalho em escolas de ensino médio e técnico, pode-se afirmar que a experimentação deixa a aula mais interessante, ainda que limite-se a uma demonstração feita pelo próprio professor. Um experimento, por mais simples que possa parecer, acaba por surpreender o aluno, muitas vezes não acostumado a demonstrações experimentais em sala de aula e muito menos à execução de experimentos em ambiente de laboratório. O professor contribui assim para tornar as ciências (a Física, a Química e a Biologia), menos abstratas e mais próximas do cotidiano do aluno. Alguns experimentos podem trazer um caráter lúdico à aula, atraindo a atenção dos alunos e estimulando-os para a discussão e a pesquisa.

Ainda há a possibilidade de deixar sob a responsabilidade de um grupo de alunos uma montagem experimental que seja considerada de baixo custo, fácil e que não ofereça perigos. O professor pode orientar os alunos na montagem, e

solicitar que além da mesma façam a explicação dos conceitos envolvidos, previamente abordados em sala de aula. A apresentação feita pelos alunos é um momento ímpar de discussão, e muitos deles se mostram entusiasmados com a atividade. Além disso, essa atividade pode servir como um elemento de avaliação da aprendizagem do aluno, não se prendendo assim, à avaliação somente por meio de provas escritas.

De acordo com Monteiro e Gaspar (2007, p. 1), “um estudo sobre as emoções dos alunos desencadeadas em aulas de Ciências, destacam o caráter motivador das atividades de demonstração.” Monteiro e Gaspar (2005, p. 2) também destacam que,

A atividade de demonstração experimental em sala de aula, particularmente quando relacionada a conteúdos de Física, apesar de fundamentar-se em conceitos científicos formais e abstratos, tem por singularidade própria a ênfase no elemento real, no que é diretamente observável e, sobretudo, na possibilidade de simular, no microcosmo formal da sala de aula, a realidade informal vivida pela criança no seu mundo exterior. Grande parte das concepções espontâneas, senão todas, que a criança adquire resulta das experiências por ela vividas no dia-a-dia, mas essas experiências só adquirem sentido quando ela as compartilha com adultos ou parceiros mais capazes, pois são eles que transmitem a essa criança os significados e as explicações a elas atribuídos no universo sociocultural em que vivem. Pode-se inferir, portanto, que a utilização da demonstração experimental de um conceito em sala de aula acrescenta ao pensamento do aluno elementos de realidade e de experiência pessoal que podem preencher uma lacuna cognitiva característica dos conceitos científicos e dar a esses conceitos a força que essa vivência dá aos conceitos espontâneos.

Mas é preciso chamar a atenção para um problema – o tempo disponível do professor. É claro que é preciso um esforço deste profissional para a implementação de atividades experimentais no ensino médio, visto que o número de aulas de Física nesse nível de ensino é reduzido (geralmente duas por semana) e que também muitos professores estão sobrecarregados, ministrando uma quantidade excessiva de aulas por semana, em várias escolas diferentes. Além disso, os sistemas de ensino insistem no contrato do professor por hora-aula e não por jornada de trabalho (contemplando parte da carga horária em sala de aula e parte fora dela). Esta segunda opção daria mais condições para que o professor tivesse o tempo necessário para imaginar, criar, preparar as atividades experimentais e até mesmo repensar sua ação docente. Nem mesmo a obrigatoriedade do percentual de 30% da carga horária em atividades fora de sala de aula no ensino público (prevista pela legislação federal) é respeitada por muitos sistemas de ensino. De acordo com os dados de uma pesquisa da OCDE (Organização para a Cooperação e

Desenvolvimento Econômico) apresentada por Torkania (2013), “os professores brasileiros estão entre os que mais trabalham, com 25 horas de ensino por semana, seis horas a mais do que a média internacional”. A pesquisa foi feita com professores que ministram aulas para a faixa etária de 11 a 16 anos. Desta forma, a própria estrutura dos sistemas de ensino acaba contribuindo para que o professor não tenha tempo para refletir sobre sua ação em sala de aula, bem como pesquisar e propor novas metodologias. Sua ação acaba sendo automática – não há reflexão e muito menos incentivo à pesquisa ao cotidiano do professor e desta forma mudanças na sua ação acabam sendo dificultadas. Assim, concorda-se com Fernandes (2002), que

Dar condições adequadas de trabalho é um mínimo para qualquer profissional, e não é diferente com um professor. E no caso desse, condições adequadas são mais que lousa e giz. É preciso pensar espaços e horários de planejamento adequados, uma infraestrutura que possibilite a ele montar o material didático adequado, etc.

Alguns pesquisadores trazem à tona estes problemas. Segundo Zanon e Silva (2000) citados por Chagas e Martins (2009, p. 641-642):

Quando usualmente expressam posições ou impressões relativamente ao ensino experimental, professores costumam dizer que ele é fundamental para melhorar o ensino, mas lamentam a carência de condições para tal, referindo-se a turmas grandes, inadequação da estrutura física/material, carga horária reduzida [...]

Borges (2002, p.294) mostra que:

Curiosamente, várias das escolas dispõem de alguns equipamentos e laboratórios que, no entanto, por várias razões, nunca são utilizados, dentre às quais cabe mencionar o fato de não existirem atividades já preparadas para o uso do professor; falta de recursos para a compra de componentes e materiais de reposição; falta de tempo do professor para planejar a realização e de atividades como parte do seu programa de ensino; laboratório fechado e sem manutenção [...] Muitos professores até se dispõem a enfrentar isso, improvisando aulas práticas e demonstrações com materiais caseiros, mas acabam se cansando dessa tarefa inglória, especificamente em vista dos poucos resultados que alcançam [...]

Por outro lado, deve-se considerar também que o professor pode e deve encontrar meios para criar condições para a implementação de atividades experimentais. Nas Etecs do Centro Paula Souza, por exemplo, há a possibilidade de o professor fazer a proposta de projetos na área de ensino e pesquisa, com horas de trabalho específicas para estes projetos⁷. A Secretaria da Educação do Estado de São Paulo está implementando as escolas de tempo integral, contratando professores por jornada de trabalho, o que pode viabilizar o tempo necessário para que o professor inclua em sua ação atividades experimentais (incluindo aí a concepção, o planejamento e a execução das mesmas).

Apesar de todas as dificuldades e obstáculos, percebe-se a importância de se incorporar atividades experimentais no ensino de física, com o objetivo de tornar a disciplina mais interessante aos alunos, propiciando momentos de discussão e reflexão, o que contribui para facilitar o seu aprendizado. Alves (2006, p. 129-130) destaca esse fato:

Podemos, portanto, afirmar que o melhor desempenho dos alunos do grupo experimental foi, de fato, devido ao tratamento ao qual foram submetidos, no qual as atividades experimentais, com todo o seu potencial e planejadas de acordo, têm um papel fundamental.

2.3.2 Atividades experimentais com simulações computacionais

É fato que boa parte das escolas de ensino fundamental e médio brasileiras não dispõe de um laboratório didático de Ciências (Física, Química e Biologia), mas não é raro encontrar escolas com laboratórios de informática. Novamente, muitas vezes pela inércia dos professores, esses laboratórios são subutilizados ou nem mesmo utilizados nas aulas dos diversos componentes curriculares.

Muitos experimentos de Física podem ser feitos com o auxílio de simulações computacionais, o que pode ser uma alternativa à falta de laboratórios de ciências, ou até mesmo um complemento para a prática de atividades experimentais – pode ser viável para o professor reservar determinadas aulas para experimentos fáceis de montar, utilizando materiais de baixo custo e fácil obtenção e em outras aulas experimentos executados a partir de *softwares*, que simulam as atividades reais.

⁷ As horas de trabalho para desenvolvimento de projeto são denominadas horas-atividade específicas (HAE), e fazem parte da carga horária do professor durante o período de duração do projeto, limitado a um ano letivo.

Além disso, afirma Cenne (2007, p. 13), que

os PCNEM indicam a necessidade das tecnologias serem incorporadas no aprendizado escolar como instrumento para a cidadania, para as relações sociais e para o trabalho, explicitando que o domínio dos recursos didáticos, como as novas tecnologias, também deve ser um objetivo do ensino da área de Ciências Naturais e Matemática.

Segundo Rosa (1995, p. 183), “as potencialidades do uso de computadores no ensino de Física são grandes”. Entre elas, Rosa (1995, p. 183), destaca: “a coleta e análise de dados em tempo real, a simulação de fenômenos físicos, a instrução assistida por computador, a administração escolar e o estudo de processos cognitivos”.

Neste trabalho dá-se ênfase à investigação do uso do computador na simulação de fenômenos físicos pelos alunos. Há consideráveis vantagens em se trabalhar realidade virtual com os alunos do ensino médio. Fiolhais e Trindade (2003, p. 268) comentam que,

As principais características que a realidade virtual disponibiliza em benefício da educação são a imersão (a maioria das sensações provém do ambiente virtual), interatividade (navegação livre, escolha do referencial, etc) e a manipulação (ações realizadas pelo utilizador tal como no mundo real).

Essas características fascinam o jovem estudante, aguçando seu interesse e curiosidade e abrindo ainda a possibilidade do mesmo trabalhar com simulações computacionais em casa e trazer novos fatos à sala de aula.

Segundo Medeiros e Medeiros (2002, p. 79), a interatividade do computador,

Consiste no fato de que o programa é capaz de fornecer não apenas uma animação isolada de um fenômeno em causa; mas, uma vasta gama de animações alternativas selecionadas através do input de parâmetros pelo estudante.

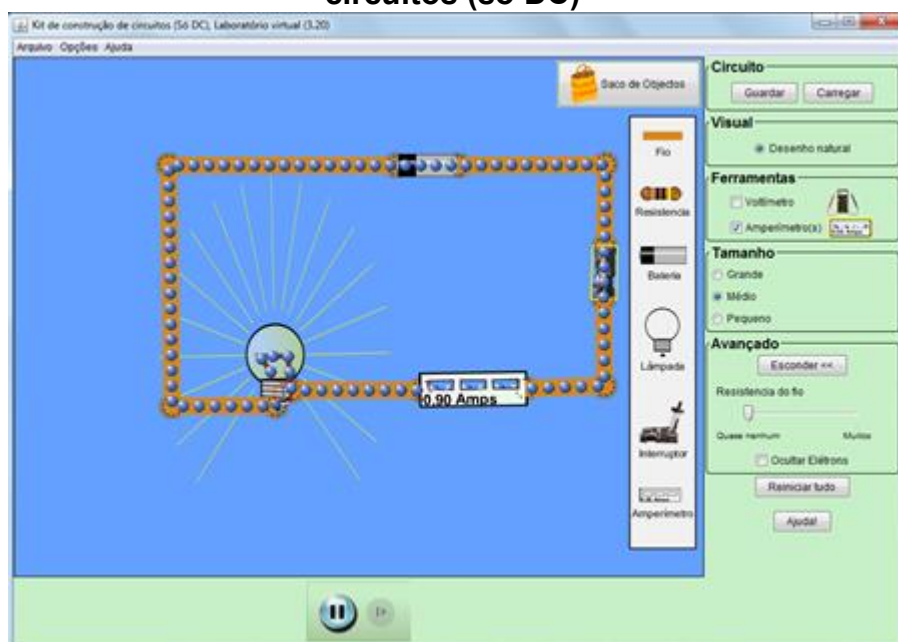
Dessa forma, os professores que acabam não utilizando os laboratórios de informática em suas escolas, apesar de disporem de equipamentos, estão dispensando um recurso que, num processo bem conduzido, pode ser aliado na motivação e no sucesso da aprendizagem dos conteúdos de Física pelos alunos. Medeiros e Medeiros (2002, p.81) afirma que “uma boa simulação pode comunicar melhor do que imagens estáticas, ou mesmo do que uma sequência delas, ideias sobre movimentos e processos em geral”.

Um projeto interessante e viável nessa linha é o *PhET Interactive Simulations*. Trata-se de um projeto desenvolvido pela Universidade do Colorado, que traz em sua página diversas simulações, todas livres (gratuitas), de fácil instalação e utilização, permitindo ainda a colaboração de professores na proposta de atividades. As simulações estão divididas pelas áreas das ciências - Física, Química e Biologia - e são apresentadas em vários idiomas, inclusive o Português, o que é um facilitador para a utilização por professores e alunos. Há atividades bem simples e outras mais elaboradas, que permitem ao aluno, sob orientação do professor, explorá-las, utilizando os conceitos de Física que têm influência sobre os resultados, contribuindo assim para a sua aprendizagem efetiva. O professor pode ainda optar em utilizar o programa *on-line* (diretamente na página do *PhET*) como também pode baixar o programa e instalar em suas máquinas, fazendo o uso *off-line* (o que evita estar sujeito a problemas de conexão em escolas que não tenham um acesso eficiente à rede).

Em várias de suas simulações o *PhET* permite ao aluno montar o experimento, variando alguns parâmetros, como se estivesse em um laboratório real. Essas possibilidades podem e devem ser trabalhadas com os alunos.

A figura 2 mostra a página da simulação intitulada “*kit de construção de circuitos (só DC)*”, elaborada *pelo PhET Interactive Simulations*. Nela o aluno poderá construir circuitos elétricos, com a possibilidade de variar parâmetros, tais como: diferença de potencial e resistência interna do gerador, resistência da lâmpada, ligar e desligar a chave, simular mostrando o caminho dos elétrons ou ocultar o caminho dos elétrons.

Figura 2 – Página da simulação do *PhET* denominada “kit de construção de circuitos (só DC)”



Fonte: UNIVERSIDADE DO COLORADO, 2014.

Há também no mercado bons *softwares* que podem ser utilizados nas escolas. A Secretaria da Educação do Estado de São Paulo distribuiu para as escolas públicas a ela vinculadas, em meados dos anos 2000, um programa interessante, denominado Edison. Simulando um laboratório de eletricidade, ele tem como vantagens a facilidade na instalação e utilização, e um tratamento gráfico que o aproxima muito da realidade.

Segundo Fiolhais e Trindade (2003, p. 264), “embora as simulações não devam substituir por completo a realidade que representam, elas são bastante úteis para abordar experiências difíceis ou impossíveis de realizar na prática.” Macêdo, Dickman e Andrade, (2012, p. 573) reforçam esta constatação: “As simulações podem ser bastante úteis, principalmente, quando a experiência original for impossível de ser reproduzida pelos estudantes”. A partir destas considerações é importante destacar que há um tempo atrás o alto custo dos equipamentos se tornava um grande empecilho para a realização de atividades práticas nas escolas de ensino médio. E essa era a justificativa dada pela esmagadora maioria dos professores para não realizar atividades práticas em sala de aula e que com certeza era compreensível e aceita. Hoje, com o advento da tecnologia, muitos equipamentos tiveram seus custos diminuídos, estando acessíveis até mesmo em lojas populares. Para os experimentos que exigem equipamentos mais sofisticados e

caros ou que sejam perigosos de ser realizados pelos alunos a simulação computacional revela-se uma ótima opção.

3 METODOLOGIA

A proposta deste trabalho consiste na elaboração de um roteiro com atividades experimentais reais e virtuais sobre Circuitos elétricos e Lei de Ohm. Desta maneira, foi realizado um estudo para verificar se atividades experimentais têm melhor efeito sobre a aprendizagem dos alunos, quando comparadas com aulas expositivas tradicionais. Também foi verificada se havia alguma diferença significativa, no quesito aprendizagem, quando se utiliza atividade experimental com equipamentos reais e atividade experimental com simulações computacionais.

Optou-se por concentrar este estudo em um assunto que faz parte do Eletromagnetismo, por ser esse um ramo da física abstrato e no qual estudantes apresentam grande dificuldade de aprendizado. De acordo com Monteiro, Monteiro e Gaspar (2010, p. 372),

atividades didáticas que possibilitem contextualizações de fenômenos eletromagnéticos, permitindo ao professor meios de demonstrar efeitos que justifiquem modelos conceituais e matemáticos relativos às ideias de campo elétrico, campo magnético, fluxo, corrente elétrica, vetores, entre outros, são fundamentais para a superação das dificuldades comumente encontradas no ensino desses conceitos científicos.

Este capítulo está dividido em seis partes – a primeira faz explica as estratégias utilizadas, a segunda apresenta os roteiros experimentais, a terceira trata das avaliações aplicadas, a quarta apresenta a pesquisa de opinião, a quinta parte detalha a aplicação das estratégias em sala de aula e a sexta parte mostra como foram selecionados os alunos que constituíram a amostra.

De acordo com a classificação de Scarpa e Marandino (1999), a pesquisa se enquadra no tipo denominado Testagem de Métodos, Materiais ou Programas, uma vez que o trabalho realiza a eficácia de métodos de ensino, com uso de elementos das pesquisas empíricas. Segundo Fiorentini e Lorenzato (2012, p. 63-64) os dados obtidos em processos empíricos devem ser tratados estatisticamente. Ainda acrescentam que “a técnica de ensino seria uma variável independente e o desempenho dos alunos a variável dependente, pois se tem como hipótese que, variando a técnica de ensino, o desempenho (rendimento) dos alunos também varie”.

3.1 As abordagens e o trabalho de aplicação

Uma vez definido o tema, procedeu-se a revisão de literatura, levando-se em conta três pontos que dão base a esta pesquisa: os Parâmetros Curriculares Nacionais, notadamente aqueles relacionados com o ensino de Física no nível médio, experimentos utilizando equipamentos reais e experimentos utilizando simulações computacionais.

Após a revisão de literatura procedeu-se à escolha do tópico a ser trabalhado. Optou-se pelo tema circuitos elétricos e Lei de Ohm, tópicos que fazem parte da programação do curso de Física, no terceiro ano do Ensino Médio. Além disso, a apresentação desses assuntos coincidiu com a programação da unidade escolar, permitindo a aplicação deste trabalho durante as aulas de Física, sem necessitar que os alunos viessem fora do seu horário normal de aulas. Este fato permite trabalhar mais próximo da situação real – todos os alunos de cada turma fazem parte da pesquisa, ou seja, o universo da pesquisa abrange alunos com e sem interesse no componente curricular.

Em seguida foi feita uma pesquisa para embasar a elaboração de uma avaliação (denominada pré-teste) na qual fosse possível identificar se os alunos tinham algum conhecimento prévio sobre o assunto. Desta forma, foi possível avaliar qual o progresso desses alunos após as aulas, em cada abordagem.

As questões que compõem a avaliação foram em sua maioria retiradas de Máximo e Alvarenga (2011, p. 111 e 122)⁸, algumas sofrendo adaptações e são apresentadas na seção 3.3 desta dissertação.

A proposta deste trabalho consiste em alternar abordagens experimentais reais e virtuais, além de teóricas, a fim de se fazer a comparação dos dados entre as turmas, verificando seu efeito na aprendizagem dos alunos. Assim, foram elaboradas quatro estratégias com o intuito de investigar qual delas seria mais efetiva para a assimilação de conteúdos, motivação e interesse dos estudantes, bem como contextualização do conteúdo. Da mesma maneira, tem-se a possibilidade de não haver diferenças significativas entre estas estratégias. Este resultado também seria interessante, pois o professor poderia escolher livremente qualquer abordagem de

⁸ Essa obra foi aprovada no Programa Nacional do Livro Didático nas edições PNLEM 2007, PNLD 2012 e PNLD 2015.

acordo com a sua realidade, disponibilidade de materiais, ou mesmo particularidade da turma. Em seguida, são detalhadas as estratégias elaboradas para esta proposta.

A Estratégia 1 (E1) inicia-se com uma abordagem teórica, apoiada na aula tradicional – aula expositiva e dialogada, com resolução de exercícios em sala de aula. Após a abordagem teórica, é aplicada uma avaliação para se averiguar o nível de aprendizado dos alunos. Após estas etapas, aplicam-se as atividades experimentais com equipamentos reais (uma primeira atividade utiliza resistor e outra utiliza lâmpada incandescente) e os alunos são submetidos a nova avaliação, verificando assim o aprendizado dos mesmos. Após o término desta etapa, os alunos respondem a um questionário de opinião, em que explicitam as suas impressões sobre as atividades experimentais. Ainda essa turma é submetida a uma abordagem experimental com simulação computacional, e os alunos então respondem a outra pesquisa de opinião, fazendo comparações entre as duas abordagens. O quadro 7 apresenta passo-a-passo a Estratégia 1.

Quadro 7 – Estratégia 1: Abordagem teórica seguida do experimento real.

Aula	Tempo previsto ⁹	Assunto e/ou Atividade
1	50 min	Corrente elétrica (inclui resolução de exercício em sala de aula pelo professor)
2	25 min	Corrente elétrica – proposta de exercício para que os alunos resolvam em sala.
	25 min	Resistência elétrica.
3	50 min	Lei de Ohm.
4	25 min	Lei de Ohm – resolução de exercício em sala de aula pelo professor.
	25 min	Lei de Ohm – proposta de exercício para que os alunos resolvam em sala.
5	50 min	Aplicação de avaliação (dissertativa).
6	50 min	Aplicação de avaliação (múltipla escolha).
7 / 8	100 min	Aplicação da atividade experimental (utilizando o resistor) – explicação, execução do experimento em laboratório, coleta dos dados.

(Continua)

⁹ Foi considerado como base o intervalo de tempo de 50 minutos, que corresponde a duração de uma hora-aula na Etec Prof. José Sant'Ana de Castro.

(Conclusão)

Aula	Tempo previsto ¹⁰	Assunto e/ou Atividade
9 / 10	100 min	Elaboração do relatório.
11	50 min	Aplicação da atividade experimental (utilizando a lâmpada) – explicação, execução do experimento em laboratório, coleta dos dados.
12	50 min	Elaboração do relatório.
13	50 min	Aplicação de avaliação (dissertativa).
14	50 min	Aplicação de avaliação (múltipla escolha).
--	15 min	Aplicação do questionário de opinião.
15 / 16	30 min	Aplicação da atividade experimental utilizando simulação computacional.
	70 min	Elaboração do relatório.
--	15 min	Aplicação do questionário de opinião.

Fonte: Elaborado pelo autor

Na Estratégia 2 trabalha-se a mesma ideia apresentada acima, mas utilizando-se experimento com simulação computacional, conforme mostra o quadro 8.

Quadro 8 – Estratégia 2: Abordagem teórica seguida da simulação computacional.

Aula	Tempo previsto	Assunto e/ou Atividade
1	50 min	Corrente elétrica (inclui resolução de exercício em sala de aula pelo professor).
2	25 min	Corrente elétrica – proposta de exercício para que os alunos resolvam em sala.
	25 min	Resistência elétrica.
3	50 min	Lei de Ohm.

(Continua)

¹⁰ Foi considerado como base o intervalo de tempo de 50 minutos, que corresponde a duração de uma hora-aula na Etec Prof. José Sant'Ana de Castro.

(Conclusão)

Aula	Tempo previsto	Assunto e/ou Atividade
4	25 min	Lei de Ohm - resolução de exercício em sala de aula pelo professor.
	25 min	Lei de Ohm – proposta de exercício para que os alunos resolvam em sala.
5	50 min	Aplicação de avaliação (dissertativa).
6	50 min	Aplicação de avaliação (múltipla escolha).
7 / 8	75 min	Aplicação da atividade experimental virtual, utilizando o simulador do <i>PhET</i> – explicação, execução do experimento em laboratório, coleta dos dados.
9 / 10	75 min	Elaboração do relatório.
11	50 min	Aplicação de avaliação (dissertativa).
12	50 min	Aplicação de avaliação (múltipla escolha).
---	15 min	Aplicação do questionário de opinião.

Fonte: Elaborado pelo autor

Na terceira estratégia (E3) o assunto é apresentado à turma por meio de uma demonstração experimental utilizando equipamentos reais em sala de aula. Depois é aplicada a atividade experimental, utilizando-se um resistor e outra atividade utilizando-se uma lâmpada. Os alunos são então submetidos a uma avaliação. Os passos da Estratégia 3 são mostrados no quadro 9.

Quadro 9 – Estratégia 3: Abordagem experimental com equipamentos reais

Aula	Tempo previsto	Assunto e Atividade
1	50 min	Corrente elétrica (montagem de um circuito elétrico simples pelo professor, fazendo comentários sobre a montagem e a colocação dos aparelhos de medida). Inclui a resolução de exercício em sala de aula pelo professor.
2	25 min	Corrente elétrica – proposta de exercício para que os alunos resolvam em sala.
	25 min	Resistência elétrica.
3	50 min	Lei de Ohm.

(Continua)

(Conclusão)

Aula	Tempo previsto	Assunto e/ou Atividade
4	25 min	Lei de Ohm - resolução de exercício em sala de aula pelo professor.
	25 min	Lei de Ohm – proposta de exercício para que os alunos resolvam em sala.
5 / 6	100 min	Aplicação da atividade experimental (utilizando o resistor) – explicação, execução do experimento em laboratório, coleta dos dados.
7 / 8	100 min	Elaboração do relatório.
9	50 min	Aplicação da atividade experimental (utilizando a lâmpada) – explicação, execução do experimento em laboratório, coleta dos dados.
10	50 min	Elaboração do relatório.
11	50 min	Aplicação de avaliação (dissertativa).
12	50 min	Aplicação de avaliação (múltipla escolha).
--	15 min	Aplicação do questionário de opinião.

Fonte: Elaborado pelo autor

Por fim, na quarta estratégia (E4) é apresentada à turma uma abordagem também experimental, nos mesmos moldes da apresentada acima, mas utilizando-se da simulação computacional, conforme mostrado no quadro 10.

Quadro 10 – Estratégia 4: Abordagem experimental com a simulação computacional.

Aula	Tempo previsto	Assunto e/ou Atividade
1	50 min	Corrente elétrica (projeção da tela do <i>PhET</i> e montagem de um circuito elétrico simples, mostrando o sentido do movimento dos elétrons. Inserção de um amperímetro de cada lado da lâmpada, mostrando aos alunos que a corrente que passa pelo circuito não se modifica). Inclui resolução de exercício em sala de aula pelo professor.
2	25 min	Corrente elétrica – proposta de exercício para que os alunos resolvam em sala.
	25 min	Resistência elétrica.

(Continua)

(Conclusão)

Aula	Tempo previsto	Assunto e/ou Atividade
3	50 min	Lei de Ohm (projeção da tela do <i>PhET</i> e montagem de um circuito elétrico simples, colocando o amperímetro e o voltímetro e fazendo as medições de corrente elétrica e ddp. Repetição do procedimento para 2, 3 e 4 pilhas. Organização dos resultados na lousa, comentando sobre a proporcionalidade direta entre V e i , o valor constante da resistência R e o gráfico $V \times i$ ser uma reta inclinada).
4	25 min	Lei de Ohm - resolução de exercício em sala de aula pelo professor.
	25 min	Lei de Ohm – proposta de exercício para que os alunos resolvam em sala.
5 / 6	60 min	Aplicação da atividade experimental – explicação, execução do experimento em laboratório, coleta dos dados.
	40 min	Elaboração do relatório.
8	50 min	Aplicação de avaliação (dissertativa).
9	50 min	Aplicação de avaliação (múltipla escolha).
--	15 min	Aplicação do questionário de opinião.

Fonte: Elaborado pelo autor

Os resultados do pré-teste aplicado aos alunos deram base para a escolha da abordagem para cada turma. Foram consideradas para essa classificação a média do aproveitamento da turma e o seu respectivo coeficiente de variação.

Uma vez divididas as turmas, foram elaboradas as atividades, bem como os roteiros para a sua aplicação (ver apêndice A). Foram então verificados os equipamentos e dispositivos disponíveis no laboratório e os que deveriam ser adquiridos.

Após adquirir os elementos faltantes, os experimentos foram executados, para verificar possíveis problemas e falhas que pudessem ocorrer. Nesta etapa, já se pode verificar algumas vantagens e desvantagens de se usar uma ou outra abordagem, que são comentadas no capítulo “Resultados Obtidos”.

3.2 Os roteiros experimentais

Os roteiros experimentais têm como função auxiliar o aluno na execução do experimento e na elaboração do relatório.

Nota-se que os alunos do ensino médio em geral têm dificuldade com o trabalho experimental, por não fazer parte do cotidiano das escolas. A maioria dos alunos chega ao Ensino Médio sem nunca ter feito um experimento de Ciências no Ensino Fundamental, nem mesmo visto uma demonstração experimental em sala de aula. Desta forma, o roteiro serve como um guia para estes alunos.

Os itens que constam dos roteiros experimentais são:

- I. Título da experiência:
Como o próprio nome sugere é o tema da aula experimental a ser ministrada.
- II. Objetivos:
Mostra de maneira sucinta o que se quer fazer com o experimento.
- III. Competências e habilidades:
São apresentadas nesta seção as competências e habilidades requeridas dos alunos, procurando deixar claro o que o professor deseja com esta atividade.
- IV. Introdução Teórica:
Nesta parte do roteiro, é feita uma rápida explanação da teoria necessária para a execução do experimento e confecção do respectivo relatório.
- V. Material utilizado:
É apresentada ao aluno a lista do material a ser utilizado no experimento.
- VI. Procedimentos:
Neste item o aluno encontra orientações para a execução do experimento no laboratório.
- VII. Dados obtidos:
Este item convida o aluno a organizar os dados coletados durante a execução do experimento.

VIII. Análise:

Aqui são dadas orientações para que o aluno possa trabalhar os dados coletados.

IX. Conclusões:

Na forma de perguntas, este item orienta o aluno para chegar às conclusões do experimento, a partir da análise dos dados, já orientada anteriormente.

X. Bibliografia.

3.3 As avaliações

Inicialmente era preciso determinar qual o nível de conhecimento dos alunos sobre o assunto. Este fato é importantíssimo, pois as turmas do ensino médio desta unidade escolar são bastante heterogêneas – vieram do ensino fundamental das mais diferentes escolas e cidades¹¹, frequentam os mais variados cursos profissionalizantes (principalmente cursos do Senai, que tem uma unidade em Cruzeiro) e cursos técnicos modulares ministrados pela própria instituição (atualmente incluem habilitações em Administração, Edificações, Enfermagem, Informática, Logística, Mecânica, Meio Ambiente, Nutrição e Serviços Jurídicos¹²).

Desta forma, muitas vezes o aluno pode ter visto o conteúdo a ser trabalhado, como por exemplo no curso técnico na habilitação em Mecânica e cursos profissionalizantes da área de Elétrica.

O pré-teste então foi elaborado a partir da adaptação dos exercícios sobre o assunto constante em Máximo e Alvarenga (2011, p. 111 e 122). Também foi elaborado um outro pré-teste, com questões de múltipla escolha retirados de concursos vestibulares, que priorizam o conceito em detrimento do cálculo.

O pré-teste com as questões dissertativas foi apresentado com oito questões, todas com itens. As questões estão apresentadas a seguir, com as respectivas competências e habilidades requeridas do aluno em cada uma delas, bem como seu

¹¹ Os alunos são provenientes das cidades de Cruzeiro (sede da escola), Lavrinhas (incluem-se aí dos distritos de Pinheiros e Capela do Jacu), Piquete e Queluz.

¹² As habilitações Logística e Serviços Jurídicos são oferecidas pelo Centro Paula Souza em classes denominadas descentralizadas, utilizando-se de estruturas físicas disponíveis na Escola Estadual (EE) Osvaldo Cruz, em Cruzeiro e a habilitação de Informática é oferecida tanto na unidade sede, como em classes descentralizadas na cidade de Piquete (Escola Municipal Antônio João). Informações obtidas na Secretaria Acadêmica da unidade escolar.

detalhamento, com base nos PCN + Ensino Médio (2002). Optou-se por escolher uma competência a ser avaliada com a questão, mesmo que a referida questão possibilite a avaliação de mais competências.

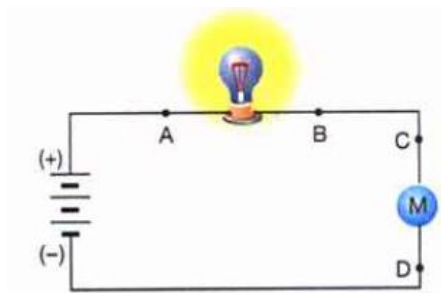
Competências e habilidades:

Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.

- Interpretar e fazer uso de modelos explicativos, reconhecendo suas condições de aplicação.

Questão 1

Uma lâmpada e um motor elétrico foram ligados a uma bateria, originando o circuito mostrado na figura deste exercício. Indique, na figura, o sentido da corrente no circuito e responda:



- O sentido da corrente na lâmpada é de A para B ou de B para A?
- O sentido da corrente no motor é de C para D ou de D para C?
- E qual é o sentido da corrente no interior da bateria?

Competências e habilidades:

Identificar fenômenos naturais ou grandezas em um dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.

- Reconhecer a conservação de determinadas grandezas, como massa, carga elétrica, corrente, etc., utilizando essa noção de conservação na análise de situações dadas.

Questão 2

Sabendo-se que, na questão anterior, a intensidade da corrente que passa pela secção A do fio é de 1,2 A, diga qual é a intensidade da corrente:

- a) que passa por B;
- b) que passa através do motor;
- c) que passa no interior da bateria.

Competências e habilidades:

Identificar fenômenos naturais ou grandezas em um dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.

- Identificar transformações de energia e a conservação que dá sentido a essas transformações, quantificando-as quando necessário. Identificar também formas de dissipação de energia e as limitações quanto aos tipos de transformações possíveis, impostas pela existência, na natureza, de processos irreversíveis.

Questão 3

Considerando ainda o circuito da questão 1, dizer se cada uma das frases seguintes está certa ou errada:

- I. O motor M está consumindo corrente elétrica.
() Certo () Errado
- II. O motor M está recebendo energia da corrente elétrica.
() Certo () Errado

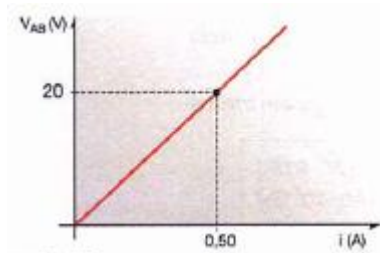
Competências e habilidades:

Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.

- Ler e interpretar corretamente tabelas, gráficos, esquemas e diagramas apresentados em textos.

Questão 4

A figura deste exercício mostra o gráfico $V_{AB} \times i$ para um certo resistor:



- Este resistor é ôhmico?
- Qual é o valor de sua resistência quando submetido a uma voltagem de 20 V?

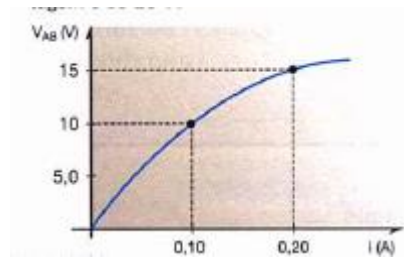
Questão 5

Considerando o resistor do exercício anterior, responda:

- Duplicando-se a voltagem nele aplicada, o que ocorre com o valor da corrente que passa no resistor?
- Duplicando-se a voltagem nele aplicada, o que ocorre com o valor de sua resistência?
- Qual a voltagem que deve ser aplicada no resistor para que ele seja percorrido por uma corrente de 2,0 A?

Questão 6

Para um certo resistor, obtivemos o gráfico $V_{AB} \times i$ mostrado na figura deste exercício.



- Este resistor é ôhmico? Por quê?
- Qual é o valor de sua resistência quando submetido a uma voltagem de 10 V?
- E qual é o valor de sua resistência quando a voltagem é de 15 V?

Questão 7

A tabela mostra o valor da diferença de potencial V a que um resistor é submetido e a correspondente intensidade da corrente elétrica que o atravessa:

V (V)	i (A)
10	4,0
15	6,0
20	8,0
25	9,0

- Qual o valor da resistência elétrica desse resistor em cada caso?
- Esse resistor é ôhmico? Explique.

Competências e habilidades:

Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.

- Elaborar relatórios analíticos, apresentando e discutindo dados e resultados, seja de experimentos ou de avaliações críticas de situações, fazendo uso, sempre que necessário, da linguagem física apropriada.

Questão 8

Em um laboratório você dispõe de um resistor de resistência e características desconhecidas, pilhas, fios para ligação, um amperímetro e um voltímetro. Proponha a construção de um experimento, para que você possa determinar o valor da resistência deste resistor, ainda esclarecendo se ele é ôhmico ou não.

Na montagem do seu experimento deverão constar:

- I. Esquematização do circuito elétrico, indicando quais os aparelhos utilizados e suas ligações.
- II. O procedimento que você utilizaria.

A avaliação com questões de múltipla escolha, com as suas competências e habilidades e com os dados analisados poderão ser consultadas na seção 4.7.1 deste trabalho (páginas 99 a 112).

Para a aplicação, foram consideradas três possibilidades - a aplicação do pré-teste somente na forma de questões dissertativas, a aplicação do pré-teste somente na forma de múltipla escolha e a aplicação das duas formas. Um argumento que descartou esta última opção foi o fato de que a aplicação de dois pré-testes para o mesmo grupo de alunos poderia se tornar cansativa, visto que já se pensava que a maioria dos alunos não teve contato ainda com o conteúdo. Ou seja, os alunos iriam ser convidados a fazer dois testes, de um assunto que ainda não tinham visto. A escolha recaiu então sobre a primeira opção, que apresenta uma possibilidade maior de identificar a situação dos alunos naquele momento.

Os testes que foram aplicados para a verificação da aprendizagem, após aulas teóricas e/ou atividades experimentais se constituíram nos mesmos utilizados anteriormente. No caso da primeira opção, fez-se algumas modificações nas questões (números e redação). No caso da segunda opção, foram elaborados quatro tipos de teste, a fim de evitar que os alunos façam algum tipo de cola (testes de múltipla escolha são geralmente mais fáceis para colar). Estes quatro tipos são compostos por questões comuns, que alternam suas posições, e questões diferentes, que avaliam as mesmas competências e habilidades. As questões, suas respectivas competências e habilidades, bem como o aproveitamento dos alunos, são mostradas no capítulo “Resultados Obtidos”.

3.4 As pesquisas de opinião

Além dos dados obtidos através da aplicação dos pré-testes e pós-testes, é interessante verificar a percepção dos alunos a respeito das atividades aplicadas. Essa coleta de informações foi feita através de um questionário predominantemente fechado.

De acordo com Fiorentini e Lorenzato (2012, p. 116),

o questionário é um dos instrumentos mais tradicionais de coleta de informações e consiste numa série de perguntas que podem ser: fechadas (quando apresentam alternativas para respostas), abertas (quando não apresentam alternativas para respostas) e mistas.

Fiorentini e Lorenzato (2012, p. 117) ainda acrescentam que “as questões fechadas são mais fáceis de serem respondidas, compiladas e tratadas estatisticamente”, vantagens estas que pesaram na predominância deste tipo. Optou-se em propor uma questão aberta, para captar as impressões dos alunos que eventualmente não foram contempladas nas questões anteriores.

Desta forma, elaborou-se primeiramente uma avaliação composta de onze afirmativas, seis delas comentando positivamente as características do trabalho experimental desenvolvido e cinco delas comentando negativamente (algumas se referiam às mesmas características). Os alunos deveriam, individualmente, marcar uma nota a cada afirmativa, em uma escala de 0 a 5, na qual 1 significa discorda totalmente e 5 significa concorda plenamente. Este questionário, com os dados analisados, é apresentado na seção 4.8 deste trabalho.

As afirmativas foram elaboradas evitando termos técnicos ou abstratos que poderiam dificultar o entendimento pelos estudantes do ensino médio. Também foram pensadas de maneira a detectar opiniões conflitantes ou duvidosas. Um exemplo disso são as afirmativas 4 e 8. Um aluno que atribua uma nota 4 ou 5 concordando com o fato de que a atividade experimental permite maior interação dos alunos entre si (afirmativa 4) deveria, por coerência, marcar nota 1 ou 2, discordando com o fato de que o trabalho experimental é uma atividade feita individualmente (afirmativa 8). Da mesma forma se apresentam os pares de afirmativas 2 (Com a atividade experimental fica mais fácil entender o conteúdo.) e 10 (A atividade experimental acaba me dispersando e atrapalha o entendimento do conteúdo), 6 (Agrada-me aulas nas quais eu possa mexer com equipamentos e fazer montagens.) e 9 (Prefiro aulas exclusivamente expositivas a aulas com atividades experimentais.), 1 (A atividade experimental foi fácil de realizar.) e 11 (Foi difícil entender as orientações feitas durante a atividade experimental.)

Para a turma que trabalhou com os experimentos real e virtual, foi aplicada uma outra avaliação, após a finalização das aplicações das duas atividades, composta de uma única pergunta aberta, acerca da preferência destes alunos por uma ou outra forma de experimento, justificando a escolha. O modelo desse questionário pode ser visto no apêndice K.

3.5 Aplicação das estratégias

Todas as atividades referentes a este trabalho de campo foram feitas no horário normal de aulas da instituição, com anuência dos professores de Física das turmas envolvidas. Ficou combinado com os professores destas turmas que os conceitos bimestrais dos alunos seriam atribuídos por este pesquisador, com base nas atividades e avaliações formais por este aplicadas. Destaque-se que estes estudantes foram alunos deste pesquisador na 1ª. e 2ª. séries do Ensino Médio.

3.5.1 Aplicação da Estratégia 1

Na abordagem feita com o 3º. A, foram inicialmente ministradas aulas expositivas teóricas sobre o assunto, com resolução de exercícios pelo professor e pelos alunos em sala de aula. Ainda foi solicitada aos alunos uma tarefa, que

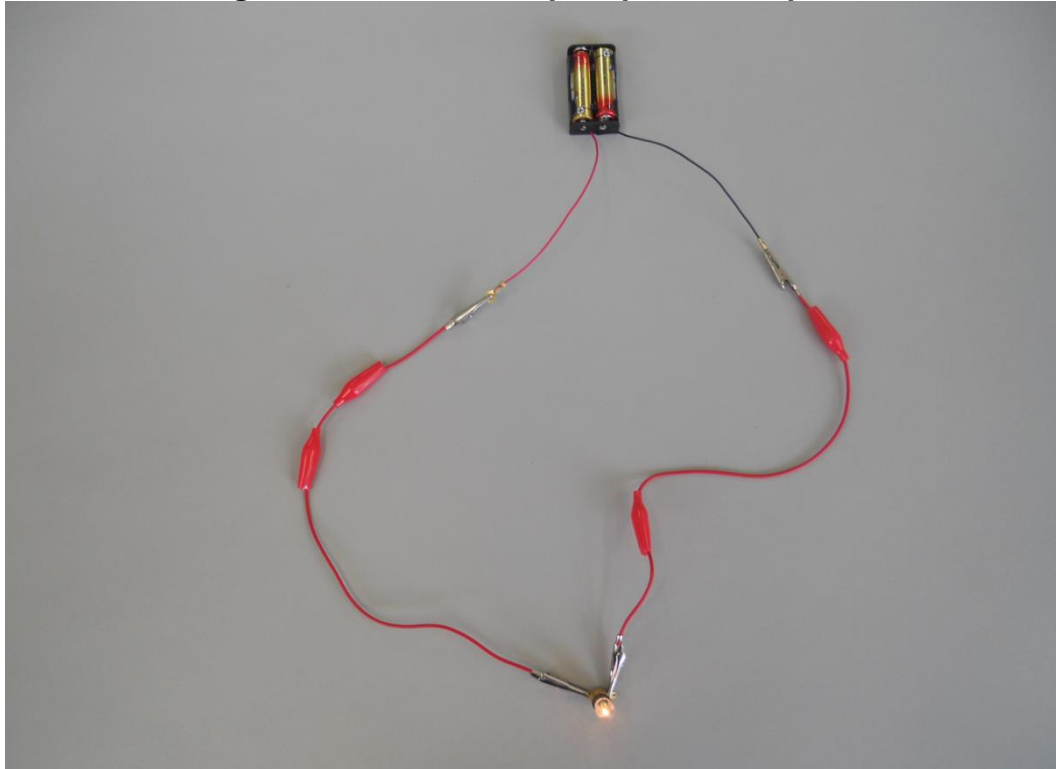
consistia também na resolução de outros exercícios. Estes procedimentos foram adotados em cada grupo de duas aulas seguidas (2 x 100 min). Foram então marcadas e aplicadas duas avaliações – uma consistia nos mesmos exercícios da avaliação anterior com algumas modificações e outra consistia em um teste de múltipla escolha. Posteriormente, foram ministradas aulas experimentais, com equipamentos reais (o que se denominou abordagem experimental real), para turmas de aproximadamente 20 alunos. Foi recomendado aos mesmos que se agrupassem em trios para a execução das atividades.

Este fato se justifica, pois grupos muito grandes possibilitam que alguns alunos só assistam aos seus colegas executarem o experimento, em nada contribuindo para o aprendizado destes alunos, o que contraria os objetivos desta aula. O agrupamento por trios é ideal, pois permite e até mesmo exige que cada aluno colabore na atividade.

Em um primeiro momento, com acompanhamento do professor, foi solicitado aos alunos que montassem um circuito elétrico simples com uma lâmpada, como mostrado na figura 3, a fim de verificarem como funciona.

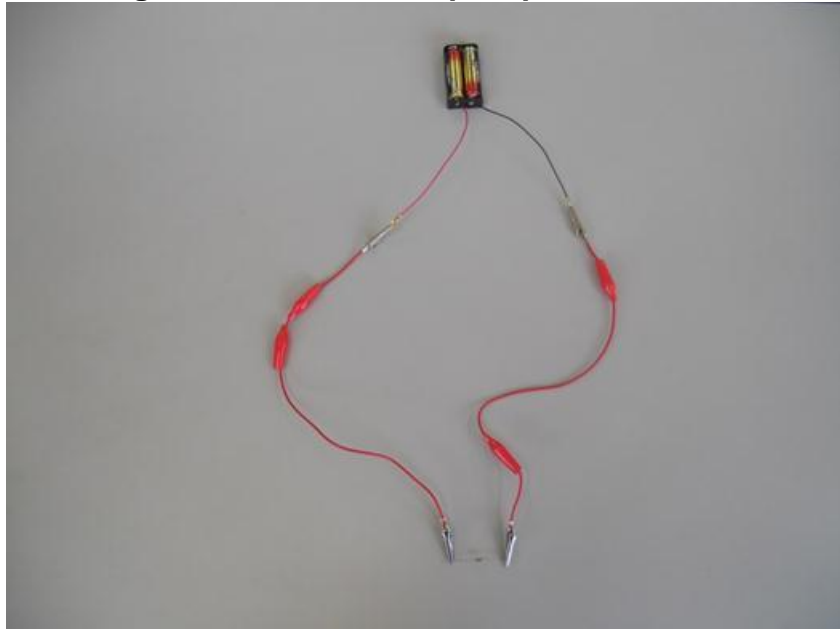
Após este início, era solicitado aos alunos que fizessem a montagem do mesmo circuito com o resistor, e colocassem os aparelhos de medida corretamente (um amperímetro e um voltímetro). Os alunos foram orientados a primeiramente montar o circuito simples, como mostrado na figura 4, depois desconectar um dos polos do resistor e colocar o amperímetro no meio do caminho, como mostra a figura 5.

Figura 3 – Circuito simples pilha + lâmpada



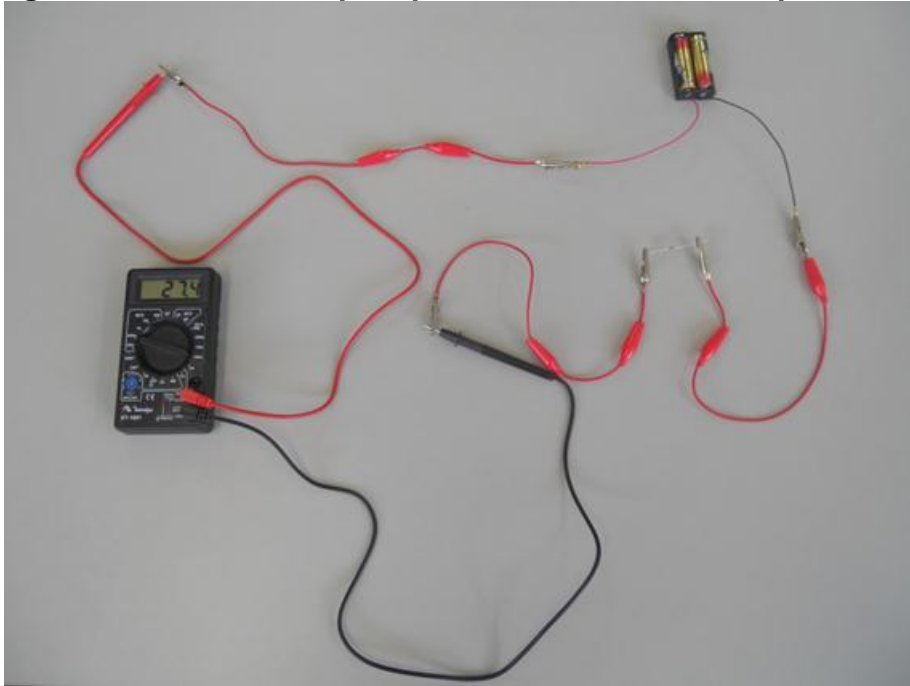
Fonte: Foto do autor

Figura 4 – Circuito simples pilha + resistor



Fonte: Foto do autor

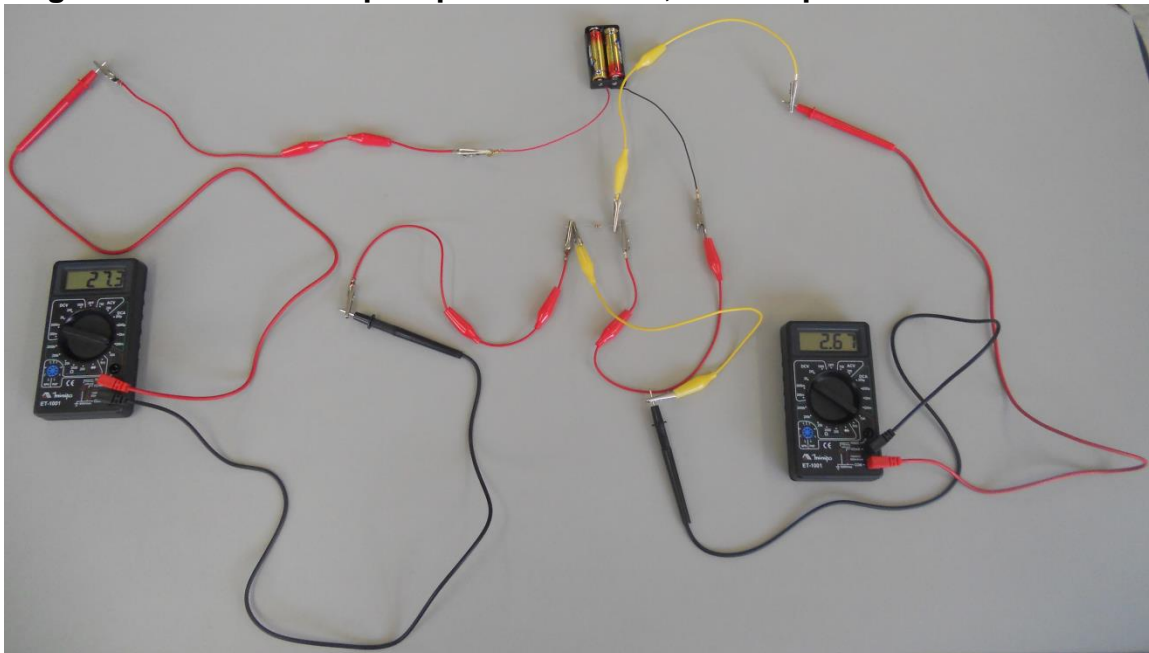
Figura 5 – Circuito simples pilha + resistor, com amperímetro



Fonte: Foto do autor

Logo após, os alunos deveriam ligar o voltímetro nos polos do resistor (uma ponta em cada polo) e fazer a anotação das medidas. O circuito é mostrado na figura 6.

Figura 6 – Circuito simples pilha + resistor, com amperímetro e voltímetro



Fonte: Foto do autor

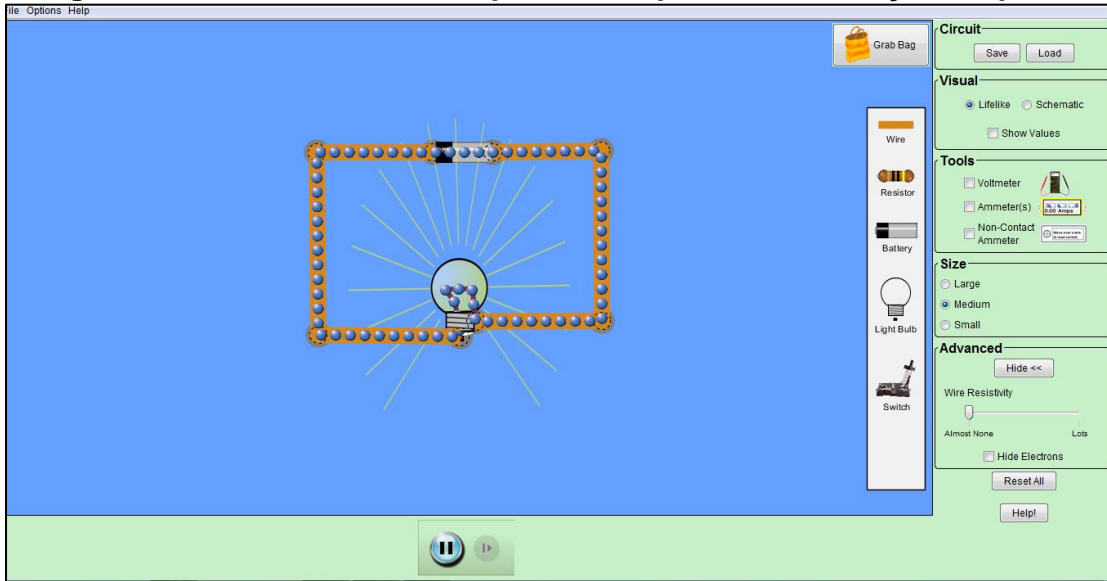
Caso os alunos se confundissem na montagem do circuito durante a colocação dos instrumentos de medida, foi-lhes solicitado que desmontassem todo o circuito e iniciassem novamente a montagem pelo circuito simples (pilha + resistor). Os alunos foram informados de que toda orientação referente a esta atividade estava no roteiro distribuído no início da aula. Após a execução das medidas em laboratório, o que geralmente durava duas aulas (100 minutos), incluído o tempo para a orientação inicial do professor, os alunos foram encaminhados para a biblioteca, a fim de confeccionarem o relatório (o que durava, geralmente mais 100 minutos, apesar de alguns grupos terem demorado um pouco mais). O relatório foi entregue ao professor, que os corrigiu e devolveu aos alunos.

Em outra data, os alunos fizeram outra atividade experimental, semelhante a esta, mas utilizando somente a lâmpada, com o objetivo de observar um dispositivo que não segue a Lei de Ohm. Resumindo, então, todo o processo, ao entrar no laboratório foi feita a explicação do experimento, os alunos executavam o experimento com acompanhamento do professor e de um monitor e finalmente preenchiam um relatório também sob supervisão do professor e do monitor. Em outra data, foram passados os questionários de opinião e aplicadas as avaliações (uma dissertativa, que foi a mesma aplicada no pré-teste, com algumas modificações) e outra de múltipla escolha, também aplicada anteriormente.

3.5.2 Aplicação da Estratégia 2

A abordagem teórica feita com os alunos do 3º. B procurou ser idêntica à feita com os alunos do 3º. A. As aulas experimentais foram ministradas no laboratório de informática da unidade escolar, com o software do *PhET* instalado. A turma foi dividida em grupos de 20 indivíduos, e foi solicitado que executassem a simulação computacional em duplas. Ao entrar no laboratório, foi feita uma explicação do funcionamento do software, utilizando-se recursos multimídia (o próprio programa era projetado numa tela). As duplas eram convidadas a montar os circuitos juntamente com o professor, para que aprendessem e se acostumassem com os comandos do software, o que foi um processo bem rápido. O primeiro circuito montado era bem simples, com uma pilha e uma lâmpada, conforme mostra a figura 7.

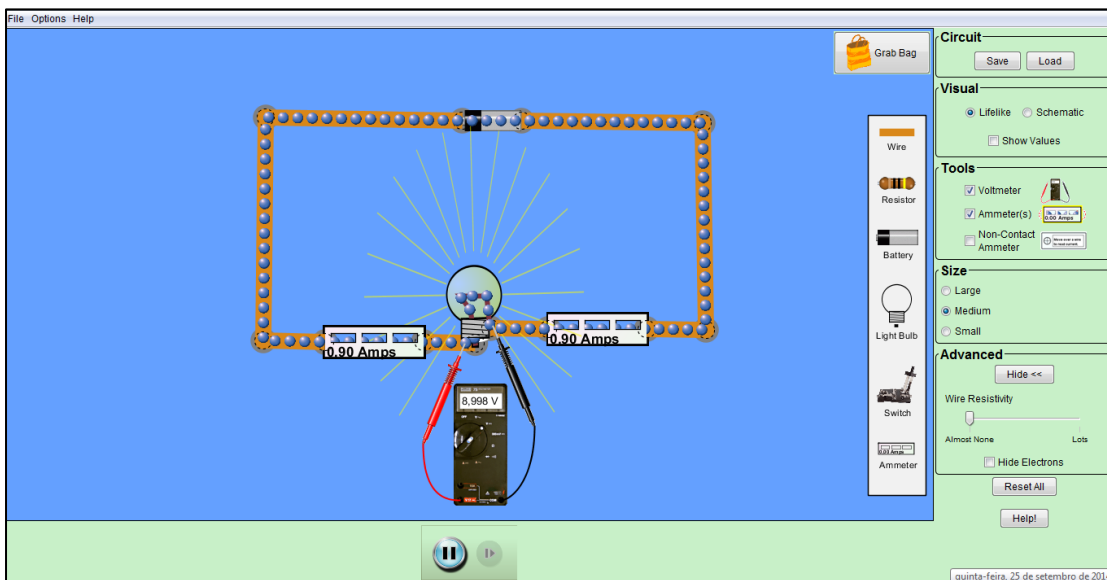
Figura 7 – Modelo de circuito pilha + lâmpada em execução no *pHET*



Fonte: UNIVERSIDADE DO COLORADO, 2014

Após essa montagem, o professor solicitou aos alunos que ligassem dois amperímetros, um antes e outro depois da lâmpada, para verificar que a intensidade da corrente elétrica não é alterada. Então, os alunos foram convidados a ligar um voltímetro nos polos da lâmpada, como mostrado na figura 8.

Figura 8 – Modelo de circuito pilha + lâmpada com medidores em execução no *PhET*



Fonte: UNIVERSIDADE DO COLORADO, 2014

Após esse primeiro contato com o *software*, foi solicitado aos alunos que reiniciassem o programa, e realizassem a atividade experimental proposta, utilizando o resistor. Os alunos foram informados de que toda orientação referente a esta atividade estava no roteiro, distribuído no início da aula. Após a montagem dos circuitos e coleta dos dados, os alunos foram encaminhados para a biblioteca, com o objetivo de confeccionar o relatório.

Nesta abordagem, a atividade experimental durava aproximadamente duas aulas (100 minutos) e o tempo necessário para o relatório foi no máximo 100 minutos (os grupos não necessitaram de mais tempo, pelo contrário, muitos grupos terminavam em até 50 minutos). Por fim, passaram-se os questionários e foram aplicadas as avaliações, nas mesmas condições das aplicadas ao 3º. A.

3.5.3 Aplicação da Estratégia 3

No 3º. D a primeira aula foi iniciada montando-se um circuito elétrico simples (pilha + lâmpada) com equipamentos reais, com a participação de três alunos da turma (que auxiliaram na montagem). A partir daí, explicou-se o conceito de corrente elétrica. Foram colocados no circuito dois amperímetros (um antes e outro depois da lâmpada) e os alunos puderam ver que a intensidade da corrente tem o mesmo valor nos dois pontos do circuito. Foi então resolvido um exercício pelo professor e solicitada a resolução de outro exercício pelos alunos (em sala de aula).

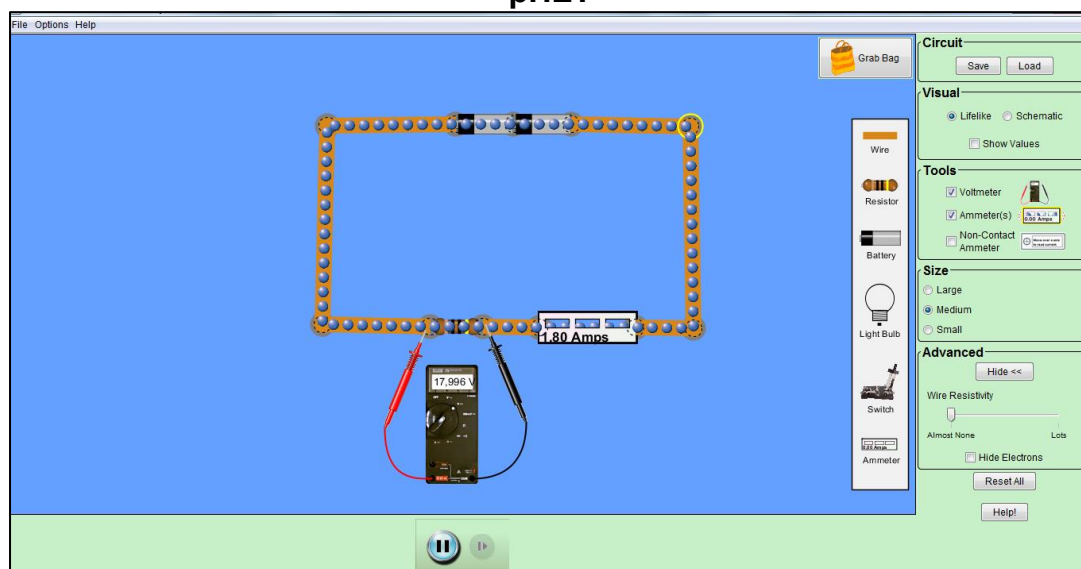
Na segunda aula foi introduzido o conceito de resistência elétrica e a lei de Ohm, resolvidos exercícios pelo professor e solicitada a resolução de exercícios pelos alunos. As aulas experimentais, uma utilizando resistor e outra utilizando lâmpadas, foram ministradas nos mesmos moldes daquelas ministradas para o 3º. A. Finalmente foram passados os questionários e aplicadas as avaliações, como explicado anteriormente.

3.5.4 Aplicação da Estratégia 4

A abordagem feita com os alunos do 3º. C iniciou-se com uma demonstração utilizando-se uma simulação computacional do *PhET*, projetado em uma tela. Primeiramente foi montado um circuito elétrico simples (pilha + lâmpada), e feita a introdução sobre o conceito de corrente elétrica. Explicou-se, então, o conceito de intensidade de corrente elétrica, e mostrou-se que a mesma é constante no circuito, colocando-se dois amperímetros (um antes e outro depois da lâmpada) para medi-la.

Para a segunda aula, foi introduzido o conceito de resistência elétrica. Novamente, projetou-se um circuito elétrico simples (pilha + resistor) em uma tela, colocou-se o amperímetro e o voltímetro e fez-se a leitura da medição da intensidade da corrente elétrica e da ddp juntamente com os alunos. Fez-se o mesmo procedimento para duas, três e quatro pilhas, montando-se na lousa uma tabela com esses valores. A partir daí, a lei de Ohm foi explicada utilizando-se a tabela. Mostrou-se que os valores de V e i eram diretamente proporcionais, que a resistência era constante (através do cálculo da mesma utilizando-se a equação $R = \frac{V}{i}$) e plotou-se na lousa um gráfico $V \times i$, obtendo-se uma reta inclinada. O circuito com duas pilhas é mostrado na figura 9.

Figura 9 – Modelo de circuito pilha + resistor com medidores em execução no PhET



Fonte: UNIVERSIDADE DO COLORADO, 2014.

Foram resolvidos dois exercícios teóricos pelo professor (um sobre corrente elétrica e outro sobre a Lei de Ohm) e foi solicitada a resolução pelos alunos de mais dois exercícios, em sala de aula.

Em outra data, foram marcadas as aulas experimentais no laboratório de informática, utilizando-se as simulações do *PhET*. Os alunos foram divididos em grupos de 20 indivíduos, e foi solicitado que formassem duplas, para a realização da simulação computacional. As aulas experimentais foram ministradas nas mesmas condições que aquelas ministradas no 3º. B.

Por fim, foram passados os questionários de opinião e aplicadas as avaliações (uma dissertativa, que foi a mesma aplicada no pré-teste com algumas modificações) e outra de múltipla escolha (para esta turma, inédita).

3.6 Validação dos dados

Na aplicação dos questionários foi solicitada a identificação do aluno, para posterior validação. Os alunos foram avisados de que os dados não seriam tratados individualmente, não teriam nenhuma influência em seus conceitos (notas) bimestrais e que a identificação serviria única e exclusivamente para uma validação, com base em critérios pré-estabelecidos. A validação dos questionários ocorreu da seguinte forma:

- a) Para alunos das turmas que trabalharam com os experimentos reais: ter participado da aula experimental na qual foram utilizados resistores;
- b) Para alunos das turmas que trabalharam com as simulações computacionais: ter participado da aula experimental na qual foi utilizado o software do *PhET*.

No caso dos alunos enquadrados no item a, a exclusão dos questionários daqueles que participaram somente da aula experimental usando lâmpadas (ainda que seja uma atividade experimental) se deve ao fato de que esta aula foi planejada e ministrada levando-se em conta que os alunos haviam feito a prática com o resistor. Desta forma, a percepção desses alunos, no que diz respeito a vários itens

do questionário, poderia ser alterada pelo fato desta aula ter sido ministrada de uma forma mais rápida e simplificada.

No trabalho com os dados das avaliações também foram feitas validações, de acordo com os critérios mínimos elencados a seguir:

- a) Para alunos das turmas que trabalharam com os experimentos reais:
 - Ter feito todas as avaliações, inclusive o pré-teste;
 - Ter frequentado no mínimo 50% das aulas (excluindo-se àquelas destinadas à aplicação dos experimentos);
 - Ter participado da aula experimental, na qual foi utilizado o resistor;

- b) Para alunos das turmas que trabalharam com as simulações computacionais (experimentos virtuais):
 - Ter feito todas as avaliações, inclusive o pré-teste;
 - Ter frequentado no mínimo 50% das aulas (excluindo-se àquelas destinadas à aplicação dos experimentos);
 - Ter participado da aula experimental, utilizando o software do *PhET*.

4 RESULTADOS OBTIDOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos através das avaliações e questionários de opinião aplicados aos alunos.

4.1 A caracterização das turmas e a distribuição das abordagens

Os pré-testes têm por objetivo verificar os conhecimentos prévios dos alunos, além de serem úteis para fazer uma caracterização das turmas, com base no seu aproveitamento.

Os pré-testes foram corrigidos, inicialmente atribuindo para cada item uma nota na escala de 0 a 10, onde 0 é totalmente inconsistente e 10 é totalmente consistente com a explicação cientificamente aceita. Desta forma, o aluno poderia totalizar, no máximo 210 pontos. A soma dos pontos de todos os itens foi dividida por 210 e multiplicada por 100, resultando em nota final que pode variar em uma escala de 0 a 100. No caso de respostas constituídas por um número seguido de sua unidade, foram atribuídos oito pontos para alunos que ou erraram a unidade ou não a colocaram.

No item a, da questão 5, foram atribuídos cinco pontos (metade do valor) para quem respondeu que o valor da corrente aumenta, sem especificar sua duplicação.

No item a, da questão 6, para quem escreveu que o resistor não é ôhmico sem justificar a resposta, não teve pontos atribuídos. Para justificativas do tipo “os valores não seguem um padrão para ser ôhmico”, “porque não se mantém constante”, “porque há uma variação”, “porque ele oscila”, “porque não é uma reta”, “o gráfico não é uma constante”, foram atribuídos cinco pontos, pois estas respostas indicam que o aluno conseguiu entender o conceito, mas não conseguiu se expressar corretamente.

No caso do item b, da questão 7, respostas como “até certo ponto, depois não é mais”, “ele não é constante”, “ele não segue uma reta” (neste último não acompanhado do esboço do gráfico), foram consideradas parcialmente corretas, sendo atribuídos cinco pontos.

A tabela 4 mostra o número de alunos inicialmente avaliados e o aproveitamento médio das turmas.

Tabela 4 – Resultados dos pré-testes por turma

Turma	No. de Alunos	Média
3º. A	40	17
3º. B	39	11
3º. C	38	12
3º. D	36	13

Fonte: Dados da pesquisa

Pode-se verificar que a turma do 3º. A tem um perfil um pouco diferente das demais, apresentando maior média. As demais turmas têm um perfil semelhante.

Desta forma, fez-se a distribuição das estratégias conforme mostra o quadro 11. As estratégias 3 (abordagem experimental com experimento real) e 4 (abordagem experimental com experimento utilizando simulação computacional) foram aplicadas nas turmas do 3º. D e do 3º. C, respectivamente, uma vez que as mesmas apresentam perfil semelhante, permitindo uma comparação das duas estratégias no que diz respeito ao aprendizado dos alunos. As estratégias 1 (abordagem teórica seguida da abordagem experimental real) e 2 (abordagem teórica seguida da abordagem experimental com simulação computacional) foram aplicadas nas turmas do 3º. A e do 3º. B, respectivamente. Assim, é possível verificar qual o impacto das abordagens experimentais, após uma abordagem teórica em duas turmas de perfis diferentes.

Quadro 11 – Distribuição das estratégias por turma

Turma	Estratégias
3º. A	Estratégia 1 (E1) - Abordagem teórica (tradicional) seguida do experimento real.
3º. B	Estratégia 2 (E2) - Abordagem teórica (tradicional) seguida do experimento com simulação computacional.
3º. C	Estratégia 4 (E4) - Abordagem experimental com simulação computacional.
3º. D	Estratégia 3 (E3) - Abordagem experimental com equipamentos reais.

Fonte: Elaborada pelo autor

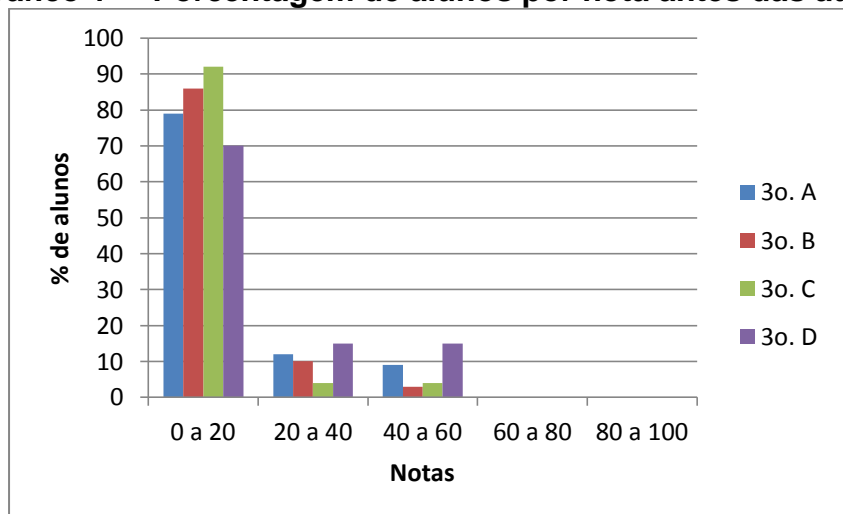
4.2 Análise dos conhecimentos prévios dos alunos

Após a aplicação de todas as atividades (pré-testes, aulas e pós-testes), iniciou-se a análise dos dados obtidos. Primeiramente foram verificados os alunos que se enquadram nos requisitos mencionados anteriormente. Foram considerados 34, 29, 24 e 27 alunos respectivamente nas turmas do 3º. A, 3º. B, 3º. C e 3º. D. Pode-se verificar que foram desconsiderados 6, 10, 14 e 9 alunos respectivamente nas turmas do 3º. A, 3º. B, 3º. C e 3º. D, por não atenderem a um dos pré-requisitos mencionados na seção 3.6.

Com base no resultado dos pré-testes aplicados pode-se observar que os alunos têm pouquíssimo conhecimento sobre o assunto, uma vez que a maioria destes ficou com nota abaixo de 20, em uma escala de 0 a 100. Este fato é mostrado pelo gráfico 1.

Importante destacar que muitos alunos não apresentaram nenhum conhecimento sobre o assunto – notas zero foram atribuídas a sete (21% do total), oito (34% do total), 12 (50% do total) e sete alunos (26% do total), respectivamente das turmas do 3º. A, 3º. B, 3º. C e 3º. D.

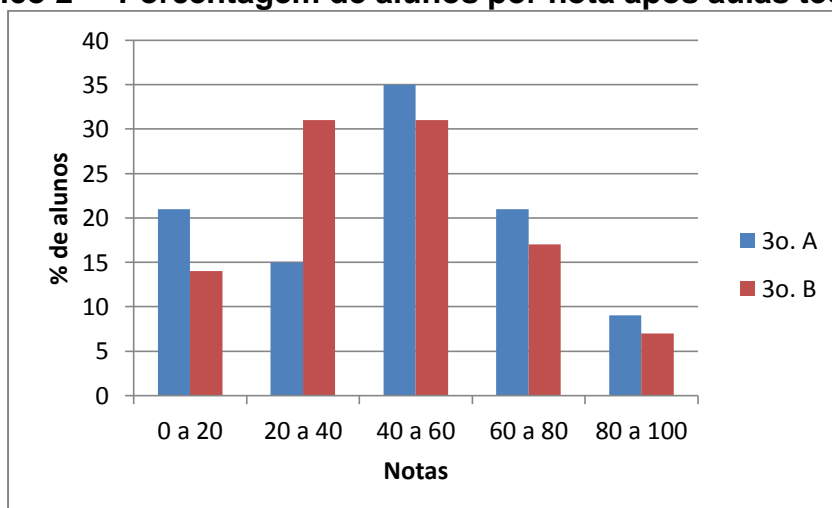
Uma possível explicação para esta discrepância nos resultados entre as turmas, é o fato de os alunos da turma do 3º. A serem mais dedicados e preocupados com o estudo, o que pode ter motivado a tentar responder com mais atenção às questões do pré-teste, mesmo não tendo ainda conhecimento do assunto. A turma do 3º. D tem mais alunos cursando o ensino técnico, o que também pode ter contribuído para menor número de notas zero no pré-teste (quando comparados com os alunos do 3º. B e 3º C).

Gráfico 1 – Porcentagem de alunos por nota antes das aulas

Fonte: Dados da pesquisa

4.3 Aproveitamento dos alunos após a aula teórica tradicional

Após a aula teórica pode-se observar melhora nas notas dos alunos, diminuindo significativamente o número de alunos com notas abaixo de 20. Lembre-se que somente os alunos do 3º. A e 3º. B trabalharam com a abordagem estritamente teórica em sala de aula e fizeram uma avaliação logo após a mesma. Os resultados dessa avaliação podem ser vistos no gráfico 2.

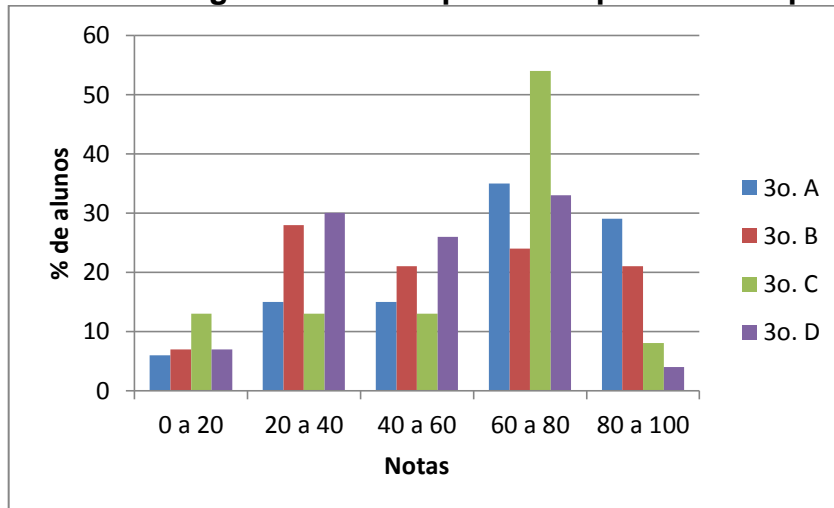
Gráfico 2 – Porcentagem de alunos por nota após aulas teóricas

Fonte: Dados da pesquisa

4.4 Aproveitamento dos alunos após as aulas experimentais

Pode-se verificar que nas turmas em que ocorreram as aulas com abordagem teórica houve efeito no aprendizado após estas aulas (como era esperado) e outra melhora após as aulas experimentais (tanto reais quanto virtuais). Esse resultado poderia ser atribuído ao fato de que o conteúdo foi novamente visto pelos alunos para a abordagem experimental, e que esta repetição por si só reforçaria o aprendizado. Mas, verifica-se que o aproveitamento dos alunos das turmas que começaram com as abordagens experimentais (3º. C e 3º. D) - e portanto não tiveram essa repetição - é sempre, em média, maior do que o aproveitamento dos alunos que foram avaliados logo após a abordagem estritamente teórica (3º. A e 3º. B). Este fato é um forte argumento de que a abordagem experimental é um fator que contribui para o aprendizado dos alunos, antecedida ou não de uma abordagem teórica. Os resultados da avaliação após a abordagem experimental podem ser vistos no gráfico 3.

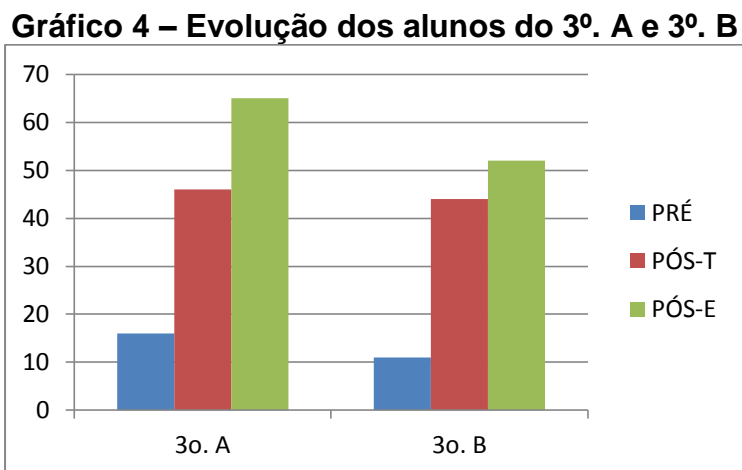
Gráfico 3 – Porcentagem de alunos por nota após aulas experimentais



Fonte: Dados da pesquisa

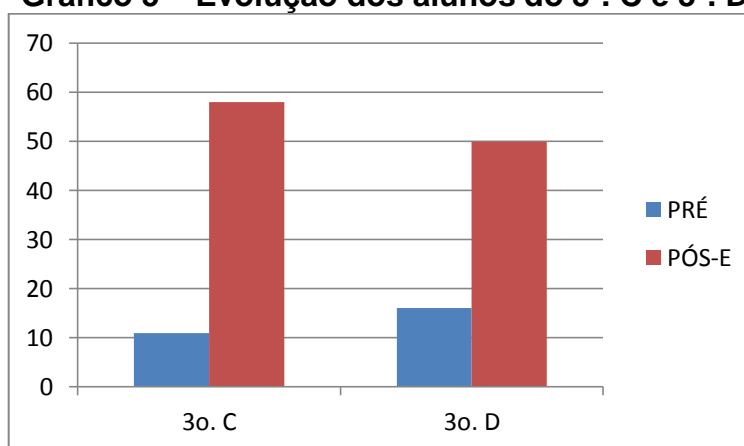
4.5 Uma comparação do aproveitamento das turmas com diferentes abordagens

Quando se analisa as médias de cada turma, pode-se verificar que houve sempre um incremento na aprendizagem após a abordagem experimental. No caso do 3º. A, as notas médias foram 17, 46 e 65 respectivamente para o pré-teste, a avaliação após aula teórica e a avaliação após aula experimental. No caso do 3º. B, os valores ficaram em 11, 44 e 52. O gráfico 4 mostra esse fato. Note-se que, nos gráficos, o pré-teste, a avaliação após aula teórica e a avaliação após atividade experimental estão denominadas, respectivamente, por PRÉ, PÓS-T E PÓS-E.



Fonte: Dados da pesquisa

No caso do 3º. C e do 3º. D, nos quais a abordagem experimental foi utilizada desde o início também nota-se um incremento nas notas obtidas. No caso do 3º. C temos para as notas médias 11 e 58, respectivamente para o pré-teste e a avaliação após as aulas. No caso do 3º. D, estes valores são 16 e 50. Veja o gráfico 5.

Gráfico 5 – Evolução dos alunos do 3º. C e 3º. D

Fonte: Dados da pesquisa

Outra análise merece ser feita. Verifica-se que no caso das estratégias 1 e 2, os alunos do 3º. A, que trabalharam com a abordagem experimental real obtiveram nota média maior, quando comparados aos alunos do 3º. B, que trabalharam a abordagem experimental computacional. No caso das estratégias 3 e 4 verifica-se que os alunos do 3º. C, que trabalharam com a abordagem experimental utilizando simulação computacional obtiveram nota média maior, quando comparados aos alunos do 3º. D, que trabalharam a abordagem experimental real. Acrescente-se que os alunos da turma do 3º. C partiram com nota média menor no pré-teste e chegaram a uma nota média maior no pós-teste.

Para uma possível explicação desses fatos deve-se lembrar que os testes estão sendo feitos com pessoas, e que seus resultados dependem também de outros fatores como atenção às aulas, interesse dos alunos e até mesmo condição dos mesmos na data de aplicação dessas avaliações. É interessante chamar a atenção de que esta é a situação real de uma sala de aula.

Quando se analisam as médias, pode se notar que todas as turmas atingem acima de 50 pontos (em um total de 100 pontos), conforme mostra a tabela 5.

Tabela 5 – Resultados dos pós-testes por turma

Turma	No. de Alunos	Média
3º. A	34	65
3º. B	29	52
3º. C	24	58
3º. D	27	50

Fonte: Dados da pesquisa

4.6 Uma comparação entre as turmas utilizando-se de avaliação de múltipla escolha

Após a aplicação das atividades experimentais, os alunos foram submetidos a duas avaliações – uma delas com questões dissertativas, constituindo-se no próprio pré-teste com pequenas modificações e outra, do tipo múltipla escolha, composta por questões de concursos vestibulares.

Os resultados das questões de múltipla escolha são apresentados a seguir por questão e por turma. As questões estão agrupadas pelas competências e habilidades que constam na matriz de competências do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e são reproduzidas com a resposta correta marcada em vermelho. Para cada questão é apresentada uma tabela que traz o número de alunos por turma e por resposta a cada alternativa (tabelas 6 a 16), bem como os gráficos comparativos de porcentagem de alunos por turma que acertaram a referida questão (gráficos 6 a 14). A ordem apresentada aqui não corresponde necessariamente à ordem apresentada aos alunos. Há quatro tipos de provas e as questões equivalentes que figuram em provas diferentes são colocadas no mesmo grupo para essa análise. A coluna NR/AN corresponde aos alunos que não responderam à questão (não fizeram nenhuma marcação) ou tiveram a questão anulada (por fazer duas ou mais marcações, por exemplo).

As provas consideradas são aquelas pertencentes aos alunos que cumpriram os requisitos mencionados na metodologia; neste caso tem-se 34, 28, 22 e 26 alunos, respectivamente, do 3º. A, 3º. B, 3º. C e 3º. D.

Após a apresentação das questões, é feito um comentário a respeito daquelas questões nas quais há divergências nos resultados, bem como daquelas nas quais a maioria dos alunos não obteve êxito.

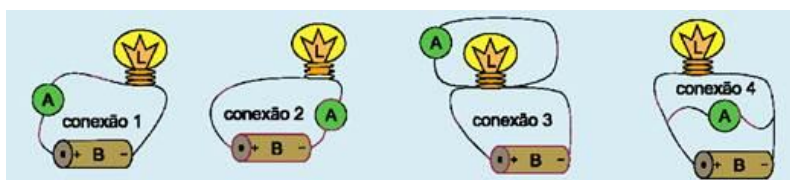
4.7.1 Apresentação das questões

Competências e Habilidades:

H 20 – Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.

Questão 1¹³

Um circuito simples é composto apenas por uma bateria (B) e uma lâmpada (L). Com esse circuito elétrico, um estudante montou quatro conexões diferentes, com um mesmo medidor de intensidade de corrente elétrica, conhecido como amperímetro (A).



Após as montagens, conforme a figura acima, o estudante apresentou versões das conexões realizadas. Em qual dessas versões o amperímetro irá fornecer a leitura real da intensidade de corrente no circuito?

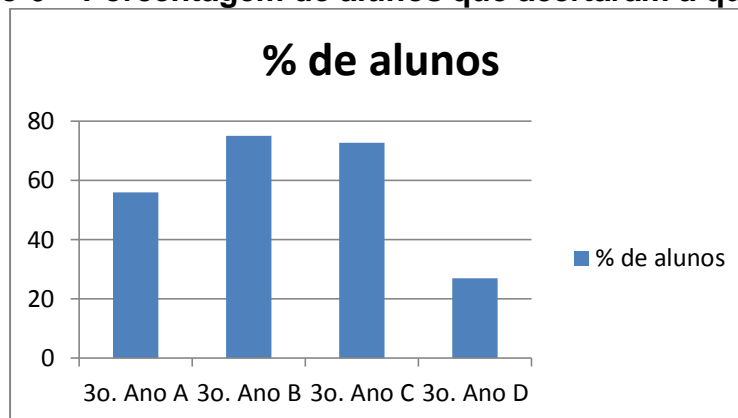
- A conexão 1 apresenta uma maneira correta de se ler a corrente elétrica em um circuito; nesse caso, optou-se por colocar o amperímetro do lado esquerdo da bateria.
- A conexão 2 fornece uma leitura menor que a da conexão 1, já que parte da corrente elétrica dissipou-se ao percorrer todo o circuito.
- A conexão 3 é melhor que as conexões 1 e 2, pois esse procedimento fez com que somente a leitura da corrente elétrica percorrida na lâmpada fosse mensurada.
- A conexão 4 é quase idêntica à conexão 3 e, portanto, fornecerá a real leitura da corrente elétrica percorrida na lâmpada e também na pilha.

¹³ Questão do vestibular da Universidade Estadual de Goiás (UEG), retirada do site Física e Vestibular (2015).

Tabela 6 – Número de alunos por resposta da questão 1

TURMA	A	B	C	D	E	NR/AN	TOTAL
3º. Ano A	19	05	06	04	-	-	34
3º. Ano B	21	04	01	01	-	01	28
3º. Ano C	16	01	04	-	-	01	22
3º. Ano D	07	07	10	02	-	-	26

Fonte: Dados da pesquisa

Gráfico 6 – Porcentagem de alunos que acertaram a questão 1

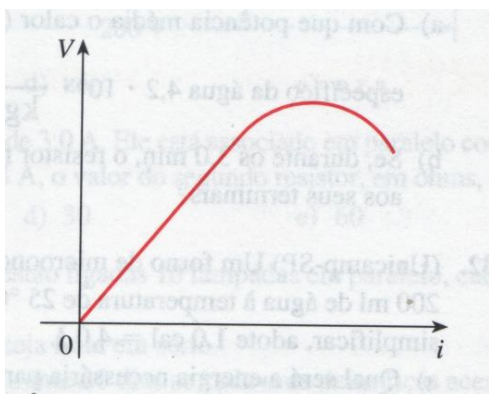
Fonte: Dados da pesquisa

Competências e Habilidades

H 17 – Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação, usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

Questão 2¹⁴

O gráfico registra a variação na diferença de potencial entre os extremos de um condutor de acordo com a intensidade de corrente nele estabelecida. Sendo a relação $V = Ri$ verdadeira para o condutor, independente dos valores considerados para V e i , pode-se afirmar que:



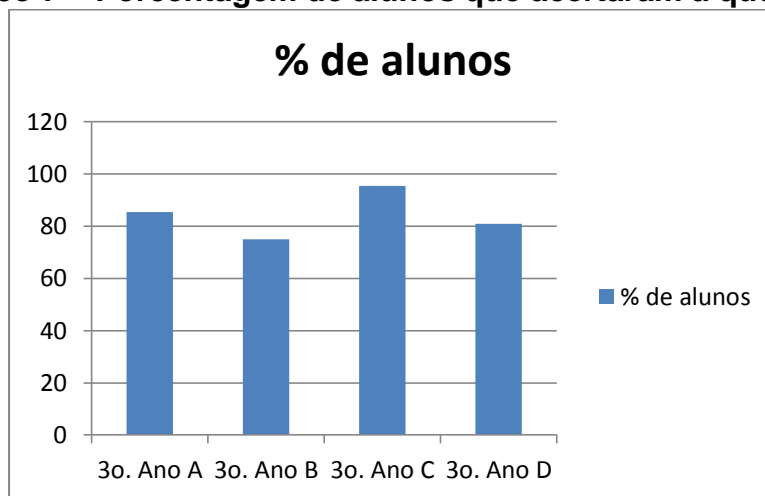
- o condutor obedece à lei de Ohm tanto no trecho reto como no trecho curvo.
- o condutor obedece à lei de Ohm somente no trecho reto.**
- o condutor obedece à lei de Ohm somente no trecho curvo.
- o condutor não obedece à lei de Ohm nem no trecho reto e nem no trecho curvo.

Tabela 7 – Número de alunos por resposta da questão 2

TURMA	A	B	C	D	E	NR/AN	TOTAL
3º. Ano A	03	29	-	02	-	-	34
3º. Ano B	03	21	01	02	-	01	28
3º. Ano C	-	21	-	01	-	-	22
3º. Ano D	-	21	01	04	-	-	26

Fonte: Dados da pesquisa

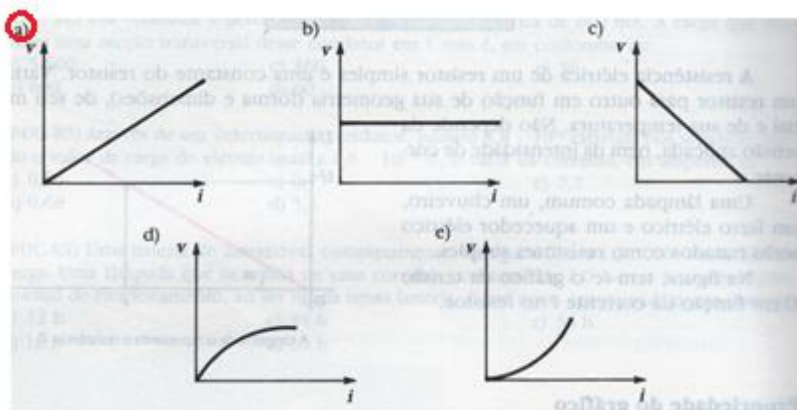
¹⁴ Questão adaptada do vestibular da Universidade Federal do Piauí (UFPI), extraída de Carron; Guimarães (1998, p. 551).

Gráfico 7 – Porcentagem de alunos que acertaram a questão 2

Fonte: Dados da pesquisa

Questão 3¹⁵

Dos gráficos abaixo, tensão x corrente, assinale o que representa a curva característica de um resistor ôhmico.

**Tabela 8 – Número de alunos por resposta da questão 3 (tipo I)**

TURMA	A	B	C	D	E	NR/AN	TOTAL
3º. Ano A	13	-	01	-	02	-	16
3º. Ano B	15	-	-	01	-	-	16
3º. Ano C	09	-	-	03	-	-	12
3º. Ano D	10	-	-	01	01	-	12

Fonte: Dados da pesquisa

¹⁵ Questão (tipo I) do vestibular da Universidade de Fortaleza (Unifor), extraída de Herskowitz; Pentead e Scolfaro (1993, p. 530) e questão (tipo II) do vestibular da Universidade Estadual de Londrina (UEL), extraída de Anjos e Arruda (1993, p. 91).

Qual dos seguintes gráficos representa a corrente (i) que atravessa um resistor em função da diferença de potencial (U) entre os extremos desse resistor que obedece à lei de Ohm?

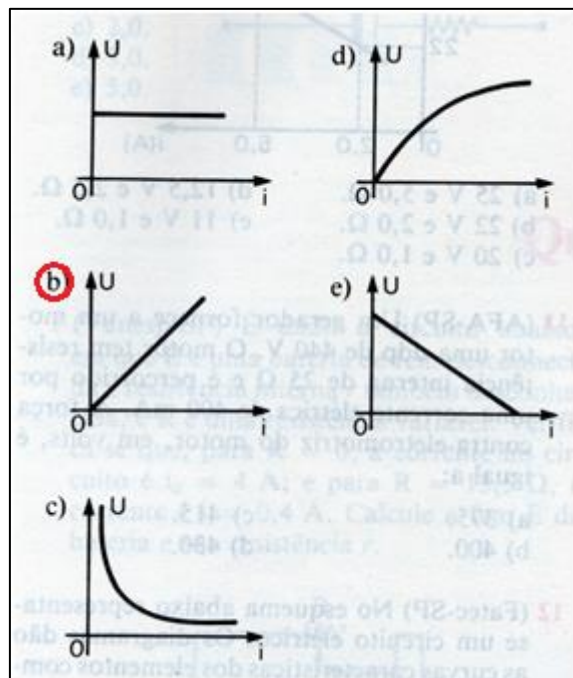
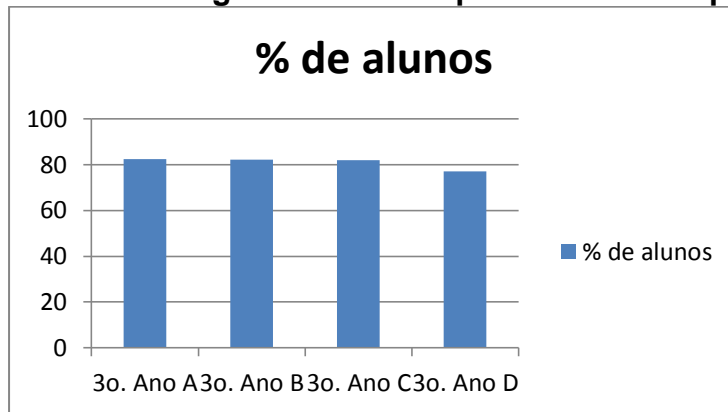


Tabela 9 – Número de alunos por resposta da questão 3 (tipo II)

TURMA	A	B	C	D	E	NR/AN	TOTAL
3º. Ano A	-	15	-	01	02	-	18
3º. Ano B	01	08	01	01	01	-	12
3º. Ano C	-	09	-	01	-	-	10
3º. Ano D	-	10	01	01	02	-	14

Fonte: Dados da pesquisa

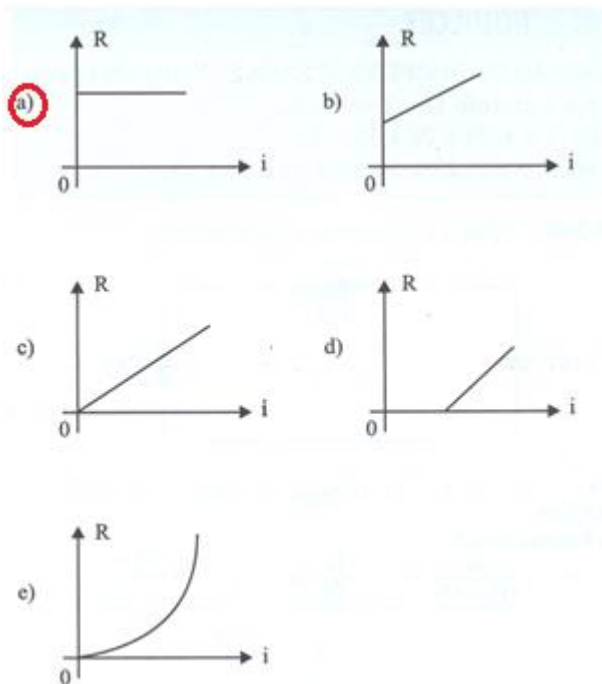
Gráfico 8 – Porcentagem de alunos que acertaram a questão 3



Fonte: Dados da pesquisa

Questão 4¹⁶

Dos gráficos da resistência R em função da intensidade da corrente i abaixo representados, o que melhor representa um resistor ôhmico é:

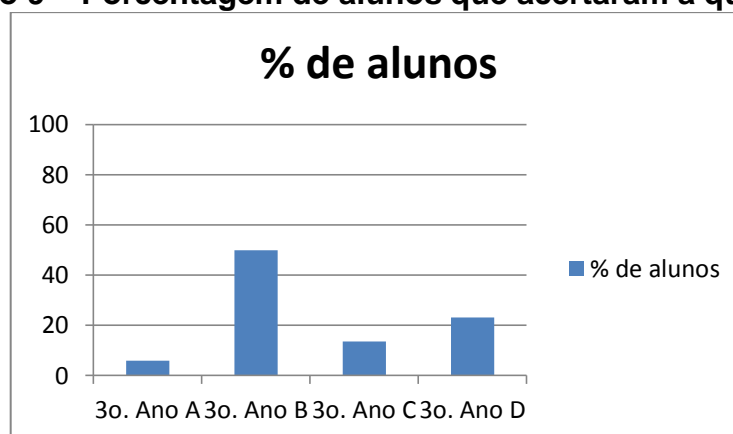


¹⁶ Questão do vestibular da Universidade de Caxias do Sul (UCS).

Tabela 10 – Número de alunos por resposta da questão 4

TURMA	A	B	C	D	E	NR/AN	TOTAL
3º. Ano A	02	01	31	-	-	-	34
3º. Ano B	14	-	10	02	02	-	28
3º. Ano C	03	01	18	-	-	-	22
3º. Ano D	06	01	19	-	-	-	26

Fonte: Dados da pesquisa

Gráfico 9 – Porcentagem de alunos que acertaram a questão 4

Fonte: Dados da pesquisa

Questão 5¹⁷

A tabela reúne características de três condutores relativamente à corrente elétrica que por eles passa.

COND. A	Diferença de potencial (V)	5	10	15	20	25
	Intensidade da corrente (A)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
COND. B	Diferença de potencial (V)	15	25	30	35	40
	Intensidade da corrente (A)	3	5	7	9	11
COND. C	Diferença de potencial (V)	10	20	30	40	50
	Intensidade da corrente (A)	4	8	12	16	20

Para quais desses condutores é válida a Lei de Ohm?

- a) Apenas A. c) A e C. e) Apenas C.
 b) A e B. d) B e C.

¹⁷ Questão (tipo I) do vestibular do Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel), extraída de Sampaio; Calçada (2005, p. 52) e questão (tipo II) da Universidade Estadual de Londrina (UEL), extraída de Ferraro; Soares (1998, p. 563).

Tabela 11 – Número de alunos por resposta da questão 5 (tipo I)

TURMA	A	B	C	D	E	NR/AN	TOTAL
3º. Ano A	01	-	13	-	01	01	16
3º. Ano B	-	-	14	-	02	-	16
3º. Ano C	-	01	11	-	-	-	12
3º. Ano D	02	01	09	-	-	-	12

Fonte: Dados da pesquisa

Três condutores X, Y e Z, foram submetidos a diferentes tensões U, e, para cada tensão, foi medida a respectiva corrente elétrica i, com a finalidade de verificar se os condutores eram ôhmicos. Os resultados estão na tabela que segue:

CONDUTOR X		CONDUTOR Y		CONDUTOR Z	
i (A)	U (V)	i (A)	U (V)	i (A)	U (V)
0,30	1,5	0,20	1,5	7,5	1,5
0,60	3,0	0,35	3,0	15	3,0
1,2	6,0	0,45	4,5	25	5,0
1,6	8,0	0,50	6,0	30	6,0

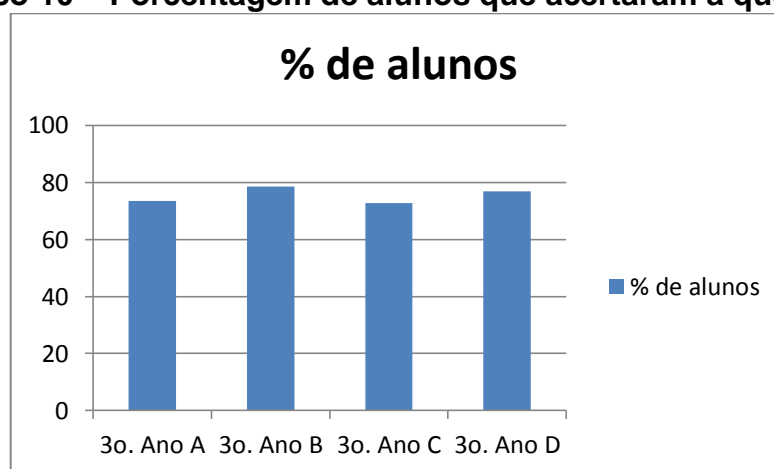
De acordo com os dados da tabela somente:

- a) o condutor X é ôhmico.
- b) o condutor Y é ôhmico.
- c) o condutor Z é ôhmico.
- d) os condutores X e Y são ôhmicos.
- e) os condutores X e Z são ôhmicos.

Tabela 12 – Número de alunos por resposta da questão 5 (tipo II)

TURMA	A	B	C	D	E	NR/AN	TOTAL
3º. Ano A	02	01	-	03	12	-	18
3º. Ano B	01	-	01	01	08	01	12
3º. Ano C	01	02	01	01	05	-	10
3º. Ano D	01	02	-	-	11	-	14

Fonte: Dados da pesquisa

Gráfico 10 – Porcentagem de alunos que acertaram a questão 5

Fonte: Dados da pesquisa

Questão 6¹⁸

A tabela abaixo apresenta os valores da tensão e da corrente de um resistor:

U (volts)	1	2	3	4	5
I (ampères)	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8

Pela tabela, podemos afirmar que o resistor:

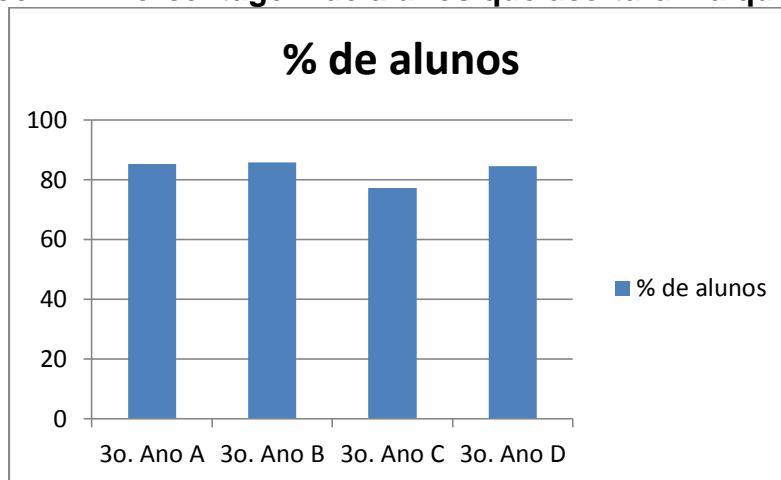
- é ôhmico para todos os valores da tabela.
- é ôhmico até a voltagem de 3 V, inclusive.
- não é ôhmico para todos os valores da tabela.
- não é ôhmico até a voltagem de 3 V, inclusive.
- é ôhmico até a voltagem de 4 V, inclusive.

Tabela 13 – Número de alunos por resposta da questão 6

TURMA	A	B	C	D	E	NR/AN	TOTAL
3º. Ano A	01	29	01	02	01	-	34
3º. Ano B	01	24	02	-	01	-	28
3º. Ano C	01	17	04	-	-	-	22
3º. Ano D	01	22	01	02	-	-	26

Fonte: Dados da pesquisa

¹⁸ Questão do vestibular da Universidade de Caxias do Sul (UCS), extraída de Paraná (1998, p. 134).

Gráfico 11 – Porcentagem de alunos que acertaram a questão 6

Fonte: Dados da pesquisa

Questão 7¹⁹

As medidas de tensão (U) e intensidades de corrente (i) feitas num circuito constituído por um resistor ôhmico, possibilitaram a construção do quadro abaixo:

U (volt)	50	100	y
i (ampère)	x	20	5

Os valores de x e y , ausentes no quadro, são, respectivamente:

- a) 2 e 200.
- b) 5 e 50.
- c) 10 e 25.
- d) 5 e 100.
- e) 10 e 250.

¹⁹ Questão do vestibular da Universidade Estadual da Bahia (UEBA), extraída de Ramalho; Nicolau e Toledo (2001, p. 152). A segunda versão da questão foi adaptada a partir da original.

Tabela 14 – Número de alunos por resposta da questão 7 (tipo I)

TURMA	A	B	C	D	E	NR/AN	TOTAL
3º. Ano A	-	02	11	01	04	-	18
3º. Ano B	01	02	09	-	-	-	12
3º. Ano C	01	-	09	-	-	-	10
3º. Ano D	02	-	10	-	02	-	14

Fonte: Dados da pesquisa

As medidas de tensão (U) e intensidades de corrente (i) feitas num circuito constituído por um resistor ôhmico, possibilitaram a construção do quadro abaixo:

U (volt)	50	200	y
i (ampère)	x	20	5

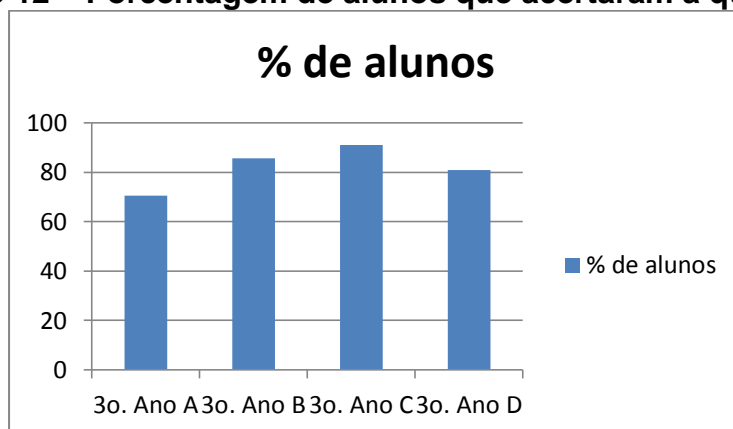
Os valores de **x** e **y**, ausentes no quadro, são, respectivamente:

- a) 2 e 200.
- b) 5 e 50.
- c) 10 e 25.
- d) 5 e 100.
- e) 10 e 250.

Tabela 15 – Número de alunos por resposta da questão 7 (tipo II)

TURMA	A	B	C	D	E	NR/AN	TOTAL
3º. Ano A	-	13	01	02	-	-	16
3º. Ano B	-	15	-	-	01	-	16
3º. Ano C	-	11	01	-	-	-	12
3º. Ano D	-	11	01	-	-	-	12

Fonte: Dados da pesquisa

Gráfico 12 – Porcentagem de alunos que acertaram a questão 7

Fonte: Dados da pesquisa

Competências e Habilidades:

H 21 – Utilizar leis físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e (ou) do eletromagnetismo.

Questão 8²⁰

Uma característica do condutor ôhmico é:

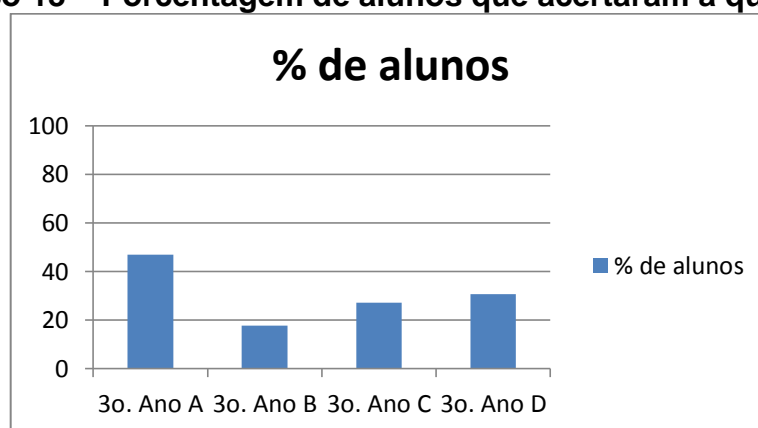
- a) apresentar corrente proporcional à tensão a que é submetido.
- b) dissipar a mesma potência quando submetido à mesma tensão.
- c) apresentar resistência elétrica proporcional à tensão a que é submetido.
- d) apresentar corrente elétrica constante, qualquer que seja a tensão a que é submetido.
- e) dissipar uma mesma potência, qualquer que seja a tensão que lhe é aplicada.

Tabela 16 – Número de alunos por resposta da questão 8

TURMA	A	B	C	D	E	NR/AN	TOTAL
3º. Ano A	16	01	04	13	-	-	34
3º. Ano B	05	01	08	13	01	-	28
3º. Ano C	06	01	01	14	-	-	22
3º. Ano D	08	02	03	10	02	01	26

Fonte: Dados da pesquisa

²⁰ Questão do vestibular da Universidade Estadual de Londrina (UEL), extraída de Paraná (1998, p. 127).

Gráfico 13 – Porcentagem de alunos que acertaram a questão 8

Fonte: Dados da pesquisa

Questão 9²¹

Um resistor é ôhmico até 100 V, tendo resistência igual a 9 Ω . Aplica-se no mesmo uma ddp de 30 V e, depois, de 60 V. A variação ocorrida na resistência do resistor é de:

- a) 3 Ω . c) 6 Ω . e) 12 Ω .
 b) zero d) 9 Ω .

Um resistor é ôhmico até 100 V, sendo resistência de 6 Ω . Aplica-se no mesmo uma ddp de 30 V e, depois, de 60 V. A variação ocorrida na resistência do resistor é de:

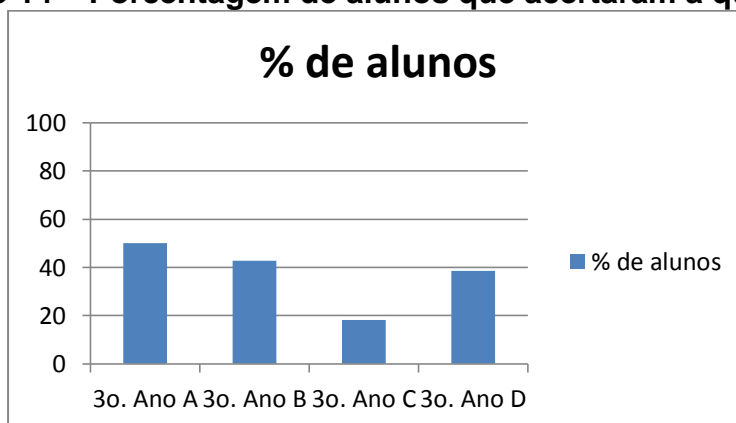
- a) 3 Ω . c) 6 Ω . e) 12 Ω .
 b) zero. d) 9 Ω .

Tabela 17 – Número de alunos por resposta da questão 9

TURMA	A	B	C	D	E	NR/AN	TOTAL
3º. Ano A	05	17	08	-	02	02	34
3º. Ano B	08	12	03	03	02	-	28
3º. Ano C	10	04	03	03	02	-	22
3º. Ano D	08	10	03	05	-	-	26

Fonte: Dados da pesquisa

²¹ Questão do vestibular da Pontifícia Universidade Católica de S. Paulo (PUC-SP), extraída de Ramalho; Nicolau e Toledo (1996). A segunda versão da questão foi adaptada a partir da questão original.

Gráfico 14 – Porcentagem de alunos que acertaram a questão 9

Fonte: Dados da pesquisa

4.7.2 Análise de algumas situações

Pode-se verificar que a questão 1 apresenta um circuito simples, com bateria, lâmpada e amperímetro. Nota-se também que maior número de alunos das turmas que passaram pela abordagem com simulação computacional (3º. B e 3º. C) respondeu à questão corretamente. Uma possível explicação para esse fato é que, na abordagem com simulação computacional a visualização das ligações é mais clara e fácil. Na abordagem real essa visualização fica um pouco prejudicada, o que refletiu nas respostas incorretas dos alunos.

Nas questões 4 e 9 houve um índice de acerto muito baixo, o que pode ser explicado pela falta de atenção dos alunos. Na questão 4, ao analisar o gráfico, os alunos podem não ter observado que se tratava de um gráfico $R \times i$ e não de um gráfico $V \times i$. Na questão 9, podem não ter observado que a pergunta versava sobre a variação da resistência e não sobre a variação da corrente.

A questão 8 também apresenta um índice de acerto baixo, visto que os alunos têm certa dificuldade em lembrar os conceitos de proporcionalidade direta de maneira correta. Muitos alunos marcaram a alternativa c, que considera a resistência proporcional à tensão aplicada. Os resultados indicam um condicionamento dos alunos a reconhecer uma relação de proporcionalidade para um resistor ôhmico, mas também indicam que estes não perceberam que a resistência fica constante neste caso.

As demais questões apresentam índice de acerto no mínimo satisfatório e as discrepâncias entre as turmas podem ser consideradas desprezíveis.

4.8 O resultado da pesquisa de opinião

Foi visto que, a partir da análise dos resultados das avaliações feitas com os alunos, pode-se verificar que os mesmos tiveram um incremento na aprendizagem após as abordagens experimentais, reais ou virtuais.

Os questionários de opinião também revelam este fato, a partir das impressões dos próprios alunos. Serão comentados os pontos positivos e logo após os pontos negativos analisados sob o ponto de vista dos alunos que participaram da pesquisa, dentro dos parâmetros estipulados. O modelo destes questionários é mostrado no apêndice J.

Importante destacar que aqui também foi feita primeiramente uma seleção dos alunos que atendem aos critérios estabelecidos. Foram considerados 26, 31, 26 e 27 alunos, respectivamente nas turmas do 3º. A, 3º. B, 3º. C e 3º. D, que atenderam aos pré-requisitos mencionados na seção 3.6. Ressalte-se que o número de alunos pode sofrer variações, em virtude de ausências, pois a pesquisa de opinião não foi feita na mesma aula em que ocorreram as outras atividades.

Destaque-se também que na transcrição do depoimento dos alunos foi, na medida do possível, preservada a forma como escreveram – alguns utilizando gírias e com pequenos erros de concordância que não prejudicam o entendimento.

4.8.1 Pontos positivos

Após a aplicação das atividades experimentais foram apresentadas aos alunos seis afirmativas, destacando os pontos positivos da atividade experimental e foi solicitado a eles que marcassem uma nota para cada afirmativa, em uma escala de 0 a 5, em que 1 corresponde à discordância total e 5 corresponde à concordância total.

Pode-se verificar pela resposta do questionário que a grande maioria dos alunos concordou com as afirmações positivas acerca das aulas experimentais, conforme pode ser visto na tabela 6. Chama a atenção que, considerando que há discordância para a escala de 0 a 2 inclusive, e há concordância para a escala de 3 a 5, não houve nenhuma indicação de discordância para o 3º. A nos itens 3, 4 e 5; para o 3º. B nos itens 1, 3, 6, para o 3º. C no item 2 e para o 3º. D nos itens 2 e 5.

Os itens 2, 3 e 5 aparecem como concordantes para duas turmas simultaneamente, como pode ser visto na Tabela 6.

Um fato que merece também destaque é a concentração maior de concordância no item 1 (sobre a facilidade da atividade experimental), nas turmas do 3º. B e C, composta por alunos que fizeram o experimento utilizando-se da simulação computacional. De fato, o experimento utilizando a simulação computacional é mais simples, até mesmo para a explicação em sala de aula – o esquema dos circuitos fica muito claro, tendo recursos para mostrar o funcionamento do circuito. No experimento real, a conexão dos dispositivos e aparelhos por meio de fios e/ou *jumpers*, acaba complicando um pouco o entendimento da montagem do circuito, o que refletiu nos resultados deste questionário.

Um depoimento interessante, a respeito da atividade experimental real foi feito por um aluno: “A atividade experimental é mais legal, pois ocupa mais o tempo e faz com que passe mais rápido.” (Aluno, 3º. D).

Alguns alunos chamaram a atenção para a metodologia diferente das atividades experimentais reais.

“As atividades experimentais são interessantes porque você foge da rotina escolar (quadro e giz) e também conseguimos visualizar, realizar e entender melhor o que é dado em classe.” (Aluno 1, 3º. D)

“As atividades experimentais foram muito boas, pois foram bem diferentes do que estávamos acostumados.” (Aluno 2, 3º. D)

Também verificou-se comentários positivos sobre a metodologia para as atividades experimentais utilizando simulações computacionais.

“A partir deste experimento, facilitou o entendimento da matéria dada em sala de aula. Vendo o esquema no computador, ajudou ainda mais, sendo prático montar o esquema, e [verificar] o que cada componente fazia.” (Aluno 1, 3º. B)

Há alunos que expuseram o caráter lúdico das aulas experimentais reais, com incremento no aprendizado. “Trabalhos experimentais são melhores que só ficar na sala de aula, as pessoas ficam mais unidas e é bem mais divertido, além da matéria ser mais bem entendida.” (Aluno 3, 3º D).

Houve também destaque no discurso dos alunos o fato das aulas experimentais reais serem mais interessantes e dinâmicas. “[...] Atividades

[experimentais] [...] são empolgantes e nos estimulam mais que aulas somente expositivas.” (Aluno 4, 3º. D); “A aula foi bem dinâmica [...]” (Aluno 5, 3º. D).

Vários alunos expuseram a necessidade de maior número de aulas experimentais reais serem oferecidas: “Seria interessante uma maior frequência de aulas como essas.” (Aluno 6, 3º. D)

Chama a atenção o depoimento de um aluno, descrevendo sobre a proximidade dos conceitos físicos ao seu cotidiano, ao participar da aula experimental real, “A atividade foi muito interessante, pois colocou a física, algo que muitas vezes parece distante de nós, muito mais próxima, tornando-a mais atrativa.” (Aluno 7, 3º. D)

Em outro depoimento, o aluno propõe o trabalho experimental real também em outras disciplinas: “[...] Seria muito bom se todas as disciplinas fossem trabalhadas assim.” (Aluno 8, 3º. D)

Tabela 18 – Avaliação dos pontos positivos das atividades experimentais, de acordo com os alunos

Características	TURMA	DISCORDO		NEUTRO		CONCORDO		ALUNOS	MÉDIA
		0	1	2	3	4	5		
1. A atividade experimental foi fácil de realizar.	3A	0	0	2	5	10	9	26	4,0
	3B	0	0	0	2	5	24	31	4,7
	3C	0	0	1	5	8	12	26	4,2
	3D	1	0	0	7	13	6	27	4,0
2. Com a atividade experimental fica mais fácil entender o conteúdo.	3A	0	1	0	4	8	13	26	4,2
	3B	0	0	2	6	6	17	31	4,2
	3C	0	0	0	2	6	18	26	4,6
	3D	0	0	0	4	13	9	26	4,2
3. A atividade experimental é interessante.	3A	0	0	0	1	2	23	26	4,8
	3B	0	0	0	2	5	24	31	4,7
	3C	0	0	1	2	5	18	26	4,5
	3D	0	0	1	3	3	20	27	4,6
4. A atividade experimental permite maior interação dos alunos entre si.	3A	0	0	0	0	4	21	25	4,8
	3B	0	2	0	3	11	15	31	4,2
	3C	0	0	1	3	8	14	26	4,3
	3D	0	0	2	1	7	17	27	4,6
5. A atividade experimental permite maior interação dos alunos com o professor e vice-versa.	3A	0	0	0	2	7	17	26	4,6
	3B	0	0	1	3	13	14	31	4,3
	3C	0	0	2	2	6	16	26	4,4
	3D	0	0	0	2	8	17	27	4,7
6. Agrada-me aulas nas quais eu posso mexer com equipamentos e fazer montagens. [ou] Agrada-me aulas nas quais eu posso utilizar softwares e fazer simulações.	3A	1	0	0	0	7	18	26	4,6
	3B	0	0	0	6	2	23	31	4,5
	3C	0	0	1	4	3	18	26	4,5
	3D	0	0	1	2	4	20	27	4,8

Fonte: Dados da pesquisa

4.8.2 Pontos negativos

Logo após as seis afirmativas que destacavam os pontos positivos, foram apresentadas mais cinco afirmativas, destacando os pontos negativos da atividade experimental que poderiam ser evidenciados pelos alunos. Estas onze afirmativas estavam presentes na mesma folha.

Pode-se notar pelos dados da tabela 7 que os pontos negativos tiveram discordância da maioria dos alunos. No item 7, que faz uma referência às aulas expositivas, pode-se notar maior dispersão para todas as turmas. Uma possível explicação para este fato é que o aluno pode gostar das aulas expositivas sem excluir a possibilidade de que também goste de aulas experimentais e vice-versa. Essa consideração é ratificada pelo depoimento de um aluno: “Prefiro as aulas dos dois modos, mas com o experimento é bem melhor entender.” (Aluno 1, 3º. A).

Outro ponto que merece destaque é a menor discordância com o item 8, nas turmas do 3º. B e C. Estas turmas utilizaram-se do experimento com a simulação computacional, o que contribuiu para o fato de perceberem que fizeram o trabalho individualmente, pois não é possível que dois alunos manipulem diretamente o programa ao mesmo tempo. Desta forma, é possível que os alunos não tenham considerado o conjunto do trabalho, pois enquanto um dos alunos fosse executando os comandos da simulação, o seu parceiro poderia estar dando sugestões, e isto não ser considerado trabalho em grupo por estes alunos.

No caso do item 11, também há menor discordância nas turmas do 3º. A e D, que utilizaram-se do experimento real. Uma possível explicação para este fato é que, na atividade experimental com equipamentos reais, as ligações entre os dispositivos ficam mais difíceis de serem visualizadas, em virtude da quantidade de conexões e fios.

Tabela 19 – Avaliação dos pontos negativos da atividade experimental, de acordo com os alunos

Características	TURMA	DISCORDO		NEUTRO		CONCORDO		ALUNOS	MÉDIA
		0	1	2	3	4	5		
7. Agrada-me aulas exclusivamente expositivas.	3A	6	6	1	6	6	1	26	2,1
	3B	7	6	6	5	5	2	31	2,0
	3C	9	5	3	5	2	2	26	1,7
	3D	5	6	5	2	5	4	27	2,4
8. A atividade experimental é um trabalho que faço individualmente.	3A	14	6	4	1	1	0	26	0,8
	3B	14	4	1	7	2	3	31	1,7
	3C	17	3	2	3	0	1	26	1,0
	3D	15	7	3	0	1	1	27	0,8
9. Prefiro aulas exclusivamente expositivas àquelas com atividades experimentais.	3A	15	3	4	3	1	0	26	0,9
	3B	17	9	2	1	2	0	31	0,8
	3C	16	3	2	3	1	1	26	1,0
	3D	15	4	5	1	2	0	27	1,0
10. A atividade experimental acaba me dispersando e atrapalha o entendimento do conteúdo.	3A	18	3	2	3	0	0	26	0,6
	3B	21	7	3	0	0	0	31	0,4
	3C	18	5	2	1	0	0	26	0,5
	3D	20	5	2	0	0	0	27	0,3
11. Foi difícil entender as orientações feitas durante a atividade experimental.	3A	13	1	6	1	5	0	26	1,4
	3B	22	6	0	1	0	2	31	0,6
	3C	15	5	3	2	1	0	26	0,8
	3D	7	4	4	10	1	0	26	1,8

Fonte: Dados da pesquisa

4.9 As abordagens sob o olhar dos alunos

Na turma do 3º. A, que trabalhou com experimentos reais, optou-se em trabalhar também com o experimento utilizando simulação computacional, com o objetivo de, ao final do processo, captar a impressão dos alunos sobre as duas abordagens.

Esta impressão foi explicitada pelos alunos através da resposta a uma questão, na qual deveriam escolher uma das abordagens e justificar tal escolha.

Um dos alunos destaca a importância de serem trabalhadas as duas abordagens.

As duas abordagens têm suas vantagens e desvantagens; em minha opinião as duas são bastante válidas e importantes. Na [abordagem] real, a experiência é mais interativa e o contato com os aparelhos é fundamental. Já no computador, é mais rápido e fácil a aprendizagem é relativamente a mesma. Assim, acredito que as duas abordagens fazem uma diferença maior do que uma só. (Aluno 2, 3º. Ano A)

A vantagem do experimento via computador ser mais rápido e fácil de executar é encontrado em vários relatos, que justificaram a escolha da abordagem computacional, “O experimento no computador, pois é mais prático, economiza tempo e acaba sendo mais fácil de ser compreendido.” (Aluno 3, 3º. A)

Outra vantagem apontada por alguns alunos do experimento computacional em comparação com o experimento utilizando equipamentos reais é em relação à visualização. Um dos alunos escolhe o experimento computacional e acrescenta: “[...] o computador proporcionou uma maior visão da movimentação dos elétrons dentro do condutor [...] mostrando aquilo que o professor tinha falado [...]” (Aluno 4, 3º. A)

No caso dos alunos que escolheram o experimento real, há destaque para a vantagem do contato com a realidade. Outro aluno escolheu o experimento real e justifica: “[...] o contato com resistor, voltímetro, multímetro, amperímetro e a lâmpada, proporciona um conhecimento mais concreto”. (Aluno 5, 3º. A)

Há ainda outro comentário que merece destaque: “Com experimento real. Porque dá para conhecer os equipamentos e fazer na prática, interagir mais.” Este fato é confirmado por outro aluno: “Eu gostei das duas, mas prefiro com o experimento real, porque tem um contato com o material.” (Aluna 6, 3º. A)

Fazendo uma análise quantitativa, pode-se afirmar que a turma ficou dividida, quanto à escolha da melhor abordagem. O gráfico 15 mostra esse fato.

Gráfico 15 – Abordagens escolhidas pelos alunos do 3º. Ano A

Fonte: Dados da pesquisa

4.10 Uma proposta de abordagem considerada eficiente

Na execução dos experimentos pelo autor, foram verificadas algumas vantagens e desvantagens de uma abordagem em relação à outra.

Uma grande vantagem da abordagem experimental com equipamentos reais é que o aluno entra em contato com a realidade, fazendo medidas reais, obtendo resultados não tão exatos quanto àqueles que aparecem nos exercícios propostos dos livros didáticos. Os próprios alunos destacam essa vantagem. A sua desvantagem está no fato que se torna um pouco difícil sua execução, dada a confusão de ligações com os aparelhos de medidas e fios de conexão. Mas, uma boa orientação por parte do professor minimiza essa dificuldade.

No caso da abordagem experimental com simulações computacionais, suas vantagens são a simplicidade e a facilidade de utilização e entendimento do programa. Uma desvantagem está no fato de que em alguns casos, o simulador não representa a realidade de fato. Um exemplo disto é que, no simulador utilizado, a lâmpada segue a Lei de Ohm, quando, na realidade, ela não deveria seguir. Foi por este motivo que optou-se em propor aos alunos somente a atividade experimental com o resistor, quando foi trabalhada a abordagem utilizando simulação computacional.

De fato, Macêdo, Dickman e Andrade (2012, p. 573) comentam que “um sistema real é frequentemente muito complexo e a maioria das simulações que o descrevem é geralmente baseada em modelos que representam simplificações e aproximações da realidade”. O professor deve estar atento a este fato durante o

planejamento de suas aulas, a fim de não passar uma informação que não corresponde à realidade.

Com base nos trabalhos feitos com os alunos, verificou-se uma quinta abordagem, que poderia ser mais eficiente no aprendizado dos conceitos relacionados a circuitos elétricos e Lei de Ohm. Esta abordagem mistura elementos de simulações computacionais e atividades experimentais reais.

Inicialmente propõe-se utilizar o simulador do *PhET* para apresentar aos alunos os conceitos de corrente elétrica, intensidade da corrente elétrica, resistência elétrica e Lei de Ohm, o que contribui para uma aprendizagem eficiente.

De fato, Duarte (2012, p. 528), comenta que “[...] há situações, quando o professor apresenta conceitos e fenômenos com os quais os estudantes não estão familiarizados, em que experimentos simples, mesmo demonstrativos, podem ser muito enriquecedores”.

Depois dessa etapa, os alunos podem fazer a atividade experimental real com o resistor, e se houver tempo disponível, com a lâmpada. É claro que esta opção de abordagem será viável para professores que têm a sua disposição estrutura para desenvolvê-las.

Também é importante destacar que o professor deverá primeiramente avaliar a situação, para planejar as suas aulas e adaptar a abordagem para a sua realidade. Entre os pontos que devem ser considerados, destacam-se:

- a) o perfil de cada turma;
- b) o número de aulas disponível;
- c) a possibilidade de se aplicar as atividades experimentais fora do horário normal de aulas.

O planejamento das aulas utilizando-se esta abordagem é sugerido no quadro

Quadro 12 – Abordagem com a simulação computacional seguida do experimento real.

Aula	Tempo previsto	Assunto e/ou Atividade
1	50 min	Corrente elétrica (projetar a tela do <i>PhET</i> e montar um circuito elétrico simples (pilhas + lâmpada), mostrando o sentido do movimento dos elétrons. Colocar um amperímetro de cada lado da lâmpada e mostrar aos alunos que a corrente que passa pelo circuito não se modifica). Resolver um exercício em sala de aula.
2	25 min	Corrente elétrica – propor exercício para que os alunos resolvam em sala ²² .
	25 min	Resistência elétrica.
3	50 min	Lei de Ohm (projetar a tela do <i>PhET</i> e montar um circuito elétrico simples (pilha + resistor), colocando o amperímetro e o voltímetro e fazendo as medições de corrente elétrica e ddp. Repita o procedimento para 2, 3 e 4 pilhas. Mostrar aos alunos os resultados, comentando sobre a proporcionalidade direta entre V e i, o valor constante da resistência R e o gráfico V x i ser uma reta inclinada).
4	25 min	Lei de Ohm – resolver um exercício em sala de aula.
	25 min	Lei de Ohm – propor exercício para que os alunos resolvam em sala ²³ .
5 / 6	100 min	Aplicar a atividade experimental – explicação, execução do experimento em laboratório e coleta dos dados ²⁴ .
7 / 8	100 min	Elaboração do relatório ²⁵ .
9	50 min	Aplicar a atividade experimental (utilizando a lâmpada) – explicação, execução do experimento em laboratório, coleta dos dados ²⁶ .
10	50 min	Elaboração do relatório ²⁷ .
TOTAL	10 aulas ou 500 min ²⁸	

Fonte: Dados da pesquisa

²² Dependendo do tempo disponível e de acordo com o perfil da turma, o professor poderá propor o exercício para que os alunos resolvam em casa e entreguem em outra data.

²³ Idem nota 22.

²⁴ No caso de divisão de turmas, o professor deverá reservar mais aulas para essa atividade.

²⁵ É recomendado que o professor acompanhe os grupos durante a execução do relatório, para sanar eventuais dúvidas. Mas caso não haja tempo disponível, e dependendo do perfil da turma, o professor poderá deixar para que os alunos façam o relatório em casa e entreguem em outra data.

²⁶ Levando-se em conta a disponibilidade de tempo, a execução do experimento com a lâmpada pode ser omitida.

²⁷ Idem nota 25.

²⁸ Caso sejam seguidas as orientações das notas 22, 23 e 26, o número de aulas necessárias será de cinco (o que equivale a 250 min).

Desta forma, pode-se utilizar as vantagens de cada abordagem, e facilitar o aprendizado dos alunos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho mostra a importância das atividades experimentais no ensino de Física, bem como algumas possibilidades de se propor essas atividades aos alunos.

O objetivo da pesquisa realizada foi primeiramente determinar se atividades experimentais (reais ou com simulações computacionais) permitem maior eficiência no aprendizado dos alunos. Com a resposta afirmativa a esta questão, foi investigado qual das formas de atividades experimentais produzem melhor efeito.

A pesquisa teve como base teórica os Parâmetros Curriculares Nacionais e os trabalhos utilizados na revisão de literatura que tinham como objeto de pesquisa atividades experimentais. A amostra trabalhada se constituiu nos alunos de quatro turmas do 3º. Ano do Ensino Médio da Etec Prof. José Sant'Ana de Castro, em Cruzeiro – SP, sendo abordado o assunto circuitos elétricos e Lei de Ohm.

Primeiramente os alunos foram submetidos a um pré-teste para verificar se tinham algum conhecimento prévio do assunto e em qual nível estaria esse conhecimento. Logo depois foram ministradas aulas, com diferentes estratégias para cada turma, para comparação no impacto de cada uma delas no aprendizado dos alunos.

O trabalho com os alunos se encerrou após a pesquisa da opinião a respeito das atividades desenvolvidas, para que fosse verificado se as aulas experimentais eram mais interessantes do que as aulas tradicionais, sob o ponto de vista dos estudantes. Para uma das turmas, que trabalhou experimentos reais e simulações computacionais, foi pesquisada a opinião dos mesmos a respeito de qual atividade seria considerada ideal.

Planejar e executar uma aula experimental não é uma tarefa simples. Exige empenho e conhecimento do professor, maior tempo para preparação das aulas e material disponível. Embora a maioria das escolas não tenha estrutura para atividades experimentais, o professor pode e deve criar condições para que aconteçam.

Não se pretendeu com esse trabalho apresentar receitas prontas para a implementação de atividades experimentais ou culpar tão somente o professor pela situação do ensino em nossas escolas. Procurou-se inclusive trazer à tona os problemas enfrentados pelo professor, como a falta de estrutura das escolas, planos

de carreira inadequados e cargas horárias insuficientes, que dificultam a implementação de atividades experimentais na disciplina de Física.

A maneira mais simples de se introduzir atividades experimentais em sala de aula, pode ser através da demonstração. Há experimentos simples em todas as áreas da Física, muitos deles com caráter lúdico, que acabam por transformar o ambiente de sala de aula, despertando o interesse dos alunos e motivando-os a aprender (através de discussões a respeito do fenômeno apresentado). Da experiência do autor deste trabalho, é interessante verificar o encantamento e a curiosidade dos alunos com experimentos tão simples - um canudinho eletrizado sendo grudado na parede ou no teto da sala de aula, uma lâmpada sendo acesa num circuito elétrico com pilhas ou a agulha de uma bússola se movendo logo após ligar um circuito elétrico próximo, só para citar alguns exemplos.

As atividades experimentais nas quais o aluno participa ativamente, manuseando dispositivos e equipamentos, executando o experimento e coletando dados são ainda mais proveitosas. Verifica-se que a grande maioria dos alunos gosta de participar dessas atividades, criando assim, o seu interesse pela Física.

Para atividades de demonstração, utilizando-se de experimentos simples, uma outra alternativa pode ser solicitar que grupos de alunos montem, executem e discutam esses experimentos, contando é claro com a orientação do professor.

Além disso, há a possibilidade de o professor utilizar recursos computacionais para trabalhar com experimentos, o que acaba impactando também na aprendizagem dos estudantes. Uma vez que a atual geração tem grande familiaridade com o uso de tecnologias, esse também é um fator que contribui para aguçar a sua curiosidade e a sua vontade de aprender. Não é raro durante a aplicação da atividade virtual os alunos perguntarem se há uma cópia disponível do programa para utilizarem em seus computadores, o que mostra o seu interesse.

Pode-se verificar que as abordagens tanto real quanto virtual foram proveitosas para os alunos – tanto na sua aprendizagem (verificada por meio das avaliações) quanto no seu interesse e motivação (verificados tanto por meio das avaliações quanto por meio das opiniões expressadas pelos próprios alunos). Estes resultados são coerentes com os obtidos por Alves (2006), que fez um estudo do impacto de atividades experimentais reais na aprendizagem dos alunos.

Os resultados das avaliações mostram que os alunos têm domínio satisfatório das competências e habilidades requeridas do grupo Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia, Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia e Interações, relações e funções: invariantes e transformações.

Durante a aplicação verificou-se que, no assunto circuitos elétricos e Lei de Ohm, uma combinação das duas abordagens pode ser mais eficiente – a abordagem virtual permite ao aluno verificar alguns aspectos microscópicos comentados pelo professor (e não visualizados no mundo real) e a abordagem real permite o contato do aluno com o cotidiano, verificando como as coisas acontecem no dia-a-dia e manipulando dispositivos e equipamentos.

Esta abordagem, considerada ideal, pode ser trabalhada no estudo de outros assuntos dentro do Eletromagnetismo, pois permite melhor visualização do mundo microscópico, fazendo com que o aluno compreenda mais facilmente os modelos para explicação do mundo que o rodeia. Outros ramos da Física, em especial a Termodinâmica, que trabalha com modelos microscópicos, podem se valer dessa abordagem, para facilitar a compreensão dos conceitos físicos.

Outras disciplinas também poderiam fazer uso desta estratégia, como por exemplo a Química, que também se utiliza de modelos microscópicos. Por sinal, esta foi a fala espontânea de alguns alunos durante a aplicação das atividades experimentais, ao destacarem que outras disciplinas poderiam ter atividades de laboratório.

Desta forma, é o professor quem deve avaliar as suas condições (estrutura da escola, número de aulas disponíveis e perfil da turma) para escolher a melhor abordagem para cada assunto a ser estudado. Enfim, o professor é um fator determinante para a motivação dos alunos para o estudo das ciências.

REFERÊNCIAS

ALVES, V. de F. **A inserção de atividades experimentais no ensino de física em nível médio: em busca de melhores resultados de aprendizagem**. 2006. 133f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Brasília. Disponível em <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/8953/1/2006_ValeriadeFreitasAlves.pdf> Acesso em 26 jul. 2013.

ARRUDA, M. A. de T.; ANJOS, I. G. dos. **Física na escola atual**. v. 3. São Paulo: Atual, 1993.

BATTISTUS, C.T.; LIMBERGER, C; CASTANHA, A.P. Estado Militar e as Reformas Educacionais. **Educere et Educare – Revista de Educação**, Cascavel, v. 1, n. 1, p. 230, jan/jun. 2006. Disponível em <http://www.unioeste.br/cursos/cascavel/pedagogia/revista/EDUCEREetEDUCARE_parte_3.pdf> Acesso em 21 mar. 2014.

BOCAFOLI, F. **Física e Vestibular**. Aparelhos de medição elétrica. Disponível em <http://fisicaevestibular.com.br/exe_elt_11.htm> Acesso em 27 abr. 2015.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19. N. 3, p. 291-313, dez. 2012. Disponível em <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/6099>> Acesso em 17 maio. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Sobre o Enem. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/enem/sobre-o-enem>> Acesso em 21 fev.2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Conteúdo das Provas. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/enem/conteudo-das-provas>> Acesso em 21 fev.2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Matriz de Referência – Enem. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/downloads/2012/matriz_referencia_enem.pdf> Acesso em 21 fev.2015.

BRASIL. Ministério da Educação. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 2002. 144p. Disponível em <http://www.fisica.ufmg.br/~menfis/programa/CienciasNatureza+.pdf>> Acesso em 26 out. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução nº 2, de 30 jan. 2012. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=17417&Itemid=866> Acesso em 20 jan. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio. Brasília, 1999.

CARRON, W.; GUIMARÃES, O. **As faces da física**. São Paulo: Moderna, 1998.

CENNE, A.H.H. **Tecnologias computacionais como recurso complementar no ensino de física térmica**. 2007. 93f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Porto Alegre. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/12716/000633784.pdf?sequence=1>> Acesso em 12 abr. 2015.

CHAGAS, S. M. A. das; MARTINS, I. O laboratório didático nos discursos dos professores de Física: heterogeneidade e intertextualidade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 26, N. 3, p. 641-642. Disponível em <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2009v26n3p625/11140>> Acesso em 26 abr. 2015.

DUARTE, S. E. Física para o ensino médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, N. Especial 1, p. 528, set. 2012. Disponível em <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p525/22934>> Acesso em 27 abr. 2015.

FERNANDES, G. **Formar bons professores implica entender a complexidade da unidade escolar**. Disponível em <<http://gvcult.blogosfera.uol.com.br/2014/07/11/formar-bons-professores-implica-entender-a-complexidade-da-unidade-escolar/>> Acesso em 14 jul.2014.

FERRARO, N. G., SOARES, P. A. de T. **Física Básica**. São Paulo: Atual, 1998.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Physics in the computer: the computer as a tool in the education and the learning of physical sciences. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, p. 259-272, set. 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172003000300002> Acesso em 26 jul. 2013.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática**. 3ª. ed. Campinas: Autores Associados, 2012.

HERSKOWICZ, G.; PENTEADO, P. C. M.; SCOLFARO, V. **Curso completo de física**. São Paulo: Moderna, 1993.

LAUTÉRIO, A. Q. M. R.; NEHRING, C.M. Restruturação do Currículo Escolar: A Trajetória do Ensino Médio e o Conceito de Contextualização. In: **ANPED Sul - Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, 11.**, Caxias do Sul, 2012. Disponível em: <<http://www.uces.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/561/117>> Acesso em 12 mar. 2014.

MACEDO, J.A. de; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I.S.F de. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, S. Paulo, v. 29, n. Especial 1, p. 573. Disponível em <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p562/22936>> Acesso em 27 abr. 2015.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física**. v. 3. São Paulo: Scipione, 2011.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. D. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, p. 77-86, junho 2002. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172002000200002> Acesso em 12 mar. 2014.

MONTEIRO, I. C. de C.; GASPAR, A. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotski. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 2, 2005. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID130/v10_n2_a2005.pdf> Acesso em 27 abr. 2015.

MONTEIRO, I. C. de C.; GASPAR, A. Um estudo sobre as emoções no contexto das interações sociais em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, p. 1, 2007. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID162/v12_n1_a2007.pdf> Acesso em 27 abr. 2015.

MONTEIRO, M. A. A. et al. As atividades de demonstração e a teoria de Vigotski: um motor elétrico de fácil construção e de baixo custo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 27, n. 2, p. 371, 372, 373, ago. 2010. Disponível em <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/2175-7941.2010v27n2p371/13533>> Acesso em 27 abr. 2015.

PARANÁ, D. N. da S. **Física: Eletricidade**. v. 3. São Paulo: Ática, 1998.

PEDROSO, L.S. **O ensino de conceitos de Eletromagnetismo**: simulações interativas em Easy Java Simulations. 2008. 113f. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em <http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_PedrosoLS_1.pdf> Acesso em 26 jul. 2013.

RAMALHO, F. Jr.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. de T. **Os fundamentos da física**. v. 3. 7. ed. São Paulo: Moderna, 2001.

RAMALHO, F. Jr.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. de T. **Os fundamentos da física**. v. 3. 6. ed. São Paulo: Moderna, 1996.

RIBEIRO, D. T.; ALMEIDA, A. M.; CARVALHO, P. S. Indução eletromagnética em laboratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 4317-2. Dez. 2012. Disponível em < <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/344317.pdf> > Acesso em 27 abr. 2015.

RODRIGUES, C. Faltam professores qualificados no Ensino Médio. **Último Segundo**, São Paulo, fev. 2011. Disponível em < <http://ultimosegundo.ig.com.br/educacao/faltam+professores+qualificados+no+ensino+medio/n1238106792909.html> > Acesso em 22 mar. 2014.

ROSA, P.R. da S. O uso de computadores no ensino de física. Parte I: Potencialidades e Uso Real. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 17, n.2, 182-195. Junho 1995. Disponível em < <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol17a21.pdf> > Acesso em 20 nov. 2013.

SÁ, E. F. **Os propósitos de atividades experimentais na visão de alunos e professores**. 2003. 183f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Educação. Belo Horizonte. Disponível em < http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/EJRA-5SFJ63/disserta__o_eliane_mai2005.pdf?sequence=1 > Acesso em 26 jul. 2013.

SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. **Universo da Física 3**. 2. ed. São Paulo: Atual, 2005.

SANTOS, C.A.B. dos; CURI, Edda. A formação dos professores que ensinam Física no Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 4, p. 837, 2012. Disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132012000400007 > Acesso em 27 abr. 2015.

SCARPA, D. L.; MARANDINO, M. Pesquisa em Ensino de Ciências: um estudo sobre as perspectivas metodológicas. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2.**, 1999.

SÉRÈ, M.G.; COELHO, S.M.; NUNES, A.D. O papel da experimentação no ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.20, n.1: p. 30-42. 2003

SISMANOGLU, B. N. et al. A utilização da filmadora digital para o estudo do movimento dos corpos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 1501-1. Abr. 2009. Disponível em < <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/311501.pdf> > Acesso em 27 abr. 2015.

SOARES, R. R.; BORGES, P. de F. O plano inclinado de Galileu: uma medida manual e uma medida com aquisição automática de dados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 2501-2. Jan. 2011.

TORKANIA, M. **Quase 90% dos professores se sentem desvalorizados, diz estudo.** Disponível em <<http://educacao.uol.com.br/noticias/2014/06/29/quase-90-dos-professores-brasileiros-se-sentem-desvalorizados-diz-estudo.htm#fotoNav=6>> Acesso em 29 jun.2014.

UNIVERSIDADE DO COLORADO, **PhET Interactive Simulations.** Disponível em <<http://phet.colorado.edu/en/simulation/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab>> Acesso em 20 nov.2014.

VIEIRA, V. **Apenas 12,4% das escolas de São Paulo têm bibliotecas.** Disponível em <<http://educacao.estadao.com.br/noticias/geral,so-12-4-das-escolas-de-sp-tem-bibliotecas-imp-,1507955>> Acesso em 11 jun.2014.

APÊNDICE A - Produto

O produto educacional aqui apresentado tem como base o trabalho de pesquisa intitulado “Experimentos reais e simulações computacionais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio”. Este produto consiste de um manual de orientação para o professor, composto por roteiros com atividades experimentais utilizando equipamentos reais e simulações computacionais para aplicação com os alunos. Há a proposta de três abordagens – a primeira utilizando-se somente do experimento real, a segunda utilizando-se somente da simulação computacional e a terceira utilizando-se dos dois recursos.

Estas abordagens foram trabalhadas com os alunos de quatro turmas 3º. Ano do Ensino Médio da Etec Prof. José Sant’Ana de Castro, em Cruzeiro – SP, com o objetivo de compará-las e verificar qual delas teria maior impacto positivo no aprendizado dos alunos.

Verificou-se com o trabalho de pesquisa que as abordagens utilizando experimentos reais ou simulações computacionais (também denominadas experimentos virtuais) têm mais efeito na aprendizagem dos alunos quando comparadas com abordagens estritamente teóricas. Além disso, foi constatado que as abordagens experimentais despertam o interesse e a curiosidade dos alunos, o que contribui também para a aprendizagem. Quando se comparam as duas abordagens experimentais (real e virtual) entre si, não há diferença significativa nos resultados obtidos.

Deve-se destacar também que as duas abordagens apresentam vantagens e desvantagens, que devem ser consideradas para se planejar as atividades com os alunos.

No caso da abordagem experimental com equipamentos reais, a grande vantagem é inserir o aluno no mundo real (utilizando dispositivos muitas vezes do seu cotidiano); a sua desvantagem é a necessidade de se adquirir os equipamentos, bem como a dificuldade de visualização das ligações entre os componentes do circuito elétrico.

No caso da abordagem experimental com simulações computacionais, a vantagem está no fato de que a maioria das escolas dispõe de laboratórios ou salas de informática e o software utilizado é gratuito, fácil de utilizar e permite uma boa visualização dos conceitos trabalhados. A desvantagem está na sua limitação,

característica de toda simulação computacional. Um exemplo desta limitação é que no software a lâmpada incandescente é ôhmica, quando na realidade ela não segue a Lei de Ohm.

Entretanto, pensando-se nos diferentes perfis de escolas e alunos encontrados pelos professores em nosso país, este produto apresenta três sugestões para aplicação de atividades experimentais abordando circuitos elétricos e Lei de Ohm.

Desta forma, o professor deverá ter em mente que toda sua escolha e ação devem levar em conta a sua realidade, tais como perfil das turmas em que leciona, disponibilidade de recursos e tempo disponível.

5.1 A abordagem com experimentos utilizando equipamentos reais

Primeiramente o professor deve verificar em sua escola a disponibilidade de material. A tabela 1 traz um levantamento do material que o professor deverá dispor para realizar os experimentos. Para se aplicar esta abordagem, conforme proposto aqui, é necessário que o professor tenha no mínimo um kit montado para cada grupo de três alunos.

Sugere-se que o professor divida a turma em grupos de no máximo 20 alunos e subdivida esses grupos em trios. Recomenda-se evitar a formação de grupos com mais de três alunos, uma vez que se permitirá que alguns alunos fiquem sem trabalhar.

Tabela 1 – Material para os experimentos reais

Equipamento / Dispositivo	Quantidade por kit	Valor (R\$)	Valor (US\$)
Multímetro	2	40,00	13,07
Resistor	1	0,50	0,16
Soquete para lâmpada – rosca E10 ¹	1	2,90	0,95

Continua

¹ Material opcional. Pode ser adaptado, conectando-se os fios à lâmpada com o auxílio de fita adesiva.

Equipamento / Dispositivo	Quantidade por kit	Valor (R\$)	Conclusão
			Valor ² (US\$)
Lâmpada (valor nominal abaixo de 6,0 V)	1	2,00	0,65
Jumpers com conexão jacaré dos dois lados ³	4	41,60	13,59
Suporte para 1 pilha AA ⁴	1	0,60	0,20
Suporte para 2 pilhas AA ⁵	1	2,50	0,82
Suporte para 3 pilhas AA ⁶	1	3,50	1,14
Suporte para 4 pilhas AA ⁷	1	3,50	1,14
Pilhas AA	5	6,00	1,96
Total 1 (todo material)		103,10	33,69
Total 2 (sem material opcional)		48,50	15,85

Fonte: Dados da pesquisa

O quadro 1 apresenta um planejamento das aulas para esta abordagem.

Quadro 1 – Planejamento das aulas usando a abordagem experimental com equipamentos reais

Aula	Tempo previsto	Assunto e Atividade
1	50 min	<p>Corrente elétrica</p> <p>O professor deve montar um circuito elétrico simples, com pilhas, lâmpada e dois amperímetros, fazendo comentários sobre a montagem e a colocação dos aparelhos de medida. Recomenda-se montar o circuito em sala de aula, explicando os elementos do mesmo, bem como as ligações. É interessante que o professor convide dois ou três alunos para ajudá-lo nesta montagem. Explicar o conceito de corrente elétrica, aproveitando-se da montagem do circuito.</p> <p>Resolver um exercício em sala de aula.</p>

Continua

² Cotação do dólar em 22 maio.2015. Fonte: Banco Central do Brasil. Disponível em <<http://www4.bcb.gov.br/pec/taxas/batch/taxas.asp?id=txdolar>> Acesso em 25 maio. 2015.

³ Material opcional, pode ser adaptado, sendo substituído por fios.

⁴ Material opcional, pode ser adaptado. Há vários sites sugerindo adaptações.

⁵ Idem nota 4.

⁶ Idem nota 4.

⁷ Idem nota 4.

Conclusão

Aula	Tempo previsto	Assunto e Atividade
2	25 min	Corrente elétrica Propor um exercício para que os alunos resolvam em sala de aula ⁸ .
	25 min	Resistência elétrica. Trazer alguns resistores para a sala e mostrar aos alunos.
3	50 min	Lei de Ohm.
4	25 min	Lei de Ohm. Resolver um exercício em sala de aula.
	25 min	Lei de Ohm Propor um exercício para que os alunos resolvam em sala de aula. ⁹
5 / 6	100 min	Aplicar a atividade experimental (utilizando o resistor). – explicação, execução do experimento em laboratório, coleta dos dados.
7 / 8	100 min	Orientar os alunos na elaboração do relatório. ^{10 11}
9	50 min	Aplicar a atividade experimental (utilizando a lâmpada) – explicação, execução do experimento em laboratório, coleta dos dados. ¹²
10	50 min	Orientar os alunos na elaboração do relatório. ^{13 14}
11	50 min	Aula reservada para aplicação de avaliação. ¹⁵

Fonte: Dados da pesquisa

⁸ O professor poderá propor o exercício para que os alunos resolvam em casa e entreguem em outro dia.

⁹ Idem nota 9.

¹⁰ É recomendado que o professor acompanhe os grupos durante a elaboração do relatório, para sanar eventuais dúvidas e corrigir eventuais procedimentos. Mas, caso não haja tempo disponível, o professor poderá deixar para que os alunos façam o relatório em casa e entreguem em outro dia.

¹¹ O relatório pode ser utilizado como um instrumento de avaliação, permitindo a diversificação desta.

¹² Levando-se em conta a disponibilidade de tempo, a execução do experimento com a lâmpada pode ser omitida.

¹³ Idem nota 10.

¹⁴ Idem nota 11.

¹⁵ Sugere-se a aplicação de uma prova.

5.2 A abordagem com experimentos utilizando simulações computacionais

Primeiramente o professor deverá verificar a disponibilidade do laboratório de informática da escola. Recomenda-se que, tenha disponível um projetor de multimídia e para cada dupla de alunos um computador. Sugere-se também que o professor entre na página do *PhET* (<http://phet.colorado.edu>), faça o *download* do programa e o instale em cada computador. Usar o programa off-line permitirá que a atividade não fique dependente de uma conexão à internet exatamente no momento da sua realização. Esta instalação pode ser feita por meio do responsável pelo laboratório de informática, ou até mesmo por meio de um aluno que tenha bons conhecimentos de informática.

O quadro 2 apresenta uma sugestão para o planejamento para as aulas que o professor ministrará.

Quadro 2 – Planejamento das aulas usando simulação computacional

Aula	Tempo previsto	Assunto e/ou Atividade
1	50 min	Corrente elétrica. O professor deve projetar a tela do <i>PhET</i> e montar um circuito elétrico simples (pilhas + lâmpada), mostrando o sentido do movimento dos elétrons. Inserir um amperímetro de cada lado da lâmpada, mostrando aos alunos que a corrente que passa pelo circuito não se modifica.
2	25 min	Corrente elétrica. Propor um exercício para que os alunos resolvam em sala. ¹⁶
	25 min	Resistência elétrica.

Continua

¹⁶ O professor poderá propor o exercício para que os alunos resolvam em casa e entreguem em outro dia.

Conclusão

Aula	Tempo previsto	Assunto e/ou Atividade
3	50 min	Lei de Ohm. O professor deve projetar a tela do <i>PhET</i> e montar um circuito elétrico simples (pilha + resistor), utilizando o amperímetro e o voltímetro para fazer as medições de corrente elétrica e ddp. Repetir o procedimento anterior para 2, 3 e 4 pilhas. Organizar os resultados na lousa, comentando sobre a proporcionalidade direta entre V e i , o valor constante da resistência R e o fato de o gráfico $V \times i$ ser uma reta inclinada.
4	25 min	Lei de Ohm (cont.)
	25 min	Lei de Ohm Propor um exercício para que os alunos resolvam em sala. ¹⁷
5 / 6	60 min	Aplicação da atividade experimental virtual – explicação, execução do experimento em laboratório, coleta dos dados.
	40 min	Orientar os alunos na elaboração do relatório. ^{18 19}
8	50 min	Aula reservada para aplicação de avaliação. ²⁰

Fonte: Dados da pesquisa

5.3 Abordagem ideal

A abordagem considerada ideal mistura elementos da simulação computacional e de experimentos reais. Neste caso, são válidas as orientações para a preparação das mesmas contidas nas seções 5.1 e 5.2. O quadro 3 mostra uma sugestão para o planejamento das aulas.

¹⁷ O professor poderá propor o exercício para que os alunos resolvam em casa e entreguem em outro dia.

¹⁸ É recomendado que o professor acompanhe os grupos durante a elaboração do relatório, para sanar eventuais dúvidas e corrigir eventuais procedimentos. Mas, caso não haja tempo disponível, o professor poderá deixar para que os alunos façam o relatório em casa e entreguem em outro dia.

¹⁹ O relatório pode ser utilizado como um instrumento de avaliação, permitindo a diversificação desta.

²⁰ Sugere-se a aplicação de uma prova.

Quadro 3 – Planejamento das aulas considerando a abordagem com a simulação computacional seguida do experimento real.

Aula	Tempo previsto	Assunto e/ou Atividade
1	50 min	Corrente elétrica. O professor deve projetar a tela do <i>PhET</i> e montar um circuito elétrico simples (pilhas + lâmpadas), mostrando o sentido do movimento dos elétrons. Colocar um amperímetro de cada lado da lâmpada e mostrar aos alunos que a corrente que passa pelo circuito não se modifica. Resolver um exercício em sala de aula.
2	25 min	Corrente elétrica. Propor exercício para que os alunos resolvam em sala. ²¹
	25 min	Resistência elétrica
3	50 min	Lei de Ohm O professor deve projetar a tela do <i>PhET</i> e montar um circuito elétrico simples (pilha + resistor), colocando o amperímetro e o voltímetro e fazendo as medições de corrente elétrica e ddp. Repetir os procedimentos anteriores para 2, 3 e 4 pilhas. Mostrar aos alunos os resultados, comentando sobre a proporcionalidade direta entre V e i , o valor constante da resistência R e o fato de o gráfico $V \times i$ ser uma reta inclinada.
4	25 min	Lei de Ohm. Resolver um exercício em sala de aula.
	25 min	Lei de Ohm Propor um exercício para que os alunos resolvam em sala. ²²
5 / 6	100 min	Aplicar a atividade experimental real (utilizando o resistor) – explicação, execução do experimento em laboratório e coleta dos dados.
7 / 8	100 min	Orientar os alunos na elaboração do relatório. ^{23 24}

Continua

²¹ O professor poderá propor o exercício para que os alunos resolvam em casa e entreguem em outro dia.

²² Idem nota 49.

²³ É recomendado que o professor acompanhe os grupos durante a elaboração do relatório, para sanar eventuais dúvidas e corrigir eventuais procedimentos. Mas, caso não haja tempo disponível, o professor poderá deixar para que os alunos façam o relatório em casa e entreguem em outro dia.

²⁴ O relatório pode ser utilizado como um instrumento de avaliação, permitindo a diversificação desta.

Conclusão

Aula	Tempo previsto	Assunto e/ou Atividade
9	50 min	Aplicar a atividade experimental (utilizando a lâmpada) – explicação, execução do experimento em laboratório, coleta dos dados. ²⁵
10	50 min	Orientar os alunos na elaboração do relatório. ^{26 27}
11	50 min	Aula reservada para avaliação. ²⁸

Fonte: Dados da pesquisa

5.4 Roteiros experimentais e orientações complementares

É importante que o professor interaja com os grupos durante as aulas experimentais, discutindo procedimentos e resultados. Isso será de grande valia na execução das atividades e no aprendizado dos alunos.

Para as atividades experimentais reais, solicita-se que o professor leia com cuidado as orientações abaixo:

- 1) Caso use um multímetro, é conveniente reservar o primeiro momento da aula experimental para explicar como funciona este aparelho. Mostre aos alunos que o aparelho, como o próprio nome sugere, tem múltiplas funções (amperímetro para corrente contínua, amperímetro para corrente alternada, voltímetro e ohmímetro), que podem ser utilizadas conforme a necessidade. Além disso, mostre aos alunos que, dentro destas funções, várias escalas são possíveis, e deve-se escolher a mais conveniente. Para evitar danos ao aparelho, os alunos devem ir da maior escala para a menor escala. No caso do voltímetro, se for utilizar um circuito com pilhas, deve-se orientar os alunos a utilizar a opção em corrente contínua (DCV), com valor máximo de 20 V (no caso esta orientação deve ser adaptada de acordo com as características do aparelho disponível no laboratório). É conveniente que o professor conheça bem o aparelho, lendo com atenção o manual de instruções do mesmo antes de utilizá-lo.

²⁵ Levando-se em conta a disponibilidade de tempo, a execução do experimento com a lâmpada pode ser omitida.

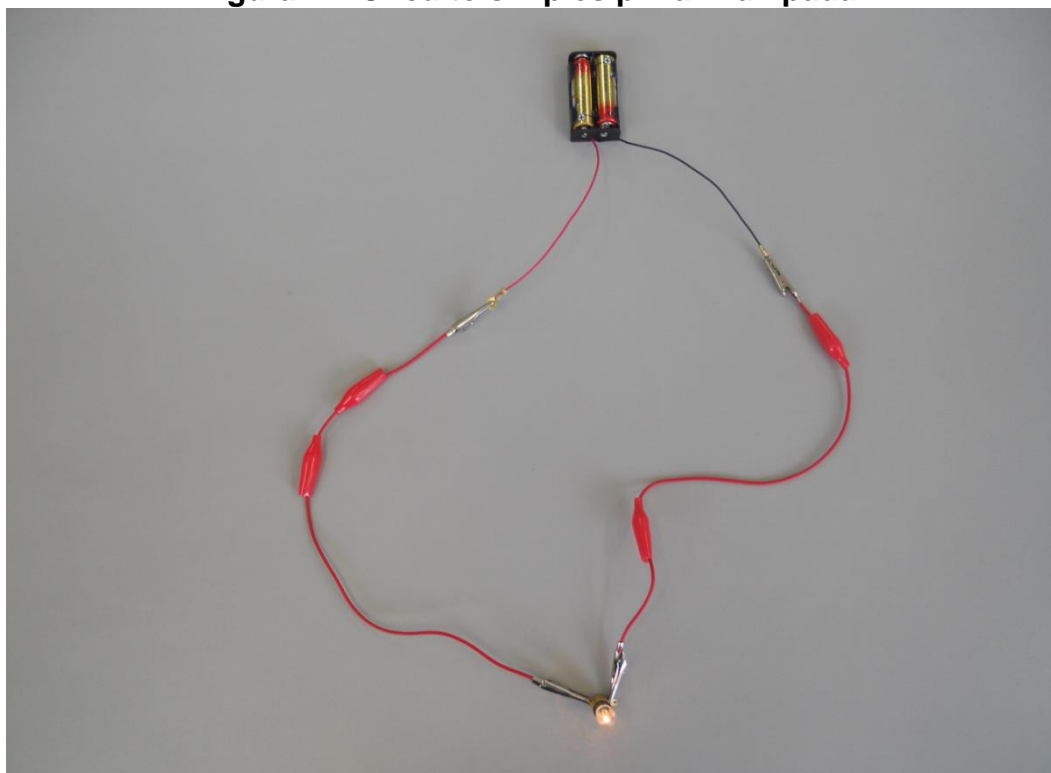
²⁶ É recomendado que o professor acompanhe os grupos durante a elaboração do relatório, para sanar eventuais dúvidas e corrigir eventuais procedimentos. Mas, caso não haja tempo disponível, o professor poderá deixar para que os alunos façam o relatório em casa e entreguem em outro dia.

²⁷ O relatório pode ser utilizado como um instrumento de avaliação, permitindo a diversificação desta.

²⁸ Sugere-se a aplicação de uma prova.

- 2) Recomenda-se que os resistores distribuídos aos grupos sejam de valores diferentes. Assim, evita-se a cópia de dados experimentais.
- 3) Na montagem dos circuitos, como há muitas conexões e fios, os alunos podem ficar confusos. Sugere-se seguir o procedimento abaixo para que os alunos entendam a montagem do circuito de uma maneira mais fácil:
 - a) Orientar os alunos para que montem primeiramente o circuito básico – gerador (pilhas) e lâmpadas, como mostra a figura 1. O acendimento da lâmpada indicará que as ligações estão corretas. Mostrar aos alunos como fica o circuito fechado. Sem os aparelhos de medida fica mais fácil esta visualização, e até mesmo a colocação correta dos mesmos.

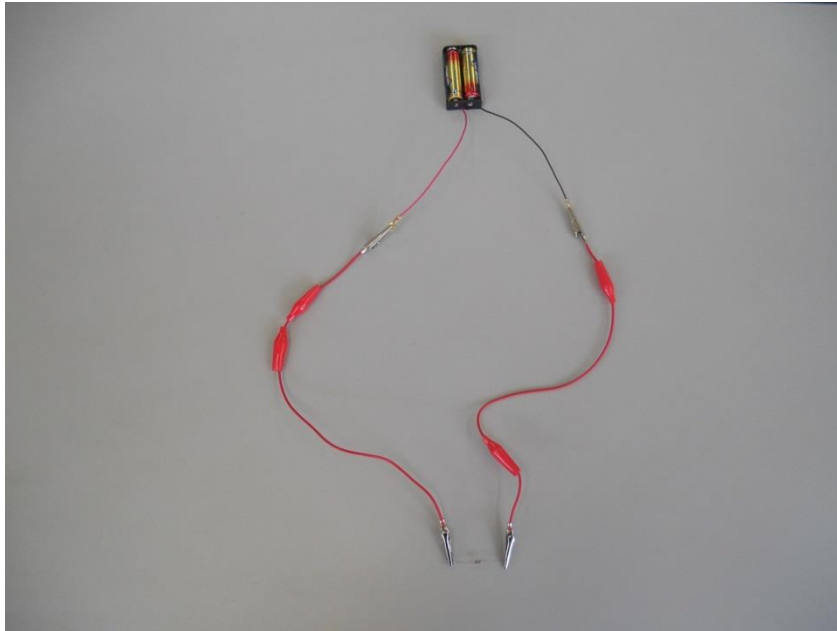
Figura 1 – Circuito simples pilha + lâmpada



Fonte: Foto do autor

- b) Pedir aos alunos para montar o circuito simples pilha + resistor, conforme mostra a figura 2.

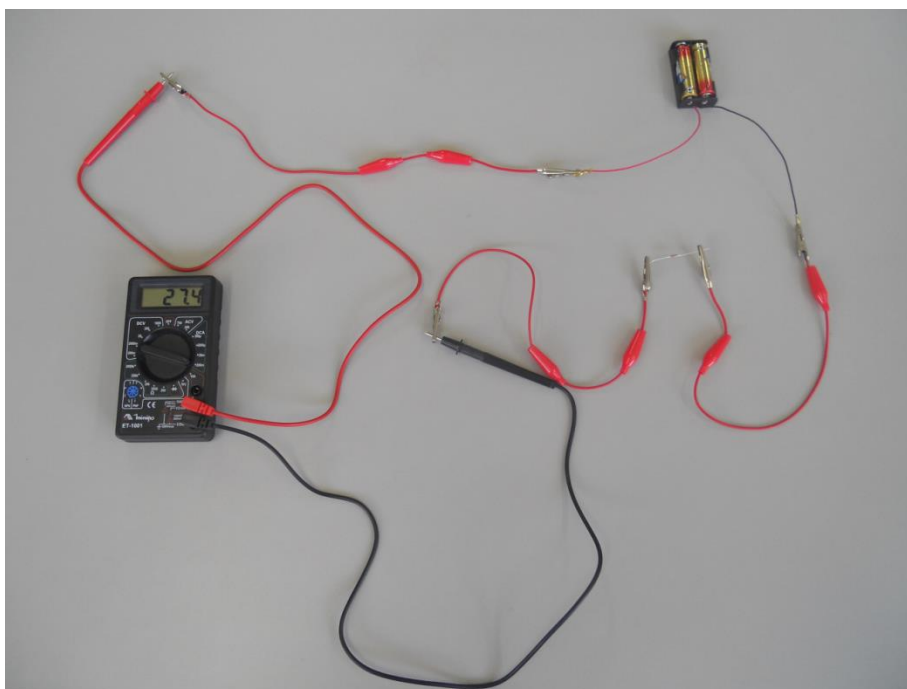
Figura 2 – Circuito simples pilha + resistor



Fonte: Foto do autor

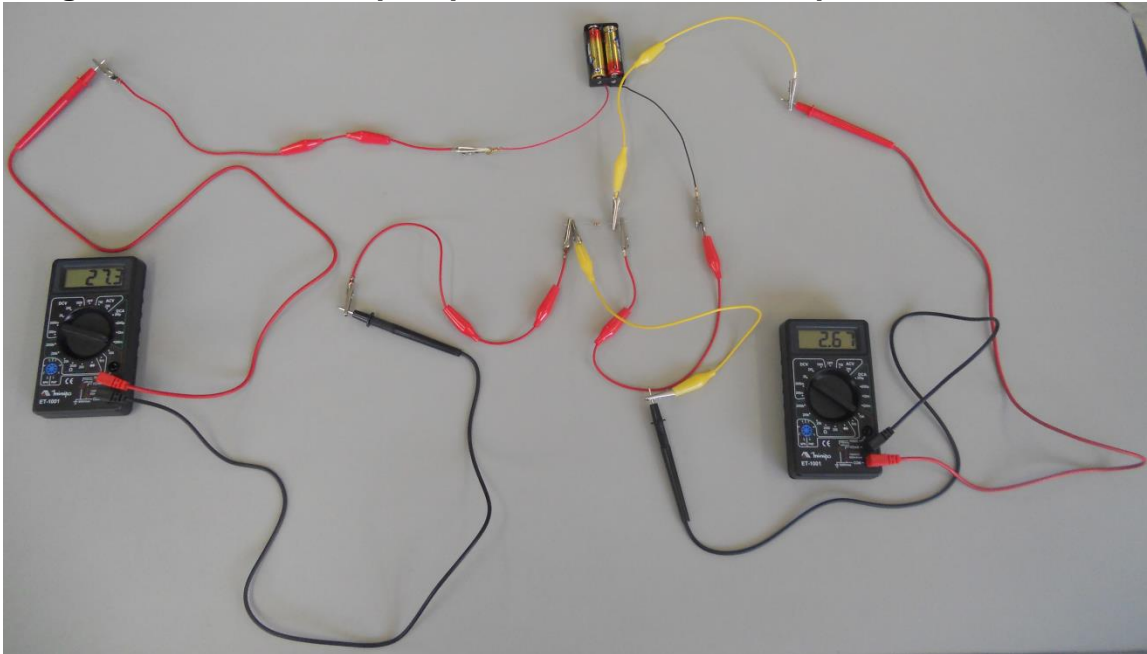
- c) O próximo passo é colocar o amperímetro para medir a corrente que passa pelo resistor. Então orientar o aluno a desconectar o fio de um dos polos do resistor, colocar o amperímetro no meio do caminho e verificar se está passando corrente pelo circuito, conforme mostra figura 3.

Figura 3 – Circuito simples pilha + resistor, com amperímetro



Fonte: Foto do autor

- d) Por último, oriente o aluno a ligar o voltímetro, uma ponta em cada terminal do resistor, conforme mostra a figura 4.

Figura 4 – Circuito simples pilha + resistor, com amperímetro e voltímetro

Fonte: Foto do autor

- 4) Caso o aluno se confunda durante a colocação dos aparelhos no circuito, sugere-se que os aparelhos de medida sejam desconectados e se inicie novamente os procedimentos na ordem aqui descritos.
Em um primeiro momento os alunos têm uma certa dificuldade em montar o circuito, por isso é conveniente que o professor acompanhe a montagem feita por eles. Após obterem uma montagem correta, o professor pode desmontar o circuito e deixar que eles o montem por conta própria.
- 5) O professor pode deixar para explicar o código de cores utilizado para determinar o valor nominal do resistor no momento da aplicação da atividade experimental. Se optar por este caminho, recomenda-se que o professor aguarde que todos os grupos terminem as medidas solicitadas anteriormente.
- 6) Na medida da resistência, o dispositivo não deverá estar ligado a nenhuma fonte de energia, para não provocar danos ao aparelho. Enfatizar isso aos alunos. Sugere-se que deixe este procedimento por último, após todos os grupos tiverem encerrado as outras medidas.
- 7) Quando do preenchimento das tabelas com os dados coletados, chame a atenção dos alunos para indicar a unidade correta que está sendo utilizada.

- 8) A folha de respostas organiza melhor as anotações dos alunos e facilita a correção pelo professor.
- 9) O número de aulas reservadas para o trabalho com o experimento utilizando a lâmpada incandescente é menor porque os alunos que já participaram desta atividade com o resistor têm mais facilidade para realizar esta nova atividade. É uma oportunidade que o professor tem de sanar eventuais dificuldades apresentadas na atividade anterior por alguns alunos, dar mais liberdade aos alunos que apresentam certa facilidade e promover mais discussões.

A seguir são apresentadas sugestões de roteiros experimentais – um para o experimento com o resistor e outro para o experimento com a lâmpada.

LABORATÓRIO DE FÍSICA	3º. ANO	PROF. XXXXXXXXXXXX
-----------------------	---------	--------------------

GRUPO DE TRABALHO

ALUNO:	No.	TURMA:
ALUNO:	No.	TURMA:
ALUNO:	No.	TURMA:

Título da Experiência: Lei de Ohm**Objetivos:**

Verificar experimentalmente a Lei de Ohm.

Competências e Habilidades a serem desenvolvidas:3.1 – De acordo com os PCNEM:

REPRESENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO

1. Símbolos, códigos e nomenclatura de ciência e tecnologia

1.1 Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas da física.

2. Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia

2.1 Ler e interpretar corretamente tabelas, gráficos, esquemas e diagramas apresentados em textos.

2.2 Construir sentenças ou esquemas para a resolução de problemas, construir tabelas e transformá-las em gráficos.

2.3 Compreender que tabelas, gráficos e expressões matemáticas podem ser diferentes formas de representação de uma mesma relação, com potencialidades e limitações próprias, para ser capaz de escolher e fazer uso da linguagem mais apropriada em cada situação, além de poder traduzir entre si os significados dessas linguagens.

3. Análise e interpretação de textos e outras comunicações de ciência e tecnologia.

3.1 Ler e interpretar informações apresentadas em diferentes linguagens e representações (técnicas).

INVESTIGAÇÃO E COMPREENSÃO

4. Interações, relações e funções; invariantes e transformações

4.1 Reconhecer a relação entre diferentes grandezas ou relações de causa-efeito para ser capaz de estabelecer previsões.

4.2 Reconhecer a conservação de determinadas grandezas, como massa, carga elétrica, corrente, etc., utilizando essa noção de conservação na análise de situações dadas.

5. Medidas, quantificações, grandezas e escalas

5.1 Compreender a necessidade de fazer uso de escalas apropriadas para ser capaz de construir gráficos ou representações.

3.2 – De acordo com as Matrizes de Referência do ENEM

H17 Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação, usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

Introdução Teórica

1.1 – Resistência elétrica

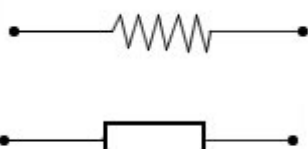
Para caracterizar a oposição que um dispositivo oferece à passagem da corrente elétrica através dele, define-se uma grandeza chamada resistência elétrica, R , do dispositivo, da seguinte maneira:

$$R = \frac{V}{i}$$

No SI, a unidade de diferença de potencial é o volt (V) e de intensidade de corrente elétrica é o ampère (A); portanto a unidade de resistência será $\frac{V}{A}$, que é denominada Ohm (Ω).

4.2 - Resistores

Resistores são componentes elétricos destinados, em geral, a limitar a intensidade da corrente elétrica. Dentro de determinadas especificações, os resistores têm o valor nominal de sua resistência elétrica bem determinado. Simbolicamente, o resistor pode ser representado nas formas indicadas abaixo:



(disponível em <<http://www.mundoeducacao.com/fisica/circuito-eletrico.htm>>, acesso em 16 jun.2014)

4.3– Resistores Ôhmicos

Consideremos um condutor (*) ao qual foi aplicada uma certa diferença de potencial (ou tensão) V . Como sabemos, essa diferença de potencial estabelecerá, no resistor, uma corrente. Variando o valor da diferença de potencial aplicada ao resistor, verificamos que a intensidade da corrente que passa por ele também se modifica. Por exemplo:

uma ddp V_1 provoca uma intensidade de corrente i_1 ,

uma ddp V_2 provoca uma intensidade de corrente i_2 ,

uma ddp V_3 provoca uma intensidade de corrente i_3 .

O cientista alemão Georg Ohm realizou várias experiências, medindo estas diferenças de potencial (e as intensidades das correntes correspondentes) quando aplicadas em diversos condutores. Verificou então que, para muitos materiais, principalmente os metais, a relação entre a diferença de potencial e a intensidade da corrente mantinha-se constante, isto é:

$$\frac{V_1}{i_1} = \frac{V_2}{i_2} = \frac{V_3}{i_3} = \dots,$$

Ou seja,

$$\frac{V}{i} = \text{constante}$$

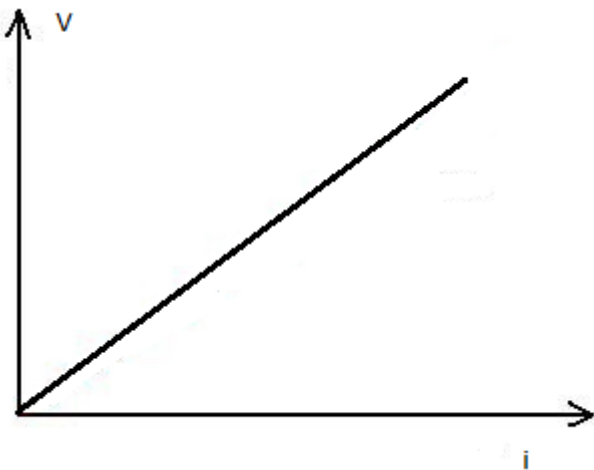
Mas, $\frac{V}{i}$ representa o valor da resistência R do condutor. Então Ohm concluiu que para aqueles condutores tinha-se **$R = \text{constante}$** .

Esse resultado é conhecido como lei de Ohm.

Obs.: (*) Neste caso o condutor tem resistência que não pode ser desprezada e, portanto, comporta-se como resistor.

4.4 – O gráfico $V \times i$

O gráfico $V \times i$ permite saber de forma prática e imediata quando um resistor (ou qualquer outro dispositivo que exerça esse papel) tem resistência elétrica constante. Isto porque, se a resistência R do resistor for constante, a lei de Ohm é válida e o gráfico $V \times i$ é uma reta, cujo coeficiente angular é o valor da resistência elétrica desse resistor. Veja a figura:



Material utilizado

- Resistor
- 4 pilhas ou baterias idênticas
- 2 multímetros (ou 1 amperímetro, 1 voltímetro e 1 ohmímetro)
- Pedacos de fios para fazer as ligações

Procedimento

1. Utilizando uma folha em branco, faça um esboço do circuito que você irá montar.
2. Monte o circuito, utilizando uma pilha, o resistor, os pedaços de fios, conectando também o voltímetro e o amperímetro para fazer as respectivas leituras de diferença de potencial e intensidade de corrente. **Antes de fechar o circuito, verifique se você ligou corretamente o amperímetro e o voltímetro.** Anote os resultados na tabela abaixo COM AS RESPECTIVAS UNIDADES.
3. Repita os procedimentos 1 e 2, com duas, três e quatro pilhas (ou baterias).
4. Retire o resistor do circuito e utilizando o multímetro na função ohmímetro meça a resistência do resistor.

Dados obtidos

Tabela 1 – Medida da corrente que passa pelo circuito quando submetido a diferentes tensões.

Tensão (V)	Intensidade da corrente (A, mA ou μ A)

Tabela 2 – Valores do resistor (nominal e medida direta)

Valor nominal do resistor (em Ω ou $k\Omega$ – verifique a conveniência de uma ou outra unidade)	Anote aqui o padrão de cores:				Valor mínimo: _____
	1ª. cor	2ª. cor	3ª. cor	4ª. cor	
ANOTE AQUI →					Valor máximo: _____

Valor medido diretamente (em Ω)		
--	--	--

Análise

1. Com os dados da tabela 1, faça um gráfico **Tensão (V) x Intensidade da Corrente (A)**. Coloque **tensão** no eixo das ordenadas e **intensidade da corrente** no eixo das abscissas.

Atenção → Apresente o seu gráfico em folha de papel milimetrado.

2. Determine o valor da resistência do resistor, através do gráfico.
3. Compare o valor da resistência do resistor calculada através do experimento com o seu valor nominal e com o valor obtido através da medida direta (feita com o ohmímetro).

Conclusão

1. Ao esboçar o gráfico $V \times i$, o que você obteve? [Descreva a forma do gráfico.]
2. Então, o resistor que você utilizou na experiência obedece à Lei de Ohm. Explique!
3. O valor obtido para a resistência através do experimento se aproximou dos valores nominal e medido diretamente? Comente sobre a validade dos resultados do seu experimento.

BIBLIOGRAFIA

O texto da introdução teórica foi adaptado de:

ALVARENGA, B.; MÁXIMO, A. **Curso de Física**. V. 3. São Paulo: Scipione, 2010, p. 112, 120, 121.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. V. 3 – Eletromagnetismo e Física Moderna. São Paulo: Ática, 2010, p. 122, 123, 126.

Entregue a folha de respostas ao professor. Nela deverão constar TODAS as anotações pedidas, bem como as respostas às questões formuladas.

LABORATÓRIO DE FÍSICA	3º. ANO	PROF. JOSÉ CARLOS DOS SANTOS
-----------------------	---------	------------------------------

GRUPO DE TRABALHO

ALUNO:	No.	TURMA:
ALUNO:	No.	TURMA:
ALUNO:	No.	TURMA:

FOLHA DE RESPOSTA

I. Título da experiência: Lei de Ohm

VII. Dados obtidos

Tabela 1 – Medida da corrente que passa pelo circuito quando submetido a diferentes tensões.

Tensão (V)	Intensidade da corrente (A, mA ou μ A)

Valor nominal do resistor (em Ω ou k Ω – verifique a conveniência de uma ou outra unidade)	Anote aqui o padrão de cores:				Valor mínimo: _____
	1ª. cor	2ª. cor	3ª. cor	4ª. cor	
ANOTE AQUI →					Valor máximo: _____

Valor medido diretamente (em Ω)		
---	--	--

VIII. Análise

1. Anexar folha do gráfico.

2. Apresentar na folha do gráfico.

Questão 3

IV. Conclusões

Questão 1

Questão 2

Questão 3

LABORATÓRIO DE FÍSICA	3º. ANO	PROF. JOSÉ CARLOS DOS SANTOS
-----------------------	---------	------------------------------

GRUPO DE TRABALHO

ALUNO:	No.	TURMA:
ALUNO:	No.	TURMA:
ALUNO:	No.	TURMA:

I. Título da Experiência: Lei de Ohm**II. Objetivos:**

Identificar dispositivos que não seguem a Lei de Ohm.

III. Competências e Habilidades a serem desenvolvidas:3.1 – De acordo com os PCNEM:

REPRESENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO

1. Símbolos, códigos e nomenclatura de ciência e tecnologia

1.1 Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas da física.

2. Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia

2.1 Ler e interpretar corretamente tabelas, gráficos, esquemas e diagramas apresentados em textos.

2.2 Construir sentenças ou esquemas para a resolução de problemas, construir tabelas e transformá-las em gráficos.

2.3 Compreender que tabelas, gráficos e expressões matemáticas podem ser diferentes formas de representação de uma mesma relação, com potencialidades e limitações próprias, para ser capaz de escolher e fazer uso da linguagem mais apropriada em cada situação, além de poder traduzir entre si os significados dessas linguagens.

3. Análise e interpretação de textos e outras comunicações de ciência e tecnologia.

- 3.1 Ler e interpretar informações apresentadas em diferentes linguagens e representações (técnicas).

INVESTIGAÇÃO E COMPREENSÃO

4. Interações, relações e funções; invariantes e transformações

- 4.1 Reconhecer a relação entre diferentes grandezas ou relações de causa-efeito para ser capaz de estabelecer previsões.
- 4.2 Reconhecer a conservação de determinadas grandezas, como massa, carga elétrica, corrente, etc., utilizando essa noção de conservação na análise de situações dadas.

5. Medidas, quantificações, grandezas e escalas

- 5.1 Compreender a necessidade de fazer uso de escalas apropriadas para ser capaz de construir gráficos ou representações.

3.2 – De acordo com as Matrizes de Referência do ENEM

H17 Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação, usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

IV. Introdução Teórica

4.1 – Resistência elétrica

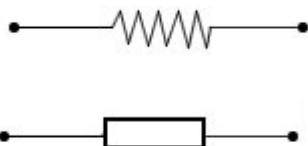
Para caracterizar a oposição que um dispositivo oferece à passagem da corrente elétrica através dele, define-se uma grandeza chamada resistência elétrica, R , do dispositivo, da seguinte maneira:

$$R = \frac{V}{i}$$

No SI, a unidade de diferença de potencial é o volt (V) e de intensidade de corrente elétrica é o ampère (A); portanto a unidade de resistência será $\frac{V}{A}$, que é denominada Ohm (Ω).

4.2 - Resistores

Resistores são componentes elétricos destinados, em geral, a limitar a intensidade da corrente elétrica. Dentro de determinadas especificações, os resistores têm o valor nominal de sua resistência elétrica bem determinado. Simbolicamente, o resistor pode ser representado nas formas indicadas abaixo:



(disponível em <<http://www.mundoeducacao.com/fisica/circuito-eletrico.htm>>, acesso em 16 jun.2014)

4.3– Resistores Ôhmicos

Consideremos um condutor (*) ao qual foi aplicada uma certa diferença de potencial (ou tensão) V . Como sabemos, essa diferença de potencial estabelecerá, no resistor, uma corrente. Variando o valor da diferença de potencial aplicada ao resistor, verificamos que a intensidade da corrente que passa por ele também se modifica. Por exemplo:

uma ddp V_1 provoca uma intensidade de corrente i_1 ,
 uma ddp V_2 provoca uma intensidade de corrente i_2 ,
 uma ddp V_3 provoca uma intensidade de corrente i_3 .

O cientista alemão Georg Ohm realizou várias experiências, medindo estas diferenças de potencial (e as intensidades das correntes correspondentes) quando aplicadas em diversos condutores. Verificou então que, para muitos materiais, principalmente os metais, a relação entre a diferença de potencial e a intensidade da corrente mantinha-se constante, isto é:

$$\frac{V_1}{i_1} = \frac{V_2}{i_2} = \frac{V_3}{i_3} = \dots,$$

Ou seja,

$$\frac{V}{i} = \text{constante}$$

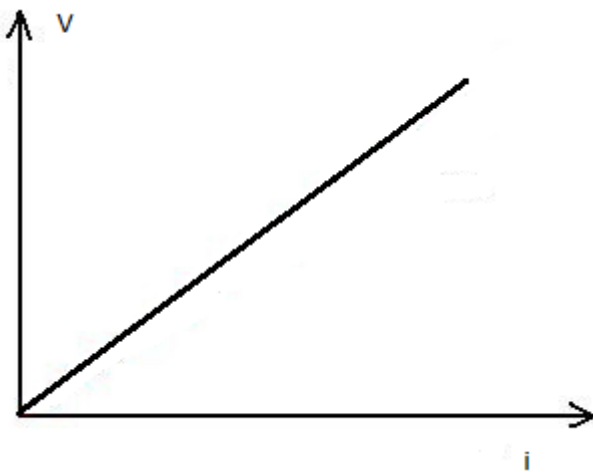
Mas, $\frac{V}{i}$ representa o valor da resistência R do condutor. Então Ohm concluiu que para aqueles condutores tinha-se **$R = \text{constante}$** .

Esse resultado é conhecido como lei de Ohm.

Obs.: (*) Neste caso o condutor tem resistência que não pode ser desprezada e, portanto, comporta-se como resistor.

4.4 – O gráfico $V \times i$

O gráfico $V \times i$ permite saber de forma prática e imediata quando um resistor (ou qualquer outro dispositivo que exerça esse papel) tem resistência elétrica constante. Isto porque, se a resistência R do resistor for constante, a lei de Ohm é válida e o gráfico $V \times i$ é uma reta, cujo coeficiente angular é o valor da resistência elétrica desse resistor. Veja a figura:



V. Material utilizado

- Lâmpada incandescente
- 4 pilhas ou baterias idênticas
- 2 multímetros (ou 1 amperímetro + 1 voltímetro)
- Pedacos de fios para fazer as ligações

VI. Procedimento

1. Utilizando uma folha em branco, faça um esboço do circuito que você irá montar.
2. Monte o circuito, utilizando uma pilha, a lâmpada, os pedaços de fios, conectando também o voltímetro e o amperímetro para fazer as respectivas leituras de diferença de potencial e intensidade de corrente. **Antes de fechar o circuito, verifique se você ligou corretamente o amperímetro e o voltímetro.** Anote os resultados na tabela abaixo COM AS RESPECTIVAS UNIDADES.

3. Repita os procedimentos 1 e 2, com duas, três e quatro pilhas (ou baterias).

VII. Dados obtidos

Tabela 1 – Medida da corrente que passa pelo circuito quando submetido a diferentes tensões.

Tensão (V)	Intensidade da corrente (A, mA ou μ A)

VIII. Análise

1. Com os dados da tabela 1, faça um gráfico **Tensão (V) x Intensidade da Corrente (A)**.

Coloque **tensão** no eixo das ordenadas e **intensidade da corrente** no eixo das abscissas.

Atenção → Apresente o seu gráfico em folha de papel milimetrado.

2. Calcule a resistência da lâmpada para cada dado da tabela.

IX. Conclusão

1. Ao esboçar o gráfico $V \times i$, o que você obteve?

2. Então, a lâmpada que você utilizou na experiência obedece à Lei de Ohm. Explique!

3. O que ocorre com a resistência da lâmpada quando aumentamos a tensão? Justifique esse resultado!

X. BIBLIOGRAFIA

O texto da introdução teórica foi adaptado de:

ALVARENGA, B.; MÁXIMO, A. **Curso de Física**. V. 3. São Paulo: Scipione, 2010, p. 112, 120, 121.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. V. 3 – Eletromagnetismo e Física Moderna. São Paulo: Ática, 2010, p. 122, 123, 126.

Entregue a folha de respostas ao professor. Nela deverão constar TODAS as anotações pedidas, bem como as respostas às questões formuladas.

LABORATÓRIO DE FÍSICA	3º. ANO	PROF. JOSÉ CARLOS DOS SANTOS
-----------------------	---------	------------------------------

GRUPO DE TRABALHO

ALUNO:	No.	TURMA:
ALUNO:	No.	TURMA:
ALUNO:	No.	TURMA:

FOLHA DE RESPOSTA

I. Título da Experiência: Lei de Ohm**VII. Dados obtidos**

Tabela 1 – Medida da intensidade da corrente que passa pelo circuito quando submetido a diferentes tensões.

Tensão (V)	Intensidade da corrente (A, mA ou μ A)

VIII. Análise**1. Anexar folha do gráfico.**

Questão 2

Tabela 2 – Tensão, Intensidade da Corrente e Resistência para uma lâmpada

Tensão (V)	Intensidade da corrente (A, mA ou μ A)	Resistência (Ω)

IV. Conclusões

Questão 1

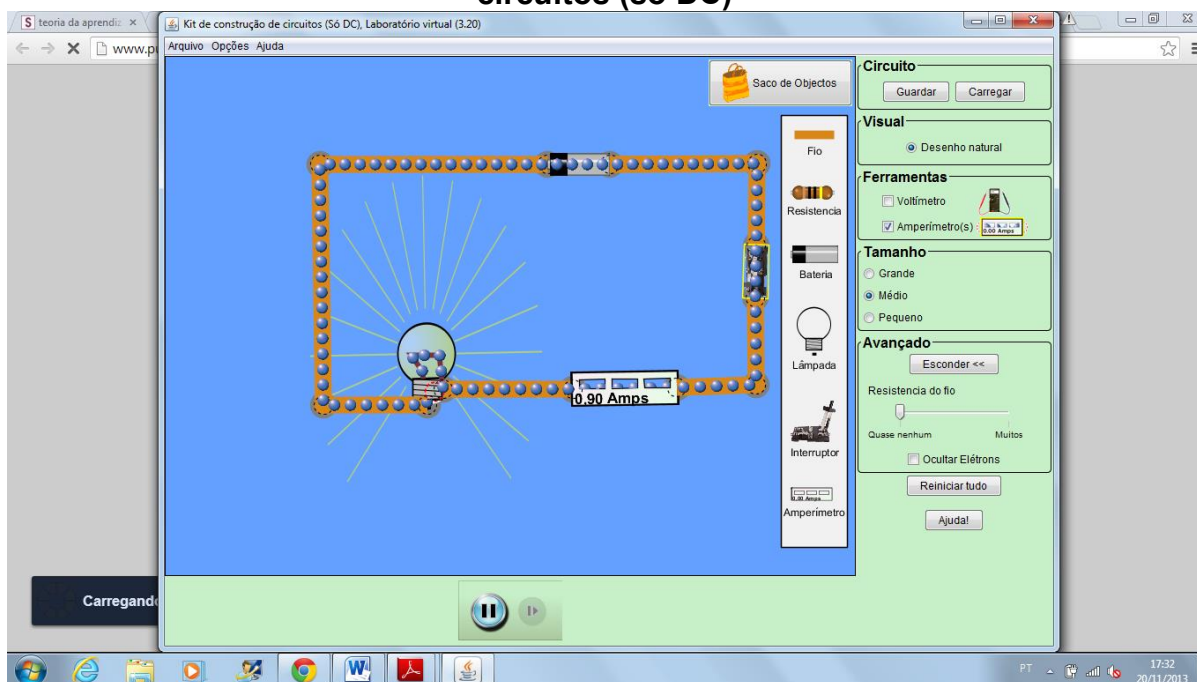
Questão 2

Questão 3

Para os experimentos utilizando simulações computacionais, seguem algumas recomendações:

- 1) A montagem do circuito elétrico com a opção de se mostrar os elétrons (que é a previamente configurada toda vez que se abre o programa e é mostrada na figura 5) é interessante, pois permite ao professor explicar aos alunos que os elétrons são movidos quase que instantaneamente em todo o circuito (dada a propagação do campo elétrico, próxima a velocidade da luz no vácuo, quando se fecha o circuito), mas que a sua velocidade de movimento no condutor é muito baixa (esta velocidade é chamada de velocidade de arrastamento dos elétrons). Uma explicação detalhada sobre esse assunto é mostrada em Gaspar (2010)⁵⁷.

Figura 5 – Página da simulação do *PhET* denominada “kit de construção de circuitos (só DC)”



Fonte: UNIVERSIDADE DO COLORADO, 2013.

- 2) Apesar da vantagem anteriormente descrita, o professor precisa esclarecer aos alunos que, quando o circuito está aberto, os elétrons não se comportam exatamente como mostrado pelo *software* (os elétrons ficam todos em repouso, mas na realidade, eles têm movimento desordenado).

⁵⁷ Esta obra foi aprovada no PNLD 2012/2013/2014.

- 3) Alerta também aos alunos que o sentido da corrente convencional é contrário ao do movimento dos elétrons mostrado pela simulação.
- 4) No lado direito da tela há a opção de se mostrar o circuito com elementos reais ou esquematicamente. É interessante que o professor mostre aos alunos como fica o desenho esquemático do circuito após a sua montagem, o que facilitará o entendimento do mesmo pelos alunos, quando encontrarem essa representação em textos didáticos e científicos.
- 5) Recomenda-se que os valores utilizados para os resistores sejam diferentes para cada grupo, mas este ajuste deverá ser feito pelos alunos (com a orientação do professor), já com o resistor na tela de trabalho aberta. Esta alteração pode ser feita seguindo-se os seguintes passos: já com o resistor na tela de trabalho, posicionar o cursor em cima do resistor e clicar com o lado direito do mouse. Será aberta uma janela, na qual deverá ser clicada a opção “mudar resistência”. O valor pode ser mudado utilizando-se a escala gráfica ou digitando-se o próprio valor no espaço destinado para tal.
- 6) Ao se deletar o resistor da tela de trabalho, todas as configurações voltam ao padrão.
- 7) Quando do preenchimento das tabelas com os dados coletados, chame a atenção dos alunos para indicar a unidade correta que está sendo utilizada.
- 8) A folha de respostas organiza melhor as anotações dos alunos e facilita a correção pelo professor.

A seguir é apresentada uma sugestão de roteiro experimental para esta atividade.

LABORATÓRIO VIRTUAL DE FÍSICA	3º. ANO	PROF. JOSÉ CARLOS DOS SANTOS
----------------------------------	---------	------------------------------

I. Título da Experiência: Lei de Ohm**II. Objetivos:**

Verificar experimentalmente a Lei de Ohm.

III. Competências e Habilidades a serem desenvolvidas:**3.1 – De acordo com os PCNEM:****REPRESENTAÇÃO E COMUNICAÇÃO****1. Símbolos, códigos e nomenclatura de ciência e tecnologia**

1.1 Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas da física.

2. Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia

2.1 Ler e interpretar corretamente tabelas, gráficos, esquemas e diagramas apresentados em textos.

2.2 Construir sentenças ou esquemas para a resolução de problemas, construir tabelas e transformá-las em gráficos.

2.3 Compreender que tabelas, gráficos e expressões matemáticas podem ser diferentes formas de representação de uma mesma relação, com potencialidades e limitações próprias, para ser capaz de escolher e fazer uso da linguagem mais apropriada em cada situação, além de poder traduzir entre si os significados dessas linguagens.

3. Análise e interpretação de textos e outras comunicações de ciência e tecnologia.

3.1 Ler e interpretar informações apresentadas em diferentes linguagens e representações (técnicas).

INVESTIGAÇÃO E COMPREENSÃO

4. Interações, relações e funções; invariantes e transformações

4.1 Reconhecer a relação entre diferentes grandezas ou relações de causa-efeito para ser capaz de estabelecer previsões.

4.2 Reconhecer a conservação de determinadas grandezas, como massa, carga elétrica, corrente, etc., utilizando essa noção de conservação na análise de situações dadas.

5. Medidas, quantificações, grandezas e escalas

5.1 Compreender a necessidade de fazer uso de escalas apropriadas para ser capaz de construir gráficos ou representações.

3.2 – De acordo com as Matrizes de Referência do ENEM

H17 Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação, usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

IV. Introdução Teórica

4.2 – Resistência elétrica

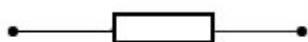
Para caracterizar a oposição que um dispositivo oferece à passagem da corrente elétrica através dele, define-se uma grandeza chamada resistência elétrica, R , do dispositivo, da seguinte maneira:

$$R = \frac{V}{i}$$

No SI, a unidade de diferença de potencial é o volt (V) e de intensidade de corrente elétrica é o ampère (A); portanto a unidade de resistência será $\frac{V}{A}$, que é denominada Ohm (Ω).

4.2 - Resistores

Resistores são componentes elétricos destinados, em geral, a limitar a intensidade da corrente elétrica. Dentro de determinadas especificações, os resistores têm o valor nominal de sua resistência elétrica bem determinado. Simbolicamente, o resistor pode ser representado nas formas indicadas abaixo:



(disponível em <<http://www.mundoeducacao.com/fisica/circuito-eletrico.htm>>, acesso em 16 jun.2014)

4.3 – Resistores Ôhmicos

Consideremos um condutor (*) ao qual foi aplicada uma certa diferença de potencial (ou tensão) V . Como sabemos, essa diferença de potencial estabelecerá, no resistor, uma corrente. Variando o valor da diferença de potencial aplicada ao resistor, verificamos que a intensidade da corrente que passa por ele também se modifica. Por exemplo:

uma ddp V_1 provoca uma intensidade de corrente i_1 ,

uma ddp V_2 provoca uma intensidade de corrente i_2 ,

uma ddp V_3 provoca uma intensidade de corrente i_3 .

O cientista alemão Georg Ohm realizou várias experiências, medindo estas diferenças de potencial (e as intensidades das correntes correspondentes) quando aplicadas em diversos condutores. Verificou então que, para muitos materiais, principalmente os metais, a relação entre a diferença de potencial e a intensidade da corrente mantinha-se constante, isto é:

$$\frac{V_1}{i_1} = \frac{V_2}{i_2} = \frac{V_3}{i_3} = \dots,$$

Ou seja,

$$\frac{V}{i} = \text{constante}$$

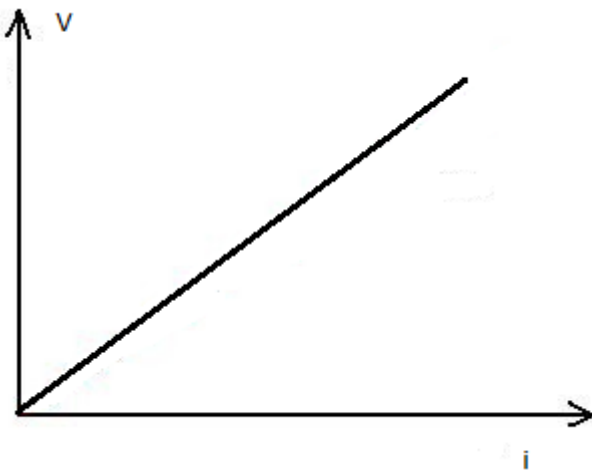
Mas, $\frac{V}{i}$ representa o valor da resistência R do condutor. Então Ohm concluiu que para aqueles condutores tinha-se **R = constante.**

Esse resultado é conhecido como lei de Ohm.

Obs.: (*) Neste caso o condutor tem resistência que não pode ser desprezada e, portanto, comporta-se como resistor.

4.4 – O gráfico V x i

O gráfico V x i permite saber de forma prática e imediata quando um resistor (ou qualquer outro dispositivo que exerça esse papel) tem resistência elétrica constante. Isto porque, se a resistência R do resistor for constante, a lei de Ohm é válida e o gráfico V x i é uma reta, cujo coeficiente angular é o valor da resistência elétrica desse resistor. Veja a figura:



V. Material utilizado

- Resistor
- 4 pilhas ou baterias idênticas
- Amperímetro
- Voltímetro
- Pedacos de fios para fazer as ligações

VI. Procedimento

1. Abra o programa kit de construção de circuito (AC+DC), Laboratório Virtual, do pHET.
2. Utilizando uma folha em branco, faça um esboço do circuito que você irá montar.
3. Coloque na sua tela de trabalho uma bateria, o resistor , amperímetro e voltímetro. .
Fique atento para a correta colocação do amperímetro e do voltímetro no circuito. Para colocar na tela de trabalho, clique em cima do dispositivo/componente escolhido e arraste-o até a posição desejada.
4. Faça as ligações com os fios.
5. Verifique a corrente que passa pelo resistor, bem como a tensão a que está submetido o mesmo.
6. Repita os procedimentos de 3 a 5, com duas, três e quatro pilhas (ou baterias). Anote seus dados na tabela abaixo.

VII. Dados obtidos

Tabela 1 – Medida da corrente que passa pelo circuito quando submetido a diferentes tensões.

Tensão (V)	Corrente (A)

VIII. Análise

1. Com os dados da tabela 1, faça um gráfico **Tensão (V) x Corrente (A)**. Coloque **tensão** no eixo das ordenadas e **corrente** no eixo das abscissas.

Atenção → Apresente o seu gráfico em folha de papel milimetrado ou plote o gráfico com um *software* (por exemplo, Excel), e imprima.

2. Determine o valor da resistência do resistor.

IX. Conclusão

- 1) Ao esboçar o gráfico $V \times i$, o que você obteve?
- 2) Então, o resistor que você utilizou na experiência obedece à Lei de Ohm. Explique!

X. BIBLIOGRAFIA

O texto da introdução teórica foi adaptado de:

ALVARENGA, B.; MÁXIMO, A. **Curso de Física**. V. 3. São Paulo: Scipione, 2010, p. 112, 120, 121.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. V. 3 – Eletromagnetismo e Física Moderna. São Paulo: Ática, 2010, p. 122, 123, 126.

Entregue a folha de respostas ao professor. Nela deverão constar TODAS as anotações pedidas, bem como as respostas às questões formuladas.

LABORATÓRIO VIRTUAL DE FÍSICA	3º. ANO	PROF. JOSÉ CARLOS DOS SANTOS
----------------------------------	---------	------------------------------

GRUPO DE TRABALHO

ALUNO:	No.	TURMA:
ALUNO:	No.	TURMA:

FOLHA DE RESPOSTA

VII. Dados obtidos

Tabela 1 – Medida da corrente que passa pelo circuito quando submetido a diferentes tensões.

Tensão (V)	Corrente (A)

VIII. Análise (Anexar gráfico a esta folha)

Questão 1 → Anexar a folha do gráfico.
Questão 2 → Responder na folha do gráfico.

IX. Conclusões

Questão 1

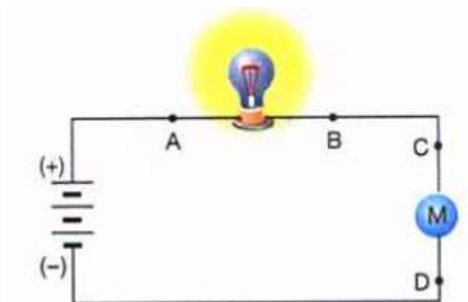
Questão 2

APÊNDICE B – Pré-teste (inclui questionário de caracterização)

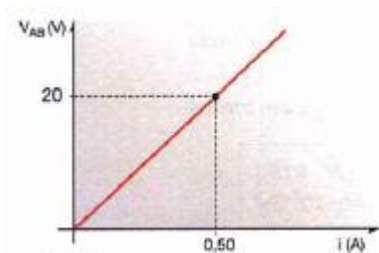
NOME: _____ TURMA: _____

QUESTÕES

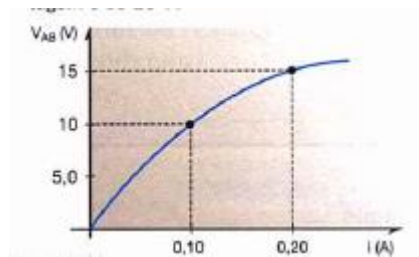
1. Uma lâmpada e um motor elétrico foram ligados a uma bateria, originando o circuito mostrado na figura deste exercício. Indique, na figura, o sentido da corrente no circuito e responda:



- a) O sentido da corrente na lâmpada é de A para B ou de B para A ?
 b) O sentido da corrente no motor é de C para D ou de D para C ?
 c) E qual é o sentido da corrente no interior da bateria ?
2. Sabendo-se que, na questão anterior, a intensidade da corrente que passa pela secção A do fio é de 1,2 A, diga qual é a intensidade da corrente:
- a) que passa por B;
 b) que passa através do motor;
 c) que passa no interior da bateria.
3. Considerando ainda o circuito da questão 1, dizer se cada uma das frases seguintes está certa ou errada:
- I. O motor M está consumindo corrente elétrica.
 Certo Errado
- II. O motor M está recebendo energia da corrente elétrica.
 Certo Errado
4. A figura deste exercício mostra o gráfico $V_{AB} \times i$ para um certo resistor:



- a) Este resistor é ôhmico ?
 b) Qual é o valor de sua resistência quando submetido a uma voltagem de 20 V ?
5. Considerando o resistor do exercício anterior, responda:
 a) Duplicando-se a voltagem nele aplicada, o que ocorre com o valor da corrente que passa no resistor ?
 b) Duplicando-se a voltagem nele aplicada, o que ocorre com o valor de sua resistência ?
 c) Qual a voltagem que deve ser aplicada no resistor para que ele seja percorrido por uma corrente de 2,0 A ?
6. Para um certo resistor, obtivemos o gráfico $V_{AB} \times i$ mostrado na figura deste exercício.



- a) Este resistor é ôhmico ? Por quê ?
 b) Qual é o valor de sua resistência quando submetido a uma voltagem de 10 V ?
 c) E qual é o valor de sua resistência quando a voltagem é de 15 V ?
7. A tabela mostra o valor da diferença de potencial V a que um resistor é submetido e a correspondente intensidade da corrente elétrica que o atravessa:

V (V)	i (A)
10	4,0
15	6,0
20	8,0
25	9,0

- a) Qual o valor da resistência elétrica desse resistor em cada caso ?
 b) Esse resistor é ôhmico ? Explique.
8. Em um laboratório você dispõe de um resistor de resistência e características desconhecidas, pilhas, fios para ligação, um amperímetro e um voltímetro. Proponha a construção de um experimento, para que você possa determinar o valor da resistência deste resistor, ainda esclarecendo se ele é ôhmico ou não.
 Na montagem do seu experimento deverão constar:
 I. Esquematização do circuito elétrico, indicando quais os aparelhos utilizados e suas ligações.
 II. O procedimento que você utilizaria.
 III. A discussão de possíveis resultados que você poderá encontrar.

RESPONDA ÀS QUESTÕES ABAIXO:

1. Você já viu este assunto em algum outro curso?

Sim Não

Se afirmativo onde você já viu este assunto?

2. Você faz / fez algum curso técnico ?

Sim, e vou completar este ano.

Sim e já terminei.

Sim, comecei mas parei o curso.

Não, não fiz nenhum curso técnico.

Se afirmativo, qual curso e onde ?

3. Você faz / fez algum curso profissionalizante (ex: Senai) ?

Sim, completo.

Sim, incompleto.

Não.

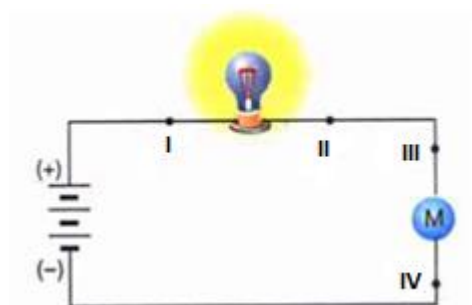
Se afirmativo, qual curso e onde?

APÊNDICE C – Avaliação após aula teórica – tipo dissertativa - versão 1 (pós-teste)

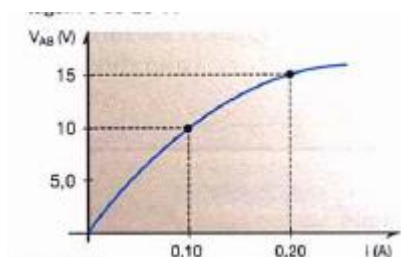
NOME: _____ TURMA: _____

QUESTÕES

1. Uma lâmpada e um motor elétrico foram ligados a uma bateria, originando o circuito mostrado na figura deste exercício. Indique, na figura, o sentido da corrente no circuito e responda:



- a) O sentido da corrente na lâmpada é de I para II ou de II para I ?
 - b) O sentido da corrente no motor é de III para IV ou de IV para III ?
 - c) E qual é o sentido da corrente no interior da bateria ?
2. Sabendo-se que, na questão anterior, a intensidade da corrente que passa pela secção I do fio é de 1,5 A, diga qual é a intensidade da corrente:
- a) Que passa por II.
 - b) Que passa através do motor.
 - c) Que passa no interior da bateria.
3. Considerando ainda o circuito da questão 1, dizer se cada uma das frases seguintes está certa ou errada:
- I. A lâmpada está recebendo energia da corrente elétrica.
() Certo () Errado
 - II. A lâmpada está consumindo corrente elétrica.
() Certo () Errado
4. Para um certo resistor, obtivemos o gráfico $V_{AB} \times i$ mostrado na figura deste exercício.

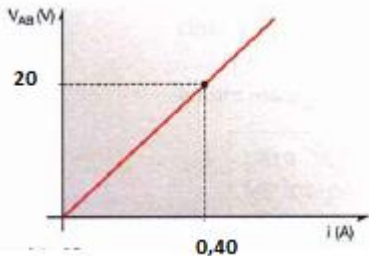


- a) Este resistor é ôhmico ? Por quê ?
 b) Qual é o valor de sua resistência quando submetido a uma voltagem de 10 V ?
 c) E qual é o valor de sua resistência quando a voltagem é de 15 V ?
5. A tabela mostra o valor da diferença de potencial V a que um resistor é submetido e a correspondente intensidade da corrente elétrica que o atravessa

V (V)	i (A)
12	4,0
18	6,0
24	8,0
30	9,0

- a) Qual o valor da resistência elétrica desse resistor em cada caso ?
 b) Esse resistor é ôhmico ? Explique.

6. A figura deste exercício mostra o gráfico $V_{AB} \times i$ para um certo resistor:



- a) Este resistor é ôhmico ?
 b) Qual é o valor de sua resistência quando submetido a uma voltagem de 20 V ?
7. Considerando o resistor do exercício anterior, responda:
 a) Duplicando-se a voltagem nele aplicada, o que ocorre com o valor da corrente que passa no resistor ?
 b) Duplicando-se a voltagem nele aplicada, o que ocorre com o valor de sua resistência ?
 c) Qual a voltagem que deve ser aplicada no resistor para que ele seja percorrido por uma corrente de 2,0 A ?

8. Em um laboratório você dispõe de um resistor de resistência e características desconhecidas, pilhas, fios para ligação, um amperímetro e um voltímetro. Proponha a construção de um experimento, para que você possa determinar o valor da resistência deste resistor, ainda esclarecendo se ele é ôhmico ou não.

Na montagem do seu experimento deverão constar:

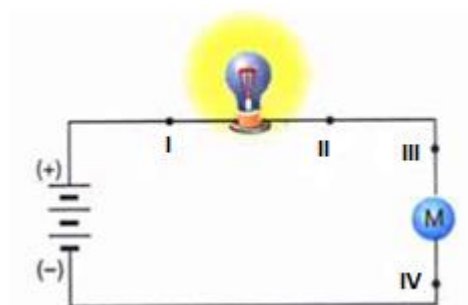
- I. Esquematização do circuito elétrico, indicando quais os aparelhos utilizados e suas ligações.
- II. O procedimento que você utilizaria.
- III. A discussão de possíveis resultados que você poderá encontrar.

APÊNDICE D – Avaliação após aula teórica – tipo dissertativa – versão 2 (pós-teste)

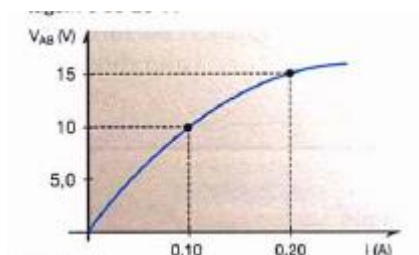
NOME: _____ TURMA: _____

QUESTÕES

1. Uma lâmpada e um motor elétrico foram ligados a uma bateria, originando o circuito mostrado na figura deste exercício. Indique, na figura, o sentido da corrente no circuito e responda:



- a) O sentido da corrente na lâmpada é de I para II ou de II para I ?
 - b) O sentido da corrente no motor é de III para IV ou de IV para III ?
 - c) E qual é o sentido da corrente no interior da bateria ?
2. Sabendo-se que, na questão anterior, a intensidade da corrente que passa pela secção I do fio é de 1,5 A, diga qual é a intensidade da corrente:
- a) Que passa por II.
 - b) Que passa através do motor.
 - c) Que passa no interior da bateria.
3. Considerando ainda o circuito da questão 1, dizer se cada uma das frases seguintes está certa ou errada:
- I. A lâmpada está recebendo energia da corrente elétrica.
() Certo () Errado
 - II. A lâmpada está consumindo corrente elétrica.
() Certo () Errado.
4. Para um certo resistor, obtivemos o gráfico $V_{AB} \times i$ mostrado na figura deste exercício.

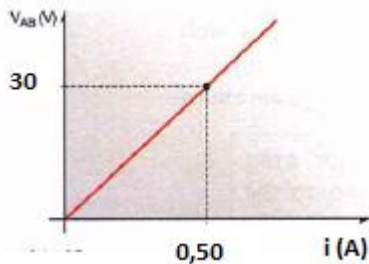


- a) Este resistor é ôhmico ? Por quê ?
 b) Qual é o valor de sua resistência quando submetido a uma voltagem de 10 V ?
 c) E qual é o valor de sua resistência quando a voltagem é de 15 V ?
 5. A tabela mostra o valor da diferença de potencial V a que um resistor é submetido e a correspondente intensidade da corrente elétrica que o atravessa:

V (V)	i (A)
6,0	4,0
9,0	6,0
12	8,0
15	9,0

- a) Qual o valor da resistência elétrica desse resistor em cada caso ?
 b) Esse resistor é ôhmico ? Explique.

6. A figura deste exercício mostra o gráfico $V_{AB} \times i$ para um certo resistor:



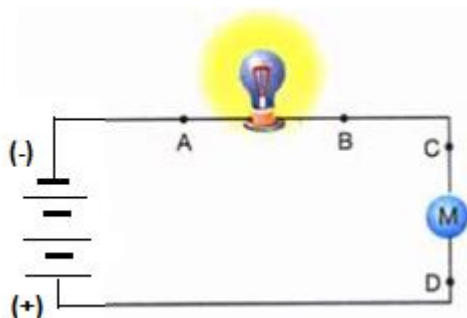
- a) Este resistor é ôhmico ?
 b) Qual é o valor de sua resistência quando submetido a uma voltagem de 30 V ?
7. Considerando o resistor do exercício anterior, responda:
 a) Duplicando-se a voltagem nele aplicada, o que ocorre com o valor da corrente que passa no resistor ?
 b) Duplicando-se a voltagem nele aplicada, o que ocorre com o valor de sua resistência ?
 c) Qual a voltagem que deve ser aplicada no resistor para que ele seja percorrido por uma corrente de 2,0 A ?
8. Em um laboratório você dispõe de um resistor de resistência e características desconhecidas, pilhas, fios para ligação, um amperímetro e um voltímetro. Proponha a construção de um experimento, para que você possa determinar o valor da resistência deste resistor, ainda esclarecendo se ele é ôhmico ou não.
 Na montagem do seu experimento deverão constar:
- I. Esquematização do circuito elétrico, indicando quais os aparelhos utilizados e suas ligações.
 - II. O procedimento que você utilizaria.
 - III. A discussão de possíveis resultados que você poderá encontrar.

APÊNDICE E – Avaliação após aula experimental – tipo dissertativa - (pós-teste)

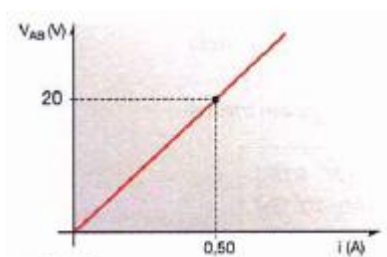
NOME: _____ TURMA: _____

QUESTÕES

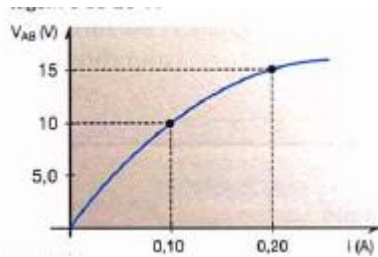
1. Uma lâmpada e um motor elétrico foram ligados a uma bateria, originando o circuito mostrado na figura deste exercício. Indique, na figura, o sentido da corrente no circuito e responda:



- O sentido da corrente na lâmpada é de A para B ou de B para A ?
 - O sentido da corrente no motor é de C para D ou de D para C ?
 - E qual é o sentido da corrente no interior da bateria ?
2. Sabendo-se que, na questão anterior, a intensidade da corrente que passa pela secção A do fio é de 0,90 A, diga qual é a intensidade da corrente:
- Que passa por B.
 - Que passa através do motor.
 - Que passa no interior da bateria.
3. Considerando ainda o circuito da questão 1, dizer se cada uma das frases seguintes está certa ou errada:
- O motor M está consumindo corrente elétrica.
() Certo () Errado
 - O motor M está recebendo energia da corrente elétrica.
() Certo () Errado
4. A figura deste exercício mostra o gráfico $V_{AB} \times i$ para um certo resistor:



- a) Este resistor é ôhmico ?
 b) Qual é o valor de sua resistência quando submetido a uma voltagem de 20 V ?
5. Considerando o resistor do exercício anterior, responda:
 a) Duplicando-se a voltagem nele aplicada, o que ocorre com o valor da corrente que passa no resistor ?
 b) Duplicando-se a voltagem nele aplicada, o que ocorre com o valor de sua resistência ?
 c) Qual a voltagem que deve ser aplicada no resistor para que ele seja percorrido por uma corrente de 2,0 A ?
6. Para um certo resistor, obtivemos o gráfico $V_{AB} \times i$ mostrado na figura deste exercício.



- a) Este resistor é ôhmico ? Por quê ?
 b) Qual é o valor de sua resistência quando submetido a uma voltagem de 10 V ?
 c) E qual é o valor de sua resistência quando a voltagem é de 15 V ?
7. A tabela mostra o valor da diferença de potencial V a que um resistor é submetido e a correspondente intensidade da corrente elétrica que o atravessa:
- | V (V) | i (A) |
|---------|---------|
| 10 | 4,0 |
| 15 | 6,0 |
| 20 | 8,0 |
| 25 | 9,0 |
- a) Qual o valor da resistência elétrica desse resistor em cada caso ?
 b) Esse resistor é ôhmico ? Explique.
8. Em um laboratório você dispõe de um resistor de resistência e características desconhecidas, pilhas, fios para ligação, um amperímetro e um voltímetro. Proponha a construção de um experimento, para que você possa determinar o valor da resistência deste resistor, ainda esclarecendo se ele é ôhmico ou não.
 Na montagem do seu experimento deverão constar:
- I. Esquematização do circuito elétrico, indicando quais os aparelhos utilizados e suas ligações.
 - II. O procedimento que você utilizaria.
 - III. A discussão de possíveis resultados que você poderá encontrar.

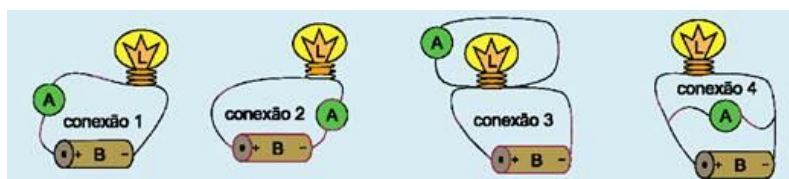
**APÊNDICE F – Avaliação após aula experimental – tipo múltipla escolha –
versão 1 (pós-teste)**

NOME: _____ TURMA: _____

$m = 10^{-3}$	$\mu = 10^{-6}$			
$q = n.e$	$i = \frac{q}{\Delta t}$	$V = R.i$	$P = V.i$	$Pot = \frac{V^2}{R}$
$P = R.i^2$	$E = P.\Delta t$	$R = \rho \cdot \frac{\ell}{A}$		
$R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n$	$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$			

QUESTÕES

1. (UEG-GO) Um circuito simples é composto apenas por uma bateria (B) e uma lâmpada (L). Com esse circuito elétrico, um estudante montou quatro conexões diferentes, com um mesmo medidor de intensidade de corrente elétrica, conhecido como amperímetro (A).



Após as montagens, conforme a figura acima, o estudante apresentou versões das conexões realizadas.

Em qual dessas versões o amperímetro irá fornecer a leitura real da intensidade de corrente no circuito?

- A conexão 1 apresenta uma maneira correta de se ler a corrente elétrica em um circuito; nesse caso, optou-se por colocar o amperímetro do lado esquerdo da bateria.
 - A conexão 2 fornece uma leitura menor que a da conexão 1, já que parte da corrente elétrica dissipou-se ao percorrer todo o circuito.
 - A conexão 3 é melhor que as conexões 1 e 2, pois esse procedimento fez com que somente a leitura da corrente elétrica percorrida na lâmpada fosse mensurada.
 - A conexão 4 é quase idêntica à conexão 3 e, portanto, fornecerá a real leitura da corrente elétrica percorrida na lâmpada e também na pilha.
2. (UEL-PR) Uma característica do condutor ôhmico é:
- apresentar corrente proporcional à tensão a que é submetido.
 - dissipar a mesma potência quando submetido à mesma tensão.
 - apresentar resistência elétrica proporcional à tensão a que é submetido.
 - apresentar corrente elétrica constante, qualquer que seja a tensão a que é submetido.
 - dissipar uma mesma potência, qualquer que seja a tensão que lhe é aplicada.

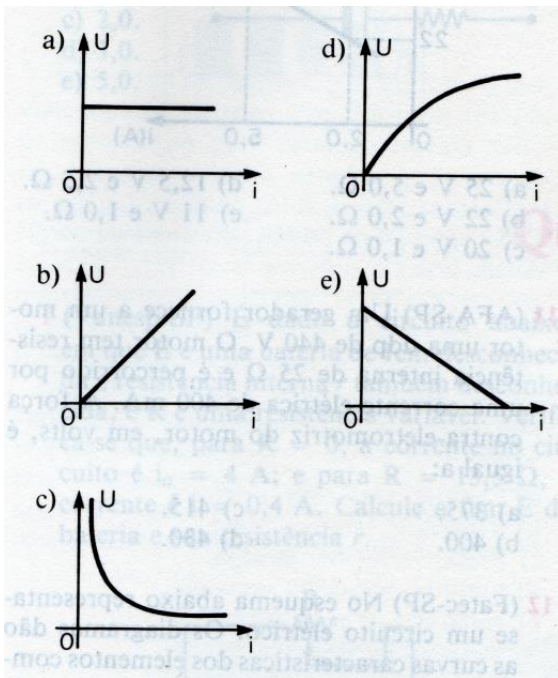
3. (UEL-PR) Três condutores X, Y e Z, foram submetidos a diferentes tensões U , e, para cada tensão, foi medida a respectiva corrente elétrica i , com a finalidade de verificar se os condutores eram ôhmicos. Os resultados estão na tabela que segue:

CONDUTOR X		CONDUTOR Y		CONDUTOR Z	
i (A)	U (V)	i (A)	U (V)	i (A)	U (V)
0,30	1,5	0,20	1,5	7,5	1,5
0,60	3,0	0,35	3,0	15	3,0
1,2	6,0	0,45	4,5	25	5,0
1,6	8,0	0,50	6,0	30	6,0

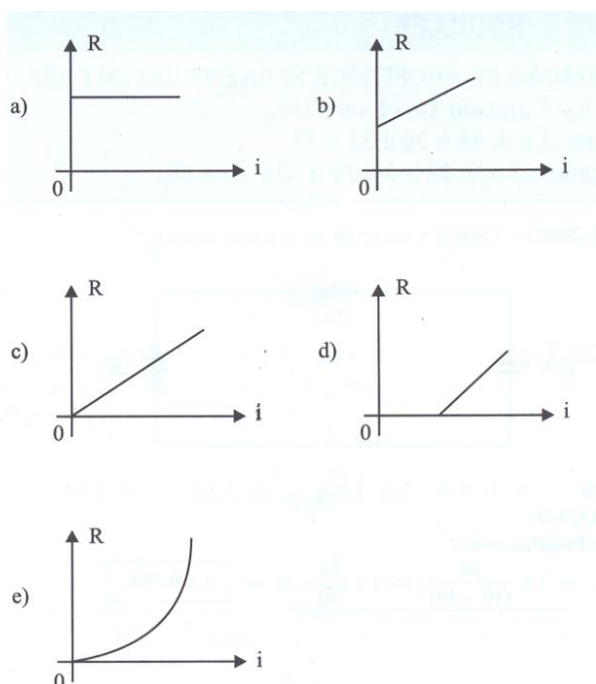
De acordo com os dados da tabela somente:

- o condutor X é ôhmico.
- o condutor Y é ôhmico.
- o condutor Z é ôhmico.
- os condutores X e Y são ôhmicos.
- os condutores X e Z são ôhmicos.

4. (UEL-PR) Qual dos seguintes gráficos representa a corrente (i) que atravessa um resistor em função da diferença de potencial (U) entre os extremos desse resistor que obedece à lei de Ohm ?



5. (UCS-RS) Dos gráficos da resistência R em função da intensidade da corrente i abaixo representados, o que melhor representa um resistor ôhmico é:



6. (UEBA) As medidas de tensão (U) e intensidades de corrente (i) feitas num circuito constituído por um resistor ôhmico, possibilitaram a construção do quadro abaixo:

U (volt)	50	100	y
i (ampère)	x	20	5

Os valores de x e y , ausentes no quadro, são, respectivamente:

- 2 e 200.
- 5 e 50.
- 10 e 25.
- 5 e 100.
- 10 e 250.

7. (UCS-RS) A tabela abaixo apresenta os valores da tensão e da corrente de um resistor:

U (volts)	1	2	3	4	5
I (ampères)	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8

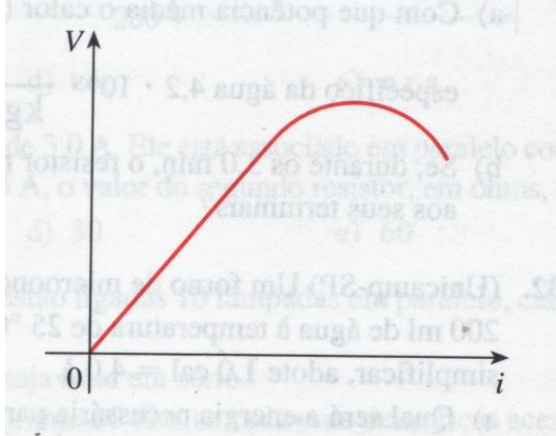
Pela tabela, podemos afirmar que o resistor:

- é ôhmico para todos os valores da tabela.
- é ôhmico até a voltagem de 3 V, inclusive.
- não é ôhmico para todos os valores da tabela.
- não é ôhmico até a voltagem de 3 V, inclusive.
- é ôhmico até a voltagem de 4 V, inclusive.

8. (PUC-SP) Um resistor é ôhmico até 100 V, sendo resistência de 6Ω . Aplica-se no mesmo uma ddp de 30 V e, depois, de 60 V. A variação ocorrida na resistência do resistor é de:

- b) 3Ω . c) 6Ω . e) 12Ω .
c) zero. d) 9Ω .

9. (UFPI-adaptado) O gráfico registra a variação na diferença de potencial entre os extremos de um condutor de acordo com a intensidade de corrente nele estabelecida. Sendo a relação $V = Ri$ verdadeira para o condutor, independente dos valores considerados para V e i, pode-se afirmar que:



- a) o condutor obedece à lei de Ohm tanto no trecho reto como no trecho curvo.
b) o condutor obedece à lei de Ohm somente no trecho reto.
c) o condutor obedece à lei de Ohm somente no trecho curvo.
d) o condutor não obedece à lei de Ohm nem no trecho reto e nem no trecho curvo.

**APÊNDICE G – Avaliação após aula experimental – tipo múltipla escolha –
versão 2 (pós-teste)**

NOME: _____ TURMA: _____

$m = 10^{-3}$	$\mu = 10^{-6}$				
$q = n.e$	$i = \frac{q}{\Delta t}$	$V = R.i$	$P = V.i$	$Pot = \frac{V^2}{R}$	
$P = R.i^2$	$E = P.\Delta t$	$R = \rho \cdot \frac{\ell}{A}$			
$R_S = R_1 + R_2 + \dots + R_n$		$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$			

QUESTÕES

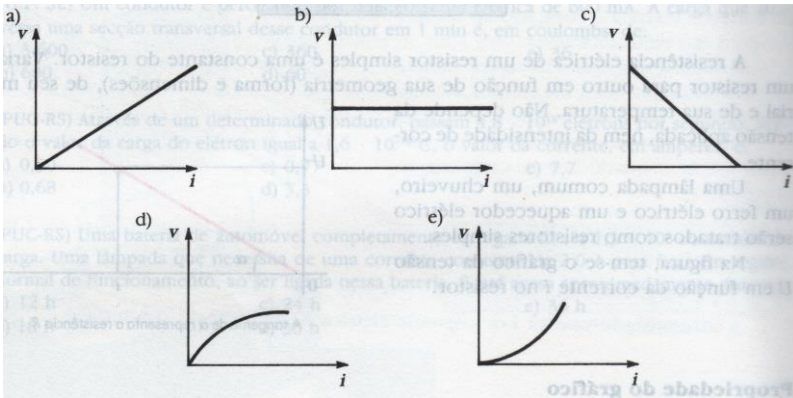
1. (INATEL-MG) A tabela reúne características de três condutores relativamente à corrente elétrica que por eles passa.

COND. A	Diferença de potencial (V)	5	10	15	20	25
	Intensidade da corrente (A)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
COND. B	Diferença de potencial (V)	15	25	30	35	40
	Intensidade da corrente (A)	3	5	7	9	11
COND. C	Diferença de potencial (V)	10	20	30	40	50
	Intensidade da corrente (A)	4	8	12	16	20

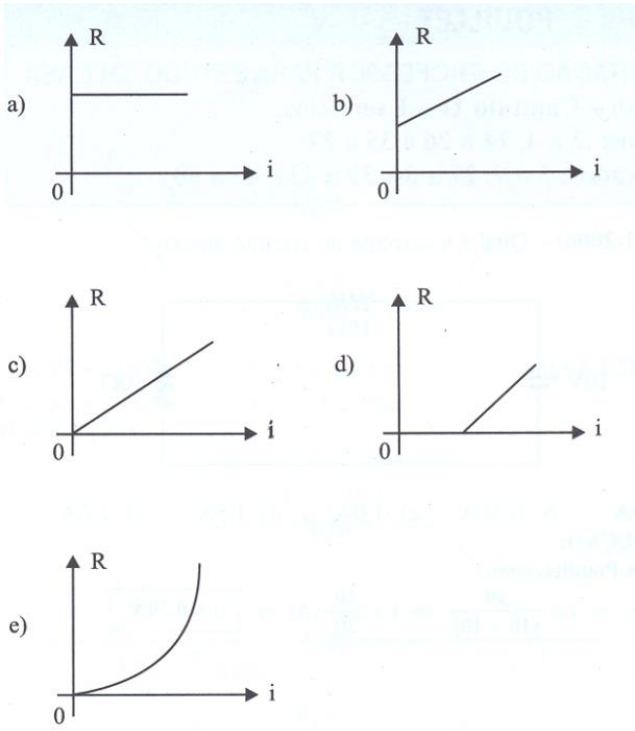
Para quais desses condutores é válida a Lei de Ohm?

- c) Apenas A. c) A e C. e) Apenas C.
d) A e B. d) B e C.
2. (UEL-PR) Uma característica do condutor ôhmico é:
- apresentar corrente proporcional à tensão a que é submetido.
 - dissipar a mesma potência quando submetido à mesma tensão.
 - apresentar resistência elétrica proporcional à tensão a que é submetido.
 - apresentar corrente elétrica constante, qualquer que seja a tensão a que é submetido.
 - dissipar uma mesma potência, qualquer que seja a tensão que lhe é aplicada.

3. (Unifor-CE) Dos gráficos abaixo, tensão x corrente, assinale o que representa a curva característica de um resistor ôhmico.



4. (UCS-RS) Dos gráficos da resistência R em função da intensidade da corrente i abaixo representados, o que melhor representa um resistor ôhmico é:



5. As medidas de tensão (U) e intensidades de corrente (i) feitas num circuito constituído por um resistor ôhmico, possibilitaram a construção do quadro abaixo:

U (volt)	50	200	y
i (ampère)	x	20	5

Os valores de **x** e **y**, ausentes no quadro, são, respectivamente:

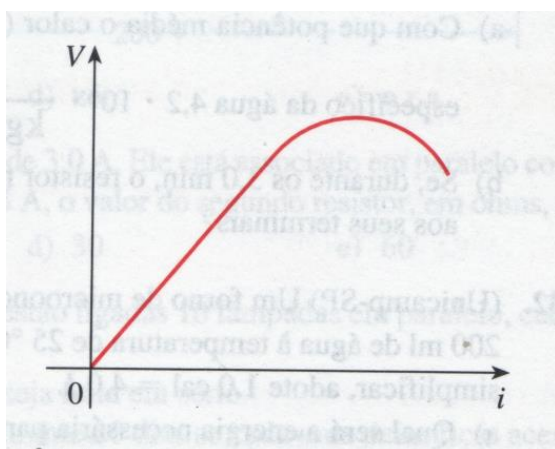
- a) 2 e 200.
- b) 5 e 50.
- c) 10 e 25.
- d) 5 e 100.
- e) 10 e 250.

6. (UCS-RS) A tabela abaixo apresenta os valores da tensão e da corrente de um resistor:

U (volts)	1	2	3	4	5
I (ampères)	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8

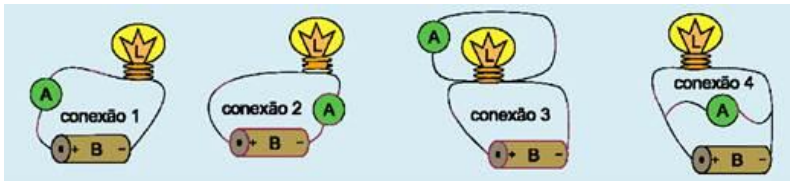
Pela tabela, podemos afirmar que o resistor:

- é ôhmico para todos os valores da tabela.
 - é ôhmico até a voltagem de 3 V, inclusive.
 - não é ôhmico para todos os valores da tabela.
 - não é ôhmico até a voltagem de 3 V, inclusive.
 - é ôhmico até a voltagem de 4 V, inclusive.
7. Um resistor é ôhmico até 100 V, sendo resistência de 9Ω . Aplica-se no mesmo uma ddp de 30 V e, depois, de 60 V. A variação ocorrida na resistência do resistor é de:
- 3Ω .
 - zero.
 - 6Ω .
 - 9Ω .
 - 12Ω .
8. (UFPI-adaptado) O gráfico registra a variação na diferença de potencial entre os extremos de um condutor de acordo com a intensidade de corrente nele estabelecida. Sendo a relação $V = Ri$ verdadeira para o condutor, independente dos valores considerados para V e i , pode-se afirmar que:



- o condutor obedece à lei de Ohm tanto no trecho reto como no trecho curvo.
- o condutor obedece à lei de Ohm somente no trecho reto.
- o condutor obedece à lei de Ohm somente no trecho curvo.
- o condutor não obedece à lei de Ohm nem no trecho reto e nem no trecho curvo.

9. (UEG-GO) Um circuito simples é composto apenas por uma bateria (B) e uma lâmpada (L). Com esse circuito elétrico, um estudante montou quatro conexões diferentes, com um mesmo medidor de intensidade de corrente elétrica, conhecido como amperímetro (A).



Após as montagens, conforme a figura acima, o estudante apresentou versões das conexões realizadas.

Em qual dessas versões o amperímetro irá fornecer a leitura real da intensidade de corrente no circuito?

- A conexão 1 apresenta uma maneira correta de se ler a corrente elétrica em um circuito; nesse caso, optou-se por colocar o amperímetro do lado esquerdo da bateria.
- A conexão 2 fornece uma leitura menor que a da conexão 1, já que parte da corrente elétrica dissipou-se ao percorrer todo o circuito.
- A conexão 3 é melhor que as conexões 1 e 2, pois esse procedimento fez com que somente a leitura da corrente elétrica percorrida na lâmpada fosse mensurada.
- A conexão 4 é quase idêntica à conexão 3 e, portanto, fornecerá a real leitura da corrente elétrica percorrida na lâmpada e também na pilha.

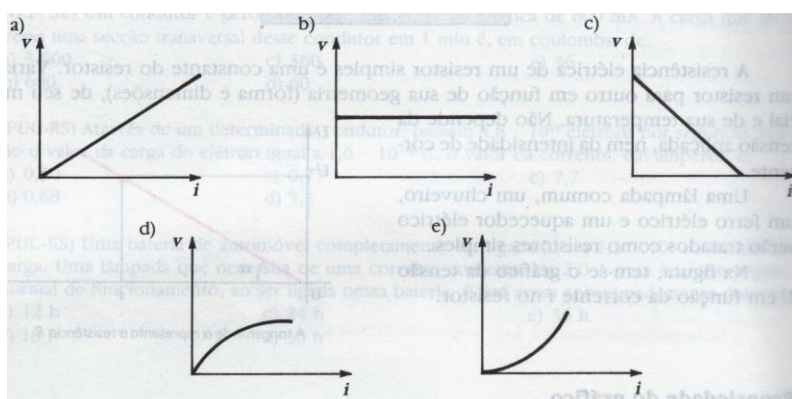
**APÊNDICE H – Avaliação após aula experimental – tipo múltipla escolha –
versão 3 (pós-teste)**

NOME: _____ TURMA: _____

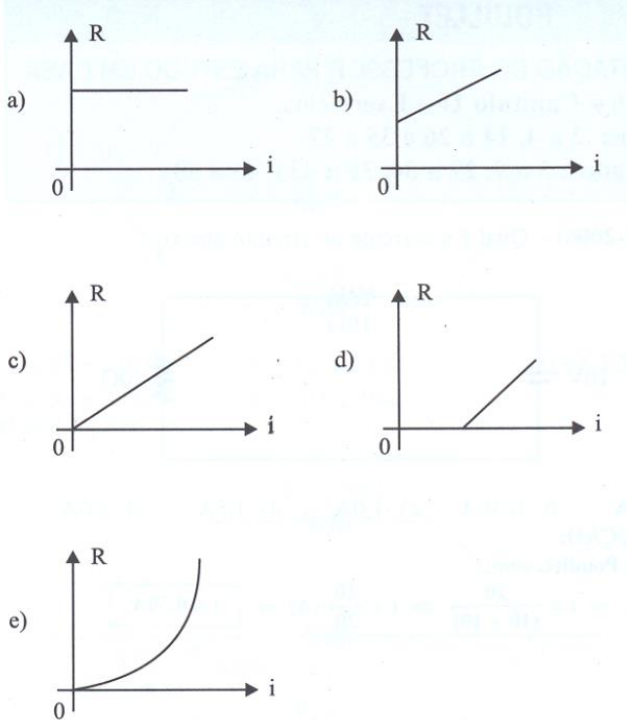
$m = 10^{-3}$	$\mu = 10^{-6}$			
$q = n.e$	$i = \frac{q}{\Delta t}$	$V = R.i$	$P = V.i$	$Pot = \frac{V^2}{R}$
$P = R.i^2$	$E = P.\Delta t$	$R = \rho \cdot \frac{\ell}{A}$		
$R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n$	$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$			

QUESTÕES

1. Dos gráficos abaixo, tensão x corrente, assinale o que representa a curva característica de um resistor ôhmico.



2. (UCS-RS) Dos gráficos da resistência R em função da intensidade da corrente i abaixo representados, o que melhor representa um resistor ôhmico é:



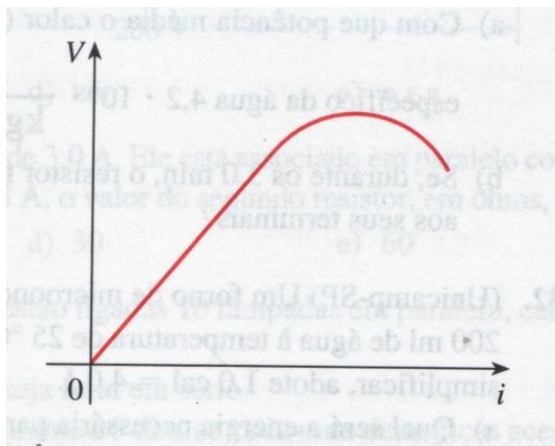
3. A tabela abaixo apresenta os valores da tensão e da corrente de um resistor:

U (volts)	1	2	3	4	5
I (ampères)	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8

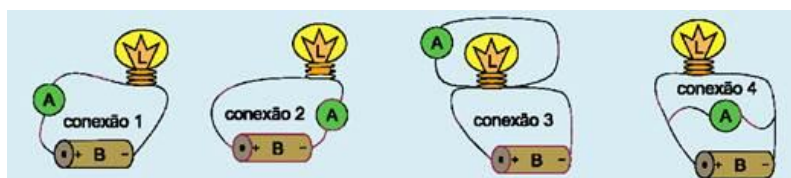
Pela tabela, podemos afirmar que o resistor:

- é ôhmico para todos os valores da tabela.
 - é ôhmico até a voltagem de 3 V, inclusive.
 - não é ôhmico para todos os valores da tabela.
 - não é ôhmico até a voltagem de 3 V, inclusive.
 - é ôhmico até a voltagem de 4 V, inclusive.
4. Um resistor é ôhmico até 100 V, sendo resistência de 9Ω . Aplica-se no mesmo uma ddp de 30 V e, depois, de 60 V. A variação ocorrida na resistência do resistor é de:
- 3Ω .
 - zero.
 - 6Ω .
 - 9Ω .
 - 12Ω .

5. O gráfico registra a variação na diferença de potencial entre os extremos de um condutor de acordo com a intensidade de corrente nele estabelecida. Sendo a relação $V = Ri$ verdadeira para o condutor, independente dos valores considerados para V e i , pode-se afirmar que:



- a) o condutor obedece à lei de Ohm tanto no trecho reto como no trecho curvo.
 b) o condutor obedece à lei de Ohm somente no trecho reto.
 c) o condutor obedece à lei de Ohm somente no trecho curvo.
 d) o condutor não obedece à lei de Ohm nem no trecho reto e nem no trecho curvo.
6. Um circuito simples é composto apenas por uma bateria (B) e uma lâmpada (L). Com esse circuito elétrico, um estudante montou quatro conexões diferentes, com um mesmo medidor de intensidade de corrente elétrica, conhecido como amperímetro (A).



Após as montagens, conforme a figura acima, o estudante apresentou versões das conexões realizadas.

Em qual dessas versões o amperímetro irá fornecer a leitura real da intensidade de corrente no circuito?

- a) A conexão 1 apresenta uma maneira correta de se ler a corrente elétrica em um circuito; nesse caso, optou-se por colocar o amperímetro do lado esquerdo da bateria.
 b) A conexão 2 fornece uma leitura menor que a da conexão 1, já que parte da corrente elétrica dissipou-se ao percorrer todo o circuito.
 c) A conexão 3 é melhor que as conexões 1 e 2, pois esse procedimento fez com que somente a leitura da corrente elétrica percorrida na lâmpada fosse mensurada.
 d) A conexão 4 é quase idêntica à conexão 3 e, portanto, fornecerá a real leitura da corrente elétrica percorrida na lâmpada e também na pilha.

7. A tabela reúne características de três condutores relativamente à corrente elétrica que por eles passa.

CON D. A	Diferença de potencial (V)	5	1	1	2	2
	Intensidade da corrente (A)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
CON D. B	Diferença de potencial (V)	15	25	30	35	40
	Intensidade da corrente (A)	3	5	7	9	11
CON D. C	Diferença de potencial (V)	10	20	30	40	50
	Intensidade da corrente (A)	4	8	12	16	20

Para quais desses condutores é válida a Lei de Ohm?

- a) Apenas A. c) A e C. e) Apenas C.
 b) A e B. d) B e C.
8. Uma característica do condutor ôhmico é:
- a) apresentar corrente proporcional à tensão a que é submetido.
 b) dissipar a mesma potência quando submetido à mesma tensão.
 c) apresentar resistência elétrica proporcional à tensão a que é submetido.
 d) apresentar corrente elétrica constante, qualquer que seja a tensão a que é submetido.
 e) dissipar uma mesma potência, qualquer que seja a tensão que lhe é aplicada.
9. As medidas de tensão (U) e intensidades de corrente (i) feitas num circuito constituído por um resistor ôhmico, possibilitaram a construção do quadro abaixo:

U (volt)	50	200	y
i (ampère)	x	20	5

Os valores de **x** e **y**, ausentes no quadro, são, respectivamente:

- a) 2 e 200.
 b) 5 e 50.
 c) 10 e 25.
 d) 5 e 100.
 e) 10 e 250.

**APÊNDICE I – Avaliação após aula experimental – tipo múltipla escolha –
versão 4 (pós-teste)**

NOME: _____ TURMA: _____

$m = 10^{-3}$	$\mu = 10^{-6}$			
$q = n.e$	$i = \frac{q}{\Delta t}$	$V = R.i$	$P = V.i$	$Pot = \frac{V^2}{R}$
$P = R.i^2$	$E = P.\Delta t$	$R = \rho \cdot \frac{\ell}{A}$		
$R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n$		$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$		

QUESTÕES

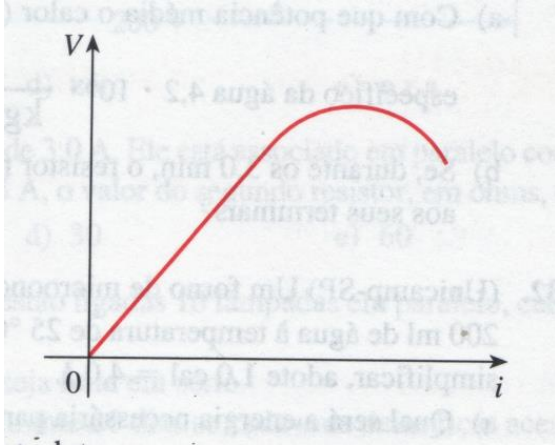
1. A tabela abaixo apresenta os valores da tensão e da corrente de um resistor:

U (volts)	1	2	3	4	5
I (ampères)	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8

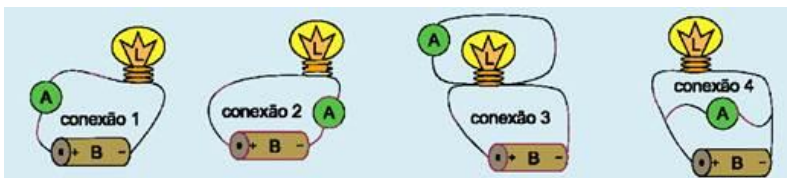
Pela tabela, podemos afirmar que o resistor:

- a) é ôhmico para todos os valores da tabela.
 - b) é ôhmico até a voltagem de 3 V, inclusive.
 - c) não é ôhmico para todos os valores da tabela.
 - d) não é ôhmico até a voltagem de 3 V, inclusive.
 - e) é ôhmico até a voltagem de 4 V, inclusive.
2. Um resistor é ôhmico até 100 V, sendo resistência de 6 Ω . Aplica-se no mesmo uma ddp de 30 V e, depois, de 60 V. A variação ocorrida na resistência do resistor é de:
- a) 3 Ω .
 - b) zero.
 - c) 6 Ω .
 - d) 9 Ω .
 - e) 12 Ω .

3. O gráfico registra a variação na diferença de potencial entre os extremos de um condutor de acordo com a intensidade de corrente nele estabelecida. Sendo a relação $V = Ri$ verdadeira para o condutor, independente dos valores considerados para V e i , pode-se afirmar que:



- a) o condutor obedece à lei de Ohm tanto no trecho reto como no trecho curvo.
 b) o condutor obedece à lei de Ohm somente no trecho reto.
 c) o condutor obedece à lei de Ohm somente no trecho curvo.
 d) o condutor não obedece à lei de Ohm nem no trecho reto e nem no trecho curvo.
4. Um circuito simples é composto apenas por uma bateria (B) e uma lâmpada (L). Com esse circuito elétrico, um estudante montou quatro conexões diferentes, com um mesmo medidor de intensidade de corrente elétrica, conhecido como amperímetro (A).



Após as montagens, conforme a figura acima, o estudante apresentou versões das conexões realizadas.

Em qual dessas versões o amperímetro irá fornecer a leitura real da intensidade de corrente no circuito?

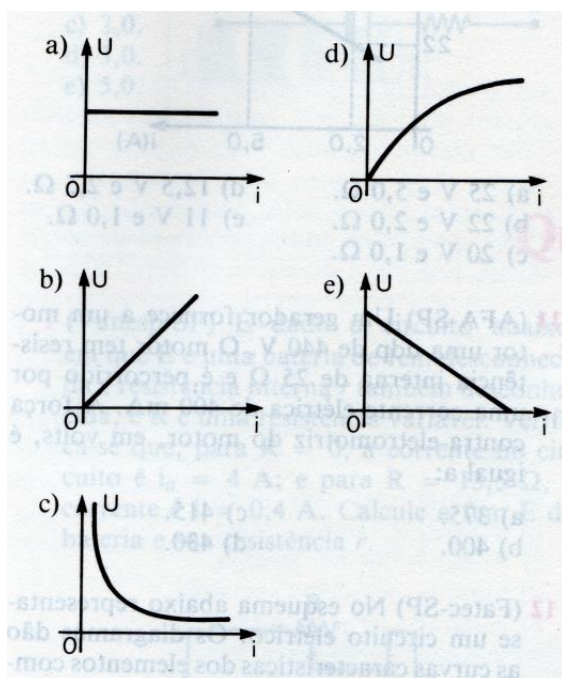
- a) A conexão 1 apresenta uma maneira correta de se ler a corrente elétrica em um circuito; nesse caso, optou-se por colocar o amperímetro do lado esquerdo da bateria.
 b) A conexão 2 fornece uma leitura menor que a da conexão 1, já que parte da corrente elétrica dissipou-se ao percorrer todo o circuito.
 c) A conexão 3 é melhor que as conexões 1 e 2, pois esse procedimento fez com que somente a leitura da corrente elétrica percorrida na lâmpada fosse mensurada.
 d) A conexão 4 é quase idêntica à conexão 3 e, portanto, fornecerá a real leitura da corrente elétrica percorrida na lâmpada e também na pilha.
 5. Uma característica do condutor ôhmico é:
- a) apresentar corrente proporcional à tensão a que é submetido.
 b) dissipar a mesma potência quando submetido à mesma tensão.
 c) apresentar resistência elétrica proporcional à tensão a que é submetido.
 d) apresentar corrente elétrica constante, qualquer que seja a tensão a que é submetido.
 e) dissipar uma mesma potência, qualquer que seja a tensão que lhe é aplicada.

6. Três condutores X, Y e Z, foram submetidos a diferentes tensões U , e, para cada tensão, foi medida a respectiva corrente elétrica i , com a finalidade de verificar se os condutores eram ôhmicos. Os resultados estão na tabela que segue:

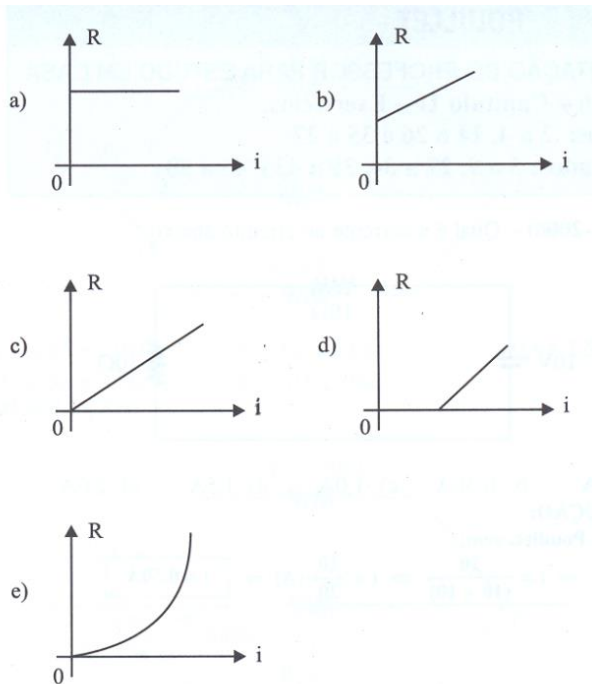
CONDUTOR X		CONDUTOR Y		CONDUTOR Z	
i (A)	U (V)	i (A)	U (V)	i (A)	U (V)
0,30	1,5	0,20	1,5	7,5	1,5
0,60	3,0	0,35	3,0	15	3,0
1,2	6,0	0,45	4,5	25	5,0
1,6	8,0	0,50	6,0	30	6,0

De acordo com os dados da tabela somente:

- o condutor X é ôhmico.
 - o condutor Y é ôhmico.
 - o condutor Z é ôhmico.
 - os condutores X e Y são ôhmicos.
 - os condutores X e Z são ôhmicos.
7. Qual dos seguintes gráficos representa a corrente (i) que atravessa um resistor em função da diferença de potencial (U) entre os extremos desse resistor que obedece à lei de Ohm ?



8. Dos gráficos da resistência R em função da intensidade da corrente i abaixo representados, o que melhor representa um resistor ôhmico é:



9. As medidas de tensão (U) e intensidades de corrente (i) feitas num circuito constituído por um resistor ôhmico, possibilitaram a construção do quadro abaixo:

U (volt)	50	100	y
i (ampère)	x	20	5

Os valores de x e y , ausentes no quadro, são, respectivamente:

- 2 e 200.
- 5 e 50.
- 10 e 25.
- 5 e 100.
- 10 e 250.

APÊNDICE J – Questionário de opinião I

NOME: _____ TURMA: _____

Características	DIS-CORDO		NEUTRO		CON-CORDO	
	0	1	2	3	4	5
1. A atividade experimental foi fácil de realizar.						
2. Com a atividade experimental fica mais fácil entender o conteúdo.						
3. A atividade experimental é interessante.						
4. A atividade experimental permite maior interação dos alunos entre si.						
5. A atividade experimental permite maior interação dos alunos com o professor e vice-versa.						
6. Agrada-me aulas nas quais eu posso mexer com equipamentos e fazer montagens.						
7. Agrada-me aulas exclusivamente expositivas.						
8. A atividade experimental é um trabalho que faço individualmente.						
9. Prefiro aulas exclusivamente expositivas a aulas com atividades experimentais.						
10. A atividade experimental acaba me dispersando e atrapalha o entendimento do conteúdo.						
11. Foi difícil entender as orientações feitas durante a atividade experimental.						

Comente sobre os pontos positivos e negativos da(s) atividade(s) de laboratório (observações que você queira fazer, elogios, críticas e sugestões).
RESPONDA NO VERSO.

APÊNDICE K – Questionário de opinião II

NOME: _____ TURMA: _____

Se você fosse escolher uma abordagem a ser trabalhada, você opta pela aula com o experimento real, ou pela aula utilizando o experimento no computador ? Justifique sua escolha.