

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

**MESCLAS ENTRE LIVRO DIDÁTICO, EXPERIMENTO
REAL E EXPERIMENTO VIRTUAL NO ENSINO E
APRENDIZAGEM DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CRÍSTIAN DA COSTA RUBERT

Santa Maria, RS, Brasil

2014

MESCLAS ENTRE LIVRO DIDÁTICO, EXPERIMENTO REAL E EXPERIMENTO VIRTUAL NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Crístian da Costa Rubert

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Educação do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE), Área da Educação, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação.**

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ilse Abegg
Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Elena Maria Mallmann

Santa Maria, RS, Brasil

2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

da Costa Rubert, Crístian
MESCLAS ENTRE LIVRO DIDÁTICO, EXPERIMENTO REAL E
EXPERIMENTO VIRTUAL NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA
NO ENSINO MÉDIO / Crístian da Costa Rubert.-201.
149 p.; 30cm

Orientador: Ilse Abegg
Coorientador: Elena Maria Mallmann
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Educação, Programa de Pós-Graduação em
Educação, RS, 201

1. Recursos Didáticos 2. Ensino e Aprendizagem de
Física 3. Mescla entre Recursos I. Abegg, Ilse II. Maria
Mallmann, Elena III. Título.

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação**

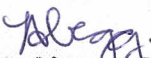
**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
Aprova a Dissertação de Mestrado**

**MESCLAS ENTRE LIVRO DIDÁTICO, EXPERIMENTO REAL E
EXPERIMENTO VIRTUAL NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE
FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

elaborada por
Crístian da Costa Rubert

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Educação

COMISSÃO EXAMINADORA


Ilse Abegg, Dra.
(Presidente/Orientadora)

Elena Maria Mallmann, Dra.
(Co-orientadora)

Inés Prieto Schmidt Sauerwein, Dra. (UFSM)


Nestor Cortez Saavedra Filho, Dr. (UTFPR)


Tais Fim Alberti, Dra. (UFSM)

Santa Maria, 24 de outubro de 2014

AGRADECIMENTOS

Em especial, às professoras Ilse e Elena, por terem acreditado na viabilidade desta dissertação, através do conhecimento, esforço e paciência.

Ao professor Fábio, por ter iniciado esta jornada.

Aos meus familiares, pelo auxílio constante durante o preito.

À Fernanda, pelo apoio incondicional e constante dado a esta dissertação.

À Escola Walter Jobim, ao professor Jardel e ao Colégio Manoel Ribas por terem tornado a pesquisa possível.

Aos professores membros da banca examinadora, por disponibilizarem tempo para enriquecer este trabalho.

À UFSM e seus professores, ao PPGE e seus professores, por proporcionarem um ensino de qualidade.

A todas as pessoas que, de alguma maneira, contribuíram para a realização desta pesquisa, meu muito obrigado.

*A adversidade desperta em nós
capacidades que, em circunstâncias
favoráveis, teriam ficado adormecidas.*

Quinto Horácio Flaco

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Educação
Universidade Federal de Santa Maria

MESCLAS ENTRE LIVRO DIDÁTICO, EXPERIMENTO REAL E EXPERIMENTO VIRTUAL NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

ORIENTADORA: Prof^a. Dr^a. Ilse Abegg

CO-ORIENTADORA: Prof^a. Dr^a. Elena Maria Mallmann

Data e Local de Defesa, Santa Maria, 24 de outubro de 2014

O principal objetivo desta pesquisa foi planejar, implementar e analisar atividades de ensino-aprendizagem de física, visando a mescla entre três tipos de recurso didático (Livro Didático, Experimento Real e Experimento Virtual – Simulador), durante a mesma atividade. Neste contexto, o problema de pesquisa buscou analisar se a utilização mesclada destes recursos potencializa a compreensão dos conceitos físicos trabalhados durante as atividades. O desenvolvimento da pesquisa deu-se em uma turma do Ensino Médio de uma escola na região central de Santa Maria, RS. A metodologia escolhida foi a pesquisa-ação, tendo como característica a inserção do pesquisador na comunidade a ser analisada e também apresenta momentos de ação, observação, reflexão e replanejamento. Os resultados, a partir da análise dos dados coletados através dos questionários de pesquisa, diários de bordos e respostas dos estudantes nos trabalhos propostos, indicam que existem pontos semelhantes entre os recursos didáticos mesclados e foi possível concluir que estes potencializaram a compreensão dos conceitos de física pelos estudantes.

Palavras-Chave: Recursos Didáticos. Ensino e Aprendizagem de Física. Mescla entre Recursos.

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado
Program of After-Graduation in Education
Federal University of Santa Maria

MIXTURES BETWEEN DIDACTIC BOOK, REAL EXPERIMENT AND VIRTUAL EXPERIMENT IN EDUCATION AND LEARNING OF PHYSICS IN AVERAGE EDUCATION

ORIENTADORA: Prof^a. Dr^a. Ilse Abegg
CO-ORIENTADORA: Prof^a. Dr^a. Elena Maria Mallmann
Date and Place of defense: Santa Maria, October 24th 2014

The main objective of this research was to plan, implement and analyze the teaching and learning of physical activities, aiming to blend three kinds of teaching resource (Textbook, Real Experiment and Virtual Experiment - Simulator), for the same activity. In this context, the research problem sought to examine whether the merged utilization of these resources enhances the understanding of physical concepts developed during the activities. The development of the research took place in a class of high school at an institute in central Santa Maria, RS. The chosen methodology was action research, so are the inclusion of the researcher community to be analyzed and features moments of action, observation, reflection and redesign. The results from the analysis of data collected through survey questionnaires, diaries lips and students' responses in the proposed work, indicate that there are points of similarity between the merged teaching resources and it was concluded that these worsened the understanding of physics concepts by students.

Palavras-Chave: Didactic resources. Education and Learning of Physics. Mixture between Resources.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1 - Recursos educacionais presentes no ensino médio de Física ..	28
Figura 1.2 - Diagrama das Atividades	29
Figura 2.1 - Ciclo da Pesquisa-ação	33
Figura 2.2 - Estrutura da Pesquisa-Ação	37
Figura 2.3 - Diagrama cronológico das atividades	38
Figura 3.1 - Esquematização do experimento da lei de Ohm	53
Figura 3.2 - Interface do Octave	55
Figura 3.3 - Interface do Simulador Laboratório Eletromagnético de Faraday - PhET	58
Figura 3.4 - Interface geral do PhET	62
Figura 3.5 - Sub Menu Física do Phet	63
Figura 3.6 - Simuladores e seus Temas Estruturadores	66
Figura 3.7 - Portal do Professor	68
Figura 3.8 - Temas Estruturadores no Portal do Professor	69
Figura 3.9 - Interface do Simulador	70
Figura 3.10 - Interface do Simulador Gerador (PhET)	76
Figura 3.11 - Interface Simulador Circuito (Phet)	80
Figura 4.1 - Circuito – Phet	85
Figura 4.2 - Circuito 02 – Phet	86
Figura 4.3 - Circuito 03 – Phet	88
Figura 4.4 - Gráfico Gerador	88
Figura 4.5 - Circuito 04 – Phet	89
Figura 5.1 - Interfaces Semelhantes – LD	96

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1 - Dados gerados pelo experimento hipotético	54
Quadro 1 - Comparação dos temas estruturados do ensino de Física dos PCN com o Portal Phet	64
Quadro 2 - Atividade 01	82
Quadro 3 - Atividade 02	84
Quadro 4 - Atividade 03	86
Quadro 5 - Atividade 04	88
Quadro 6 - Atividade 04	90

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Lei de Ohm	55
Gráfico 02 – Geradores	102
Gráfico 03 - Preferência de Recurso Didático	107
Gráfico 04 - Preferência de Recurso Didático 2	108
Gráfico 05 - Notas das Atividades	108
Gráfico 06 - Melhoria das aulas	109
Gráfico 07 - Auto-avaliação	110
Gráfico 08 - Relevância da mescla entre os tipos de recurso.....	111
Gráfico 10 - Semelhanças entre os Recursos	112

LISTA DE SIGLAS

CERN - *Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire*
CPA – Construção Parcial de Aprendizagem
CRA – Construção Restrita de Aprendizagem
CSA – Construção Satisfatória de Aprendizagem
ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio
ER – Experimento Real
EV – Experimento Virtual
GNU - General Public License
HTML - HyperText Markup Language
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LD – Livro Didático
LHC - *Large Hadron Collider*
MEC – Ministério da Educação
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
PHet - Physics Education Technology
PIBID - Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PLND – Plano Nacional do Livro Didático
TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação
UFP – Universidade Federal do Paraná
UFSM – Universidade Federal de Santa Maria

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – PLND 2015	127
ANEXO 2 - PRODUÇÃO DOS EXPERIMENTOS	131
ANEXO 3 - GUIA DO PROFESSOR E CONCEITOS FÍSICOS	133
ANEXO 4 – QUESTIONÁRIOS DE PESQUISA	141

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
1.1 Apresentação	25
1.2 Problema e Justificativa de Pesquisa	25
1.3 Objetivos	30
2 METODOLOGIA DE PESQUISA	33
2.1 Pesquisa-ação	33
2.2 Estrutura da pesquisa-ação desta produção	38
2.3 Ambiente e Condições de Pesquisa	39
2.4 Instrumentos de Coleta de Dados e Análises	40
3 REFERENCIAL TEÓRICO	43
3.1 Considerações da Metodologia	43
3.2 Tipos de recursos didáticos	46
3.3 Recursos Didáticos	48
3.3.1 Livro Didático	48
3.3.2 Experimentos Reais Didáticos	49
3.3.3 Experimentos Virtuais	57
3.4 Realidade versus Virtualidade de Experimentos	59
3.5 Definição do Portal de Recursos Didáticos	61
3.5.1 PhET - University of Colorado at Boulder	62
3.5.2 Portal do Professor	67
3.5.3 Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) e suas relações com os recursos digitais	71
4 PLANEJAMENTOS DIDÁTICOS	81
4.1 Construção dos planejamentos	81
4.2 Planejamento 1	81
4.3 Planejamento 2	83
4.4 Planejamento 3	84
4.5 Planejamento 4	86
4.6 Planejamento Complementar	89
5 ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS	91
5.1 Ação e observação: Relatos das Atividades de Pesquisa – Diário de Bordo e Questionários	91
5.2 Reflexão: Categorias de Análise	94
5.3 Dificuldades, Problemas e Soluções – Indício para o Replanejamento	105
5.4 Pesquisa do Tipo Survey	107
6 CONCLUSÃO	114
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
ANEXOS	125

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

O Ensino e Aprendizagem de Física representa desafios tanto para o docente quanto para o discente. Sabidamente, a dificuldade deste processo e os baixos índices nas avaliações oficiais, como os indicadores Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) geram preocupação para os pesquisadores e professores da área. Tendo em vista este contexto, o presente trabalho visa, através da pesquisa-ação, utilizar, em sala de aula, três tipos de recursos didáticos, Livro Didático (LD), Experimento Virtual (EV) e Experimento Real (ER), de forma mesclada, buscando pontos semelhantes entre eles, na tentativa de auxiliar os estudantes na compreensão dos conceitos de física. Para tanto, planejou-se e implementou-se cinco atividades baseadas nestes tipos de recursos, em uma turma de 3ª Série do Ensino Médio, garantido a possibilidade de mescla dos mesmos, através da utilização de dois ou mais tipos de recursos no mesmo planejamento. O texto está dividido em cinco capítulos. No primeiro, está descrita a introdução, além do problema de pesquisa e dos objetivos. No capítulo 2, é apresentada a metodologia de pesquisa. Já no terceiro, o referencial teórico, os tipos de recursos didáticos e a definição das fontes dos mesmos. No capítulo 4, citam-se os planejamentos são discriminados. No último capítulo, de número 5, foi realizada a análise dos dados coletados. E, por fim, na conclusão, é finalizado o presente trabalho.

1.2 Problema e Justificativa de Pesquisa

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) estão presentes no cotidiano atual, tanto de discentes como docentes. Segundo Heckler et al (2007, p. 267), “a evolução rápida dos computadores e das telecomunicações” está “afetando todos os níveis da sociedade, da vida profissional da vida privada”. O computador é uma das TIC que pode possuir relevância para o ensino e aprendizagem, pois “este é um poderoso instrumento de aprendizagem e deve ser um grande parceiro na busca do conhecimento, sendo usado como uma ferramenta de auxílio no

desenvolvimento cognitivo do estudante”. (PETITTO, 2003 apud HECKLER, 2007, p.267).

Neste contexto, ambientes e objetos virtuais de aprendizagem, bem como Portais Educacionais estão, necessariamente, ligados ao computador e à Internet. Segundo Vidmar (2013), dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2011) mostram que os laboratórios de informática são realidade nas escolas brasileiras:

Em se tratando de tecnologias educacionais em rede, é importante sublinhar que estas implicam necessariamente em computadores conectados à Internet. Desse modo, é preciso inicialmente considerar os dados do Censo Escolar – realizado anualmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) – relativos às categorias “Estudantes de ensino médio com acesso ao laboratório de informática nas escolas” e “Estudantes de ensino médio com acesso à internet nas escolas”. De 2009 para 2011, a porcentagem de estudantes de ensino médio com acesso a computadores nas escolas, através do laboratório de Informática, subiu de 92,5% para 95,1%. Ainda, a porcentagem de estudantes de ensino médio que têm acesso à Internet nas escolas subiu de 92,4% para 95,6% (VIDMAR, 2012, p. 27-28).

Este panorama indica um ligeiro aumento na porcentagem de estudantes com acesso a computadores conectados à internet. Também, observa-se um alto índice de escolas com laboratórios, como nas escolas públicas estaduais de Santa Maria, RS. A Escola Estadual de Ensino Básico Augusto Ruschi, o Instituto Estadual de Educação Padre Caetano e a Escola Estadual de Ensino Básico Walter Jobim possuem, ao menos, um laboratório de informática funcional, mas com diversas máquinas inoperantes e espaços físicos adaptados. Estas informações foram levantadas pelo pesquisador devido ao estágio do Curso de Física (2010), e às atividades do PIBID (2011) e durante atividades de pesquisa (2014), e constituem alguns exemplos. No entanto, os investimentos em TIC nas escolas devem ser mantidos e ampliados. Assim, investimentos em ampliação e manutenção dos laboratórios de informática, bem como criação de novos são essenciais. Apesar dos problemas nestes laboratórios de informática, o panorama da utilização das TIC no ensino ainda é favorável e, desta forma, há suporte para implementação de planejamentos desenvolvidos com recursos didáticos digitais e ou virtuais, tais como fotografias, áudios, vídeos, animações e simuladores. Este último item é um dos focos desta dissertação.

Os simuladores são modelos computacionais capazes de criar virtualmente experimentos e/ou situações do mundo físico real. Estes aplicativos são criados sob alguma linguagem de programação a partir do conhecimento científico já consolidado. No caso da Educação, existem *applets* (aplicativo que é executado em outro software, como o JAVA ou páginas WEB) específicos para este fim, os quais serão abordados detalhadamente nesta dissertação. Para tanto, há necessidade de laboratório de informática para implementação da pesquisa que será descrita a seguir. Felizmente, de acordo com os dados do INEP (2011), este panorama é favorável. O Colégio Estadual Manoel Ribas, selecionado para o desenvolvimento das atividades, não é uma escola modelo e é uma das maiores da cidade. No entanto, possui dois laboratórios funcionais de informática e as respectivas atividades foram realizadas no laboratório equipado com máquinas que utilizam o software livre (Linux Educacional 3.0) como sistema operacional.

A principal justificativa da utilização de simulações no ensino é explicada por Simões Jr. et al. (2011, p. 01): “o experimento computacional surgiu para diminuir a lacuna existente entre teoria e experimentos de laboratório.”. Na maioria dos casos, as escolas com o nível médio possuem laboratórios didáticos de física (àqueles voltados para o ensino e aprendizagem de física) precários, raramente utilizados pelos professores e, às vezes, inexistentes. Ou seja, experimentos caros, frequentemente indisponíveis (nos quais não há infraestrutura laboratorial) ou com problemas de manutenção podem ser simulados, exigindo um laboratório de informática. Porém, vale ressaltar que este tipo de laboratório também precisa de infraestrutura adequada, além de manutenção e atualização, entre outros. Então, ambos requerem investimentos públicos para serem criados (caso ainda não existam) e mantidos. No entanto, as políticas públicas e o Ministério da Educação (MEC) estão mais voltadas a criar e/ou manter laboratórios de informática, como no caso das escolas citadas. Por outro lado, nenhuma destas possui laboratório de física, o que indica a mudança de foco dos investimentos.

Todavia, o experimento real também faz parte do processo de ensino e aprendizagem de física e não é completamente substituído pelo virtual, principalmente devido às implicações geradas na transposição do modelo, conforme

será discutido posteriormente. Tendo em vista este aspecto, também foi trabalhado com este tipo de recurso, o experimento real.

O segundo recurso mais comum nas escolas brasileiras é o livro didático. Este item, amplamente sustentado pelas Políticas Públicas Educacionais, como o Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), tem se mantido como o principal objeto didático em sala de aula logo atrás do quadro-negro. A Figura 1.1 mostra um panorama feito através de um levantamento do pesquisador Vidmar (2013) da utilização dos tipos de recursos didáticos no ensino médio:

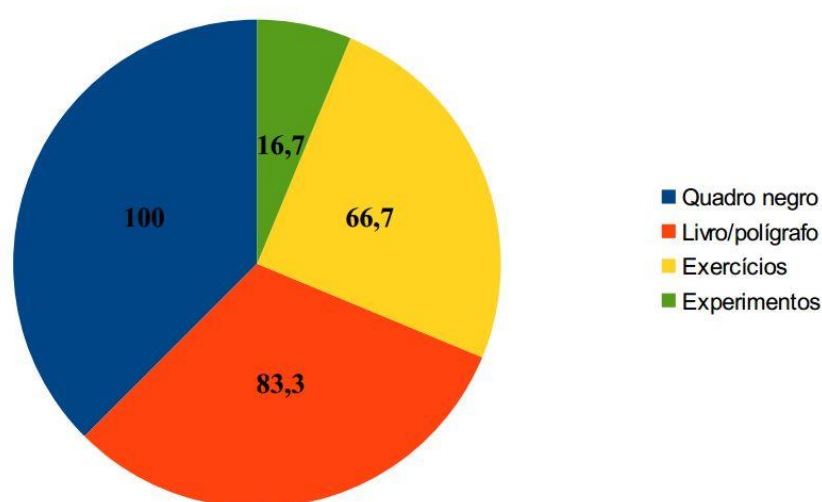


Figura 1-1 - Recursos educacionais presentes no ensino médio de Física
fonte: vidmar (2013, p. 29)

Este panorama representa a vasta utilização do quadro-negro e do livro didático. Durante as atividades de pesquisa, o quadro-negro foi utilizado algumas vezes, mas para análise e os planejamentos foi considerado o livro, pois este se aproxima mais dos outros dois tipos de recursos, pois apresenta figuras, esquemas, sugestões de experimentos, entre outros.

Até o momento, foram brevemente apresentados os três principais tipos de recursos didáticos que compunham esta pesquisa: Livro Didático (LD), Experimento Real (ER) e Experimento Virtual (EV). Neste âmbito, propõe-se o esquema das atividades de implementação que foram feitas na escola em ciclo único em atividades que mesclam os tipos de recursos conforme a Figura 1-2.

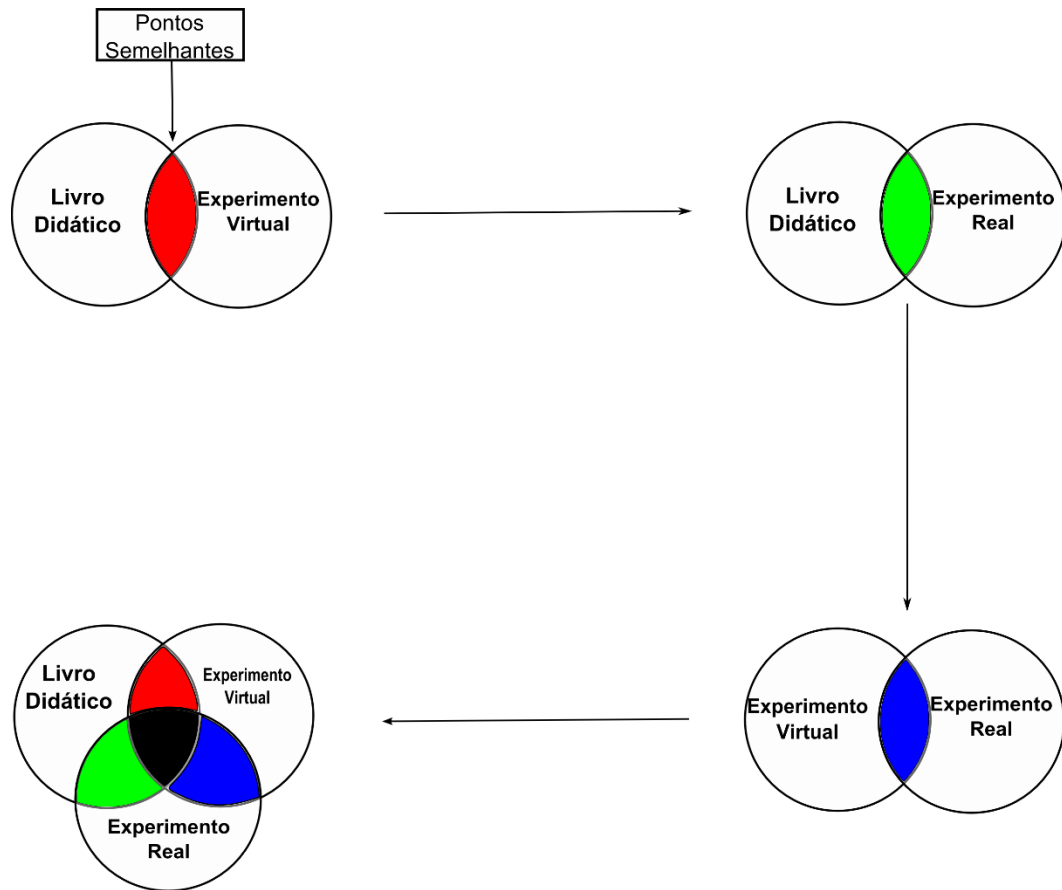


Figura 1.2 – Diagrama das Atividades
 Fonte: autor

Na Figura 1.2 observa-se a mescla, ao menos, de dois tipos de recursos. Esta mescla se dá na utilização de dois ou três tipos diferentes de recursos didáticos na mesma atividade, ou seja, na mesma aula, sobre o mesmo assunto. Esta representação descreve a sequência de atividades. Cada área pintada representa pontos semelhantes entre os tipos de recursos didáticos. Os conjuntos que simulam cada tipo de recurso não representam o tamanho ou qualquer outro dado mensurável, seja dos recursos seja dos pontos semelhantes, mas apenas ilustram que em determinados aspectos existem fatores similares entre eles. Em sala de aula, foram realizadas atividades priorizando estes tipos de recursos, sucedendo-se até todos os três tipos serem trabalhados. Neste contexto, fica a cargo do pesquisador determinar quais são estes pontos semelhantes.

A mescla entre os tipos de recursos didáticos apresenta campo suficiente para gerar problemas de pesquisa e pode estar relacionada à aproximação e

contextualização das questões relativas aos modelos físicos e à potencialização das compreensões por parte dos estudantes. Conhecer em quais características técnicas (relativas aos procedimentos de montagem dos experimentos, escolha e análise dos simuladores) e didático-metodológica estes grupos convergem (ou seja, tem pontos similares e parecidos) torna-se importante, pois os mesmos podem ser utilizados mescladamente em sala de aula, com o objetivo de buscar contribuições relevantes às atividades da disciplina de física, além de proporcionar ao estudante uma gama maior de possibilidades educativas, devido à diversificação de linguagens e formas de apresentação dos conteúdos. Neste sentido, o problema de pesquisa desta dissertação visa contemplar a seguinte questão:

- A mescla entre os recursos didáticos no planejamento, implementação e análise de atividades de ensino-aprendizagem de física potencializa a compreensão dos conceitos físicos?

1.3 Objetivos

Os objetivos desta pesquisa deram-se na dimensão didático-metodológica tendo como principal deles:

- Planejar, implementar e analisar atividades de ensino-aprendizagem de física, visando a mescla entre os recursos didáticos (LD, ER e EV).

Após a definição do objetivo central, torna-se relevante salientar os específicos:

- verificar a viabilidade de implementação da pesquisa, relativa à infraestrutura da escola;

- apontar os pontos semelhantes entre livro didático, experimento real e experimento virtual;

- analisar se esta mescla entre os recursos potencializa a compreensão dos conceitos físicos;

Estima-se, baseando-se nas respostas dos estudantes, durante a implementação da pesquisa, que 93% acreditam ter compreendido mais os conceitos ao se trabalhar com mais de um tipo de recurso, do que trabalhar mescladamente com os três tipos de recursos sugeridos possa potencializar a

prática escolar, pois desmonopoliza a utilização exclusiva de apenas um deles, principalmente o livro didático e abre, assim, uma gama maior de possibilidades tanto para o docente quanto para o discente. Este leque inclui maior exploração dos itens dos recursos, uma vez que tanto os simuladores como os experimentos reais dispõem de variações de parâmetros com resposta imediata, ou seja, o professor pode desenvolver atividades baseadas na alteração do aparato para observação da resposta do mesmo (e do fenômeno estudado – o que pode servir para a constatação de um modelo científico para o fenômeno estudado) e isto acrescenta maior nível de interatividade, o que não é possível apenas com o livro. Enfatiza-se, ainda, que utilizando dois tipos ou mais proporcionam-se opções alternativas aos estudantes, considerando que cada recurso é construído de maneira diferente. Portanto, acredita-se que em certas características dos diferentes tipos de recursos se mesclando e apresentando alguns pontos semelhantes é neste ponto que há a possibilidade do potencial para a melhor compreensão dos conceitos físicos. Esta característica foi avaliada através dos pareceres presentes no livro: “Reestruturação do Ensino Médio: Pressupostos Teóricos e Desafios da Prática”, texto produzido pelo Estado do Rio Grande do Sul, pois, este descreve o sistema vigente na escola na qual a pesquisa foi implementada. Ou seja, a evolução e produção dos estudantes foram analisadas a partir dos pareceres: “Construção Satisfatória de Aprendizagem (CSA), Construção Parcial de Aprendizagem (CPA) e Construção Restrita de Aprendizagem (CRA)”, (AZEVEDO e REIS, 2013, p. 222-223) do referente livro texto. Este tipo de avaliação é recomendável, pois contextualiza a pesquisa ao ambiente escolar no qual os estudantes estão submergidos pelo menos há três anos.

2 METODOLOGIA DE PESQUISA

2.1 Pesquisa-ação

Neste capítulo, serão apresentadas a definição e a estrutura que compõem a metodologia de pesquisa utilizada nesta dissertação, ou seja, a pesquisa-ação, que pode ser definida como:

É importante que se reconheça a pesquisa-ação como um dos inúmeros tipos de investigação-ação, que é um termo genérico para qualquer processo que siga um ciclo no qual se aprimora a prática pela oscilação sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela. Planeja-se, implementa-se, descreve-se e avalia-se uma mudança para a melhora de sua prática, aprendendo mais, no correr do processo, tanto a respeito da prática quanto da própria investigação (TRIPP, 2005, p.447)

Portanto, a definição de pesquisa-ação está relacionada a ciclos periódicos, bem como apresenta uma relação consistente entre a pesquisa e ação, prática e teoria, planejamento e replanejamento. Tendo em vista este ciclo, Tripp (2005) desenvolveu este diagrama para esclarecer como funciona a pesquisa-ação:

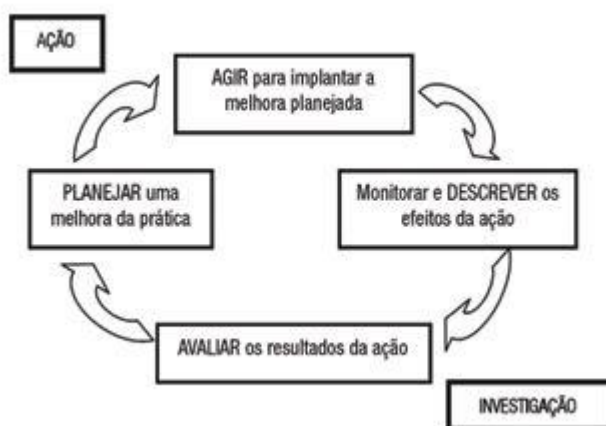


Figura 2.1 – Ciclo da Pesquisa-ação
Fonte: Tripp (2005, p. 446)

Observa-se um constante movimento entre ação e investigação através do planejamento, do agir, do descrever e do avaliar, para finalmente replanejar, considerando tudo o que foi obtido nas etapas anteriores. Torna-se fundamental destacar a função do pesquisador no processo dinâmico da pesquisa-ação. Neste caso, ele é mais do que um mero observador, é um atuante imerso no grupo.

Este cenário está descrito, de forma clara e abrangente, por Miranda e Resende (2006):

Mediante a pesquisa-ação – uma concepção de pesquisa que, desde o início, se define por incorporar a ação como sua dimensão constitutiva –, o pesquisador em educação não deixa dúvidas sobre a relevância conferida à prática em seu processo de investigação. Tratar-se-ia, assim, de uma pesquisa que articula a relação entre teoria e prática no processo mesmo de construção do conhecimento, ou seja, a dimensão da prática – que é constitutiva da educação – seria fonte e lugar privilegiado da pesquisa. Além disso, a própria investigação se converteria em ação, em intervenção social, possibilitando ao pesquisador uma atuação efetiva sobre a realidade estudada. Reflexão e prática, ação e pensamento, polos antes contrapostos, agora seriam acolhidos em uma modalidade de pesquisa que considera a intervenção social na prática como seu princípio e seu fim último (MIRANDA e RESENDE, 2006).

Esta citação apresenta diversos aspectos relevantes, como o fato de que este tipo de pesquisa possui “dimensão construtiva”, a qual está entrelaçada à prática e, desta forma, ao “processo de investigação”. Neste âmbito, o professor e/ou pesquisador tem a possibilidade de gerar conhecimento, pois segundo Ribeiro (2008), de acordo com as ideias de Elliott (1978):

localiza a investigação-ação como maneira viável de gerar conhecimentos novos a partir do entendimento que professores têm acerca das situações que vivem podendo refletir sobre ela com a finalidade de transformá-la. (Ribeiro, 2008 apud Elliott, 1978)

Estas ideias estão de acordo com a proposta desta pesquisa, cujo objetivo é mesclar os tipos de recursos didáticos (LD, ER, EV) para auxiliar o estudante, oferecendo um panorama maior dos conteúdos trabalhados. E a inserção do pesquisador no meio a ser analisado pode acarretar maior conexão entre a prática e a teoria e, assim, existe a possibilidade de potencialização do ensino e aprendizagem de Física.

Desta forma, a pesquisa-ação é o tipo de pesquisa mais indicado para esta abordagem. O tripé Livro Didático, Experimento Real e Experimento Virtual apresenta mesclas significativas entre teoria e prática, principalmente no Ensino de Física, cujo desempenho dos estudantes brasileiros é considerado baixo, o que é indicado pelos exames oficiais como o IDEB (2013) e o ENEM (2013).

A prática escolar e, neste caso, está se assumindo o conjunto de processos relacionados às aulas de física (mediação, interação, experimentação, ou seja, a construção do conhecimento), tem papel essencial no ensino e obtenção de objetivos previamente planejados. Neste sentido, como citado anteriormente, a introdução do pesquisador como participante ativo da comunidade, através de ações, tem implicações diretas no meio de pesquisa. Portanto, o pesquisador não é apenas um mero observador e sim um membro atuante, contribuinte e mediador das ações no grupo em questão.

Dentre as funções e papéis atribuídos ao pesquisador, Franco (2005) elenca alguns deles, dando um panorama geral de suas funções:

Participar de cada etapa da evolução do projeto, juntamente com os sujeitos participantes; manter o rigor científico do trabalho e zelar por uma interpretação justa dos fatos e das práticas; ser capaz de se colocar disponível aos atores de modo a permitir-lhes observar e compreender a lógica das ações (FRANCO, 2005).

Estas três afirmações dão ideia da conduta do pesquisador neste tipo de pesquisa. Torna-se evidente a participação de todo o grupo de forma intrínseca e consistente, neste contexto, o pesquisador estar imerso na comunidade é essencial para a pesquisa.

Esta imersão proporciona diversos aspectos positivos à pesquisa, uma vez que o pesquisador, sujeito atuante, está imerso no grupo, e desenvolve atividades específicas para a obtenção do objetivo proposto e resolução do problema da comunidade, o que significa, neste caso, potencializar a compreensão dos conceitos físicos em sala de aula.

Uma vez caracterizado o papel do pesquisador na pesquisa-ação, é preciso atentar para o aspecto transformador que este tipo de pesquisa possui. Miranda et al. (2006, p. 515) afirmam que alguns autores como Barbier (2002), Morin (2004), Carr e Kemmis (1988) possuem certas convergências em suas teorias e “vinculam a noção da pesquisa à ideia de mudança, de transformação dos atores e sua realidade”. Portanto, o agente transformador é essencial neste contexto de pesquisa.

Para haver o processo transformador a partir deste tipo de pesquisa, torna-se fundamental associar a mesma às etapas típicas da pesquisa-ação. Neste contexto, o desenvolvimento dá-se em forma de espiral, conduzindo o pesquisador a

replanejar constantemente a sua ação, pois segundo Freire (2013, p. 30) “não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino”; ou seja, um está diretamente relacionado ao outro e mostra o quão importante é o professor também ser pesquisador e vice-versa. Além disto, a espiral está de acordo com as ideias de Thiollent (1992, p. 117): “nada de pesquisa sem ação, nada de ação sem pesquisa”. A escolha desta metodologia se justifica, também, pela escrita de Mallmann (2008): “as sucessivas etapas de planejamento, implementação, observação e reflexão são resultado de um processo ativo de solução de problemas”; ou seja, a cada atividade os problemas são analisados e possíveis soluções são criadas e inseridas no próximo planejamento.

Tendo em vista a correlação entre pesquisa e ação e as etapas da mesma, a figura 3.2 foi criada para ilustrar a espiral cíclica que envolve o planejamento, a ação, o registro e a reflexão e o replanejamento, caracterizando, assim, um *looping* espiralado (esta forma geométrica também é conhecida como helicóide).

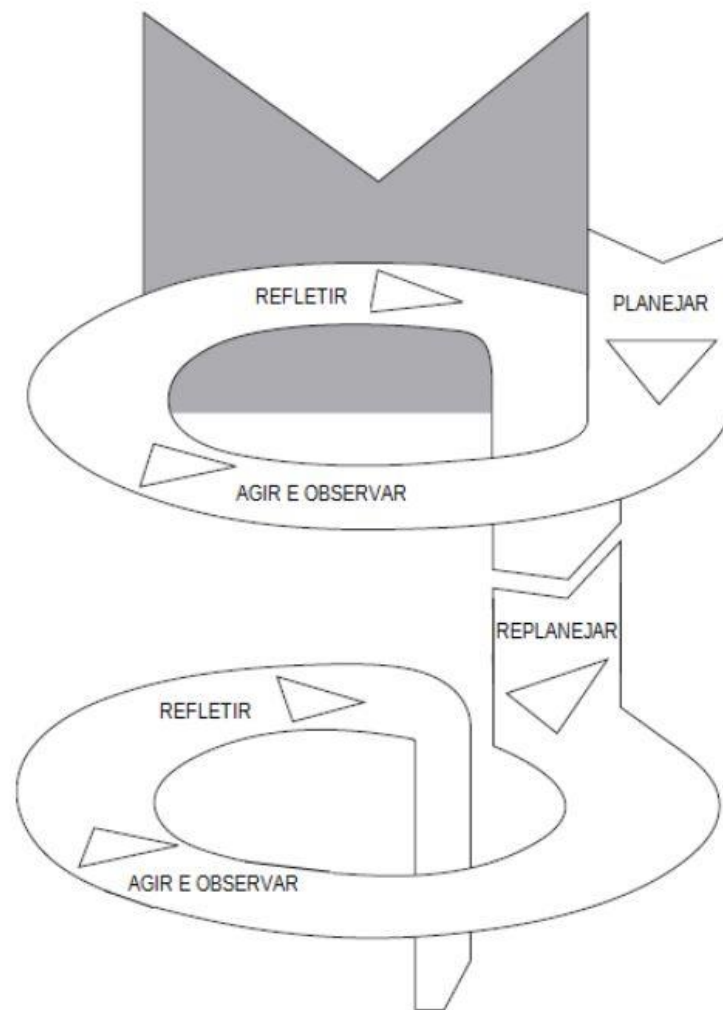


Figura 2.2 – Estrutura da Pesquisa-Ação

Fonte: Vidmar (2013, p. 62 apud KEMMIS e MCTAGGART, 2005, p. 564, adaptado)

A Figura 2.2 está estruturada de forma a representar uma espiral cíclica. Observa-se que em cada ciclo da espiral a conduta é sempre similar: Planejamento, agir o que é igual a ação, observar o que está relacionado ao registro e reflexão; replanejamento e assim sucessivamente; no entanto, a cada ciclo completo parte-se para o próximo, até o último deles (no caso das atividades desta pesquisa foi apenas um ciclo com uma atividade complementar), ou seja, cada vez que as ações são replanejadas existe maior possibilidade de obtenção do objetivo, progredindo no desenvolvimento da pesquisa.

2.2 Estrutura da pesquisa-ação desta produção

A implementação das ações desta pesquisa deu-se em ciclo único em quatro momentos, ou seja, quatro atividades que compõem o ciclo característico deste tipo de pesquisa. Ainda foi realizada uma atividade complementar ao ciclo, com o propósito de aumentar a coleta de dados.

Na Figura 2.3 está representada a distribuição das atividades de pesquisa desta dissertação.

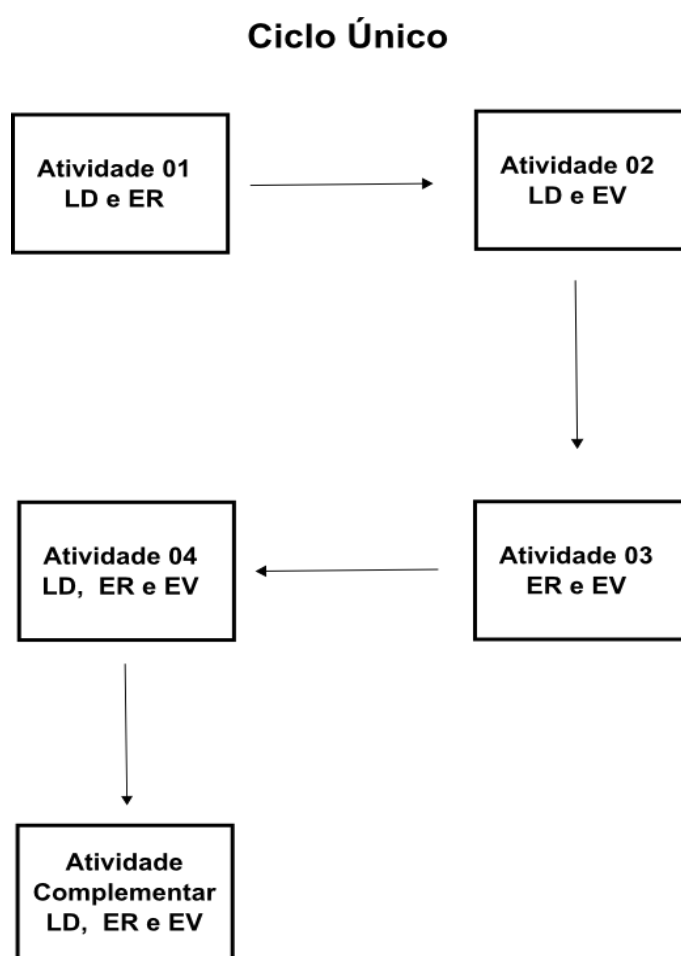


Figura 2.3 – Diagrama cronológico das atividades
Fonte: Autor

As setas indicam a ordem cronológica em que as atividades foram realizadas e nos quadros há a representação de quais tipos de recursos didáticos foram utilizados em cada uma destas cinco atividades.

Na primeira atividade, foram utilizados o livro didático e o experimento virtual como recurso didático. Ou seja, o planejamento (vide capítulo quatro) foi desenvolvido tendo como referência didática estes dois tipos de recursos. Para a segunda atividade, foi utilizado mais uma vez o livro didático, mas agora mesclado com um experimento real. Já para a terceira, ambos os tipos de experimentos compuseram o planejamento (sem o livro desta vez) e, finalmente, na quarta atividade todos os três tipos propostos por esta dissertação entraram em cena (LD, EV, ER). Ainda houve, uma atividade adicional, focada nos três tipos de recursos, realizada para proporcionar um panorama maior do ambiente e características da pesquisa, uma vez que não foi possível desenvolver dois ciclos completos, devido ao tempo disponível para finalização da pesquisa (vide capítulo cinco).

2.3 Ambiente e Condições de Pesquisa

O desenvolvimento das atividades de pesquisa sucedeu-se no Colégio Estadual Manoel Ribas, localizado na região central da cidade de Santa Maria, no Rio Grande do Sul, em uma turma da terceira série do Ensino Médio. Nesta turma, existem trinta e dois estudantes matriculados, sendo vinte e oito regulares (os outros quatro não compareceram durante as atividades de pesquisa). As atividades foram desenvolvidas em três locais diferentes da escola: laboratório de física, laboratório de informática e em sala de aula, dependendo da logística e considerando os tipos de recursos (vide capítulo cinco). O conteúdo trabalhado durante a pesquisa está de acordo com o programático do colégio. O pesquisador assumiu a turma em meados do segundo trimestre, e, assim, o próximo tópico a ser desenvolvido pelo até então professor titular da turma seriam os instrumentos de medidas elétricas (amperímetro e voltímetro); no entanto, o pesquisador assumiu como professor titular. Devido a isto, o desenvolvimento da pesquisa começou neste tópico, se estendendo até geradores e receptores.

O laboratório de informática possui vinte e quatro terminais computacionais, através de extensores, sendo em torno de dois ou três terminais para cada unidade de processamento de dados. A maior parte das máquinas provém do MEC/SEED – Pregão: FNDE 83/2008 com o sistema Linux Educacional 3.0. Os outros

computadores possuem o sistema operacional Windows XP. Todos os PCs funcionaram durante a pesquisa e tinham os softwares necessários já instalados.

O laboratório de ensino de física da escola estava sucateado e há certo tempo não era utilizado, No entanto, foi possível encontrar materiais úteis para as atividades, como soquetes, lâmpadas, multímetros, chaves (on/off) e fios. Com este material, agregado ao que o pesquisador acrescentou, foi possível realizar as atividades referentes ao ciclo único. Portanto, não houve problemas estruturais para implementação da pesquisa e assim foi verificado que, ao menos estruturalmente, houve viabilidade para a implementação da pesquisa, e, portanto, parte do objetivo sobre a implementação (vide capítulo um) foi alcançado.

2.4 Instrumentos de Coleta de Dados e Análises

A coleta de dados deu-se por três tipos de instrumentos: diário de bordo, questionários e as respostas dos estudantes nas atividades propostas (descritas no capítulo quatro). O diário de bordo é um instrumento no qual são registrados os eventos durante o desenvolvimento das atividades. Trata-se do conteúdo observacional do ambiente, como ações e reações dos estudantes, recepção às atividades propostas, desenvoltura dos mesmos e até mesmo diálogos e percepções relevantes à pesquisa. Este tipo de instrumento é fundamental para a pesquisa-ação, pois oferece um panorama do ambiente no qual o pesquisador está inserido. Este instrumento foi utilizado nas cinco atividades realizadas durante a pesquisa.

Os questionários integrantes do desenvolvimento da pesquisa foram de dois tipos diferenciados: do tipo qualitativo, como respostas descritivas e do tipo *survey*. Compreender o que os estudantes estão pensando é relevante para melhorar as atividades e ter um panorama mais completo do grupo de pesquisa. Nas cinco atividades, foram realizados questionários escritos de forma qualitativa e em duas delas, na quatro e cinco, foram feitos questionários do tipo *survey*. Este tipo de instrumento de coleta apresenta respostas qualitativas, pois possui questões de múltipla escolha que representam estimativas complementares e úteis para a análise de dados (vide Anexo 4).

As respostas dos estudantes nas atividades são fundamentais, não apenas para observar o “desempenho”, mas também para avaliar a evolução de cada grupo (as atividades foram desenvolvidas em grupos – vide capítulo cinco) no decorrer cronológico da pesquisa, tornando-se, assim, mais um instrumento.

Estes instrumentos de dados foram analisados de acordo com duas categorias de análise: referente a mesclas dos tipos de recursos e referente à compreensão dos conceitos por parte dos estudantes. Nesta primeira, foram observados quatro itens: **curricular** - destina-se ao conteúdo programático abordado pelos recursos; **procedimental** - representa os procedimentos realizados, principalmente para os dois tipos de experimentos; **estrutural** - relativo às formas, estruturas e interfaces dos recursos; e **complementar** - representa as conexões e extensões que cada recurso proporciona ao outro. Para a segunda delas, além do desempenho dos estudantes nas atividades, foi avaliado o fator evolutivo dos mesmos. Esta avaliação deu-se através dos pareceres definidos por Azevedo e Reis (2013, p.222- 223) do Estado do Rio Grande do Sul:

Construção Satisfatória da Aprendizagem (CSA): expressa a construção necessária de conceitos embasados nos princípios das áreas de conhecimento, na sua relação com os conhecimentos sociais”; **Construção Parcial da Aprendizagem (CPA):** expressa a construção parcial de conceitos embasados na apropriação dos princípios das áreas do conhecimento, na sua relação com os conhecimentos sociais”; **Construção Restrita da Aprendizagem (CRA):** expressa a restrição, circunstancial, na construção de conceitos embasados na apropriação dos princípios das áreas de conhecimento, na sua relação com os conhecimentos sociais”.

Estes conceitos são designados às áreas do conhecimento e serão adaptados para o ensino de física no capítulo cinco, com o escopo de analisar a produção dos estudantes através das respostas nas atividades. Esta análise e a dos demais dados gerados também estão apresentadas no capítulo cinco e os instrumentos de pesquisa estão expressos no Anexo 4. Já as atividades baseadas nos planejamentos estão no capítulo quatro.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Considerações da Metodologia

A implementação das atividades de pesquisa em sala de aula foi baseada em dois conceitos que são consonantes. Trata-se do diálogo-problematizador e da simetria invertida. A simetria invertida definida como:

parte da problematização da realidade para o ensino-aprendizagem de conceitos, leis, teorias e fenômenos que precisam ser aprendidos de forma crítica. A simetria invertida destaca que o início do processo de aprendizado deve contemplar a análise de situações reais (situações-problemas) de forma a preceder qualquer generalização teórica. A significância de tal abordagem advém do fato dos educandos já possuírem conhecimentos sobre as situações que vivenciam e destas se constituírem como parte do seu interesse imediato (MENEZES, 1980 apud NARDIN, 2011, p. 53).

Neste âmbito, o foco está em problematizar situações e, a partir daí, desenvolver a atividade construindo as concepções e abstrações dos conceitos que a disciplina de física requer. Para esta abordagem possuir relevância, foi utilizado, nos planejamentos relativos à pesquisa, o diálogo-problematizador, pois ao criar situações-problemas, torna-se possível evidenciar o cotidiano do estudante. Segundo Freire (1983, p. 34), este

é a problematização do próprio conhecimento em sua indiscutível relação com a realidade concreta, na qual se gera e sobre a qual incide, para melhor compreendê-la, explica-la, transformá-la.

Ou seja, a ideia não é reconstruir exatamente o conhecimento científico já consolidado, mas compreendê-lo para melhor entender a realidade, bem como modificá-la de maneira correta para resoluções de problemas do “dia a dia”.

A definição desta estruturação está de acordo com a concepção de Bastos (2014, sp) sobre a utilização da simetria invertida. Trata-se “da problematização da realidade para o estudo crítico dos conceitos, leis, teorias e fenômenos”. Neste caso, primeiramente é trabalhada uma situação-problema e a partir dela são desenvolvidos os conceitos. Esta situação-problema pode ser um texto, um exercício de física, um experimento, uma questão, um contexto tecnológico, entre outros, ou até mesmo a mescla dos citados.

Nas atividades desta pesquisa estão três tipos de recursos didático como foco, pois estes podem ter contribuições relevantes ao ensino e aprendizagem de física, como no caso do experimento, que é importante, pois

Justifica-se a experimentação no ensino de Física como ferramenta auxiliar ao processo ensino aprendizagem ou como sendo o próprio processo da construção do conhecimento científico, na contribuição positiva no processo de formação do cidadão (CAMARINE, 2005, p. 02).

Assim, “o ato de experimentar no ensino de Física é de fundamental importância no processo ensino-aprendizagem” (CAMARINE, 2005, p.01). Estes argumentos apontam para a relevância da experimentação em laboratório de ensino de física ou até mesmo em sala de aula. Portanto, este tipo de recurso didático compôs os planejamentos, além de ser foco desta pesquisa, ressaltando a sua importância para o ensino e aprendizagem de física.

Porém, estima-se (como descrito no capítulo 1) que utilizar mais de um tipo de recurso pode potencializar ainda mais a compreensão dos conceitos físicos por parte dos estudantes. Assim, buscou-se também trabalhar com as Tecnologias da Informação e Comunicação (neste caso exemplificado pelos simuladores também conhecidos como experimentos virtuais), pois o

desenvolvimento tecnológico tem modificado profundamente o cotidiano das pessoas, e a escola não pode ficar alheia a essa realidade, ela precisa se adaptar e ensinar ao aluno como conviver com essas novas tecnologias (TIC'S) também dentro da escola, para que ele possa atuar como cidadão participante dentro e fora do contexto educacional (MELO, 2010, p.03).

Além da justificativa da atuação do estudante como cidadão participante da sociedade que se converte em um sincronismo “adaptativo” entre a escola e o convívio social, a justificativa da “apropriação das tecnologias de informação e comunicação (TIC's), no espaço escolar faz ressignificar o conceito de conhecimento. É através das ferramentas tecnológicas, a partir de mediações atuantes que as potencialidades se afloram (SANTOS, 2006). Os fatores da inserção das TIC na escola, aliado ao “afloramento das potencialidades”, pesou para que estes fossem utilizadas nos planejamentos desta pesquisa, na forma de simuladores, pois estes podem ser relacionados aos experimentos reais, que, de

acordo com Heckler et al. (2007, p. 270) “são um modelo simplificado da realidade”, além de que “possibilitam observar em alguns minutos a evolução temporal de um fenômeno que levaria horas, dias ou anos em tempo real, além de permitir ao estudante repetir a observação sempre que o desejar” (HECKLER et al., 2007, p. 271). Outro fator relevante proporcionado pelos experimentos virtuais é a interatividade. Uma das concepções deste conceito é a possibilidade de influência, tanto por parte do docente como do discente, sobre o processo, o que proporciona a criação de hipóteses e eleva os sujeitos envolvidos a um nível atuante e ativo durante as atividades (SOUZA FILHO, 2010).

No entanto, ainda segundo Heckler et al. (2007. p. 273), a “utilização de novas tecnologias de ensino em aulas de física no ensino médio deva ser feita como uma ferramenta auxiliar, um recurso a mais no processo de ensino/aprendizagem, nunca de forma única, devendo ser aliada aos demais recursos existentes”. Pensando nisto, também se decidiu utilizar o livro didático, recurso amplamente difundido nas escolas públicas brasileiras.

Neste trabalho, visou-se mesclar os três tipos de recursos durante as atividades de pesquisa que coincidiram com o cronograma em andamento da escola. Segundo o dicionário *online* Priberam, um dos significados de mesclar é: “Juntar coisas diferentes ou juntar-se a algo diferente para formar um todo”. Considerando a sentença, aqui neste trabalho foram “juntados” recursos didáticos de natureza diferente para formar um ciclo de atividades, representando um todo.

Ao utilizar mais de um tipo de recurso didático, pontos similares podem surgir. O experimento virtual tem limitações relativas à modelagem, pois este é simplificado e existe o risco do estudante “de assimilar uma ideia errada do fenômeno em estudo” (HECKLER et al., 2007, p.273). Para que isto não acontecesse, o experimento real, palpável, também foi adicionado aos planejamentos. No entanto, este tipo de recurso tem outras limitações, como a dificuldade de conseguir um número suficiente de exemplares, as restrições físicas, como menor gama de possibilidade e configurações comparado ao experimento real e a visualização também reduzida, se comparada aos simuladores. Por exemplo, no experimento virtual é possível representar o fluxo de elétrons pelo fio, o que não é possível no experimento real. Estas “complementaridades” que um recurso proporciona ao outro

foram exploradas durante a pesquisa, associadas ao diálogo problematizador para com estes desafiar os estudantes a compreender o funcionamento básico de coisas do seu cotidiano, como o de pilhas e lâmpadas em circuitos elétricos simples, bem como baterias, exemplificadas pelos popularizados *smartphones*. “Problematizar, porém, não é *sloganizar*, é exercer uma análise crítica sobre a realidade problema” (FREIRE, 2002, p. 90). Esta análise crítica foi observada para as construções dos planejamentos, que visaram aproximar as questões de física ao cotidiano dos estudantes. Portanto, as considerações metodológicas baseiam-se na simetria invertida, no diálogo problematizador e na mesclas entre os três tipos de recursos didáticos.

3.2 Tipos de recursos didáticos

Existem diversos tipos de recursos didáticos e a definição e exemplificação é feita de maneira concisa pelo Instituto Benjamin Constant (2005):

Recursos didáticos são todos os recursos físicos, utilizados com maior ou menor frequência em todas as disciplinas, áreas de estudo ou atividades, sejam quais forem as técnicas ou métodos empregados, visando auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem mais eficientemente, constituindo-se num meio para facilitar, incentivar ou possibilitar o processo ensino-aprendizagem. De um modo genérico, os recursos didáticos podem ser classificados como:

Naturais: elementos de existência real na natureza, como água, pedra, animais.

Pedagógicos: quadro, flanelógrafo, cartaz, gravura, álbum seriado, slide, maquete.

Tecnológicos: rádio, toca-discos, gravador, televisão, vídeo cassete, computador, ensino programado, laboratório de línguas.

Culturais: biblioteca pública, museu, exposições.” (BRASIL, 2005)

Observa-se que esta classificação está de acordo com a natureza de cada item, ou seja, ela foi feita a partir de suas características essenciais. Ou seja, o recurso tecnológico essencialmente precisa ser construído a partir dos avanços da tecnologia, como, por exemplo, o computador. Neste caso, define-se tecnologia, de acordo com Ricardo et al. (2007, p. 135), em sua dimensão “de um empreendimento humano entendido como o estudo do artificial e produtor de saberes específicos”.

Neste âmbito, assume-se que o recurso tecnológico provém do estudo do artificial, distinguindo-se, assim, do recurso natural.

Torna-se importante salientar que a experimentação, seja virtual ou real, não é um recurso, mas o experimento (a parte física ou mesmo o *applet*) sim. Este constitui um conjunto de sistemas intencionalmente desenvolvido para o fim de testar algum modelo matemático previamente criado ou as hipóteses criadas sobre o fenômeno analisando, assim, a validade do mesmo. Segundo Kerlinger (1979) apud Mattar (2012, p. 20) experimento consiste em "um tipo de pesquisa científica no qual o pesquisador manipula e controla uma ou mais variáveis independentes e observa a variação nas variáveis dependentes, concomitantemente à manipulação das variáveis independentes". Ou seja, considerando que o experimento seja o processo, haverá os dados de entrada e de saída. Assim, é possível analisar o processo associado ao fenômeno estudado.

Por outro lado, a distinção de experiência e de experimentação é necessária, uma vez que estes termos não são sinônimos. A primeira, respectivamente, "está fortemente ligada ao cotidiano do ser humano, às suas interações mais livres e mais descomprometidas formalmente com o seu entorno socioambiental" (PINHO-ALVES, 2000, p. 150). Já a segunda "é um fazer elaborado, construído, negociado historicamente, que possibilita através de processos internos próprios estabelecer "verdades científicas" (PINHO-ALVES, 2000, p. 150). Ou seja, na experiência não há preocupação com o rigorismo científico e esta está mais voltada para a personalidade. Por exemplo, investigar qual a maneira mais rápida de gelar uma bebida através de testes sucessivos, seja alterando a potência do refrigerador seja mudando a posição do recipiente ou verificando outras configurações, caracteriza experiência, pois não há validade científica e está relacionada ao dia a dia do sujeito. Já a experimentação está relacionada ao processo de construção do conhecimento científico e, por isto, leva em conta o rigorismo, pois normalmente é realizada em ambiente controlado e também esquematizada e planejada.

Ainda, nesta pequena lista, não foi citado o livro didático, o qual será o primeiro dos três a ser abordado na próxima seção.

3.3 Recursos Didáticos

Nas próximas seções, serão apresentados, de forma detalhada os componentes da Figura 1.2, bem como a importância de cada um deles no Ensino e Aprendizagem de Física.

3.3.1 Livro Didático

O livro e/ou o polígrafo¹ é atualmente o segundo recurso didático mais utilizado nas aulas de física nas escolas brasileiras. De acordo com o Censo Escolar realizado pelo INEP em 2011, aproximadamente 83% dos estudantes responderam utilizá-los durante as aulas. Esta informação torna-os importantes, pois o livro é realidade nas escolas públicas brasileiras. O Governo Federal mantém, através do Fundo Nacional de Desenvolvimento para Educação (FNDE), diversos programas de apoio ao livro, como o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Estas ações garantem aos estudantes acesso a este material, pois tem como objetivo suprir as escolas públicas com livros didáticos, como indica o site do FNDE, mantido pelo MEC, sobre o PLND: “o Programa tem por objetivo prover as escolas públicas de ensino fundamental e médio com livros didáticos e acervos de obras literárias, obras complementares e dicionários”. Estes são os fatores que contribuíram para que o livro estivesse presente como recurso nesta pesquisa. Uma vez exposta a abrangência destes recursos, no próximo parágrafo será apresentado a natureza de um Livro Didático voltado para o Ensino de Física.

Inicialmente, precisa-se definir Livro Didático e, principalmente, diferenciá-lo de outros tipos. Segundo Gérard e Roegiers (1993, p.19), esta definição pode ser dada como: “um instrumento impresso, intencionalmente estruturado para se inscrever num processo de aprendizagem, com o fim de lhe melhorar a eficácia.” No entanto, existe uma característica fundamental que não está descrita nesta citação para o livro ser didático: problemas e exercícios voltados para o conteúdo abordado.

¹ Trata-se de um material não oficial, geralmente uma compilação desenvolvida pelo professor, o qual está citado na mesma categoria do Livro Didático pelo INEP

Os livros voltados para o ensino possuem, de acordo com as ideias de Bastos (2008), problemas em forma de exercícios de física referentes ao conteúdo que foi ou será trabalhado, dependendo da forma que o livro foi construído; ou seja, em alguns exemplos, têm-se questões anteriores ao capítulo para desenvolver o diálogo sobre o conteúdo a ser abordado. Há, basicamente, dois tipos de exercícios adotados pelos livros para o ensino médio, como questões qualitativas e quantitativas desenvolvidas pelos autores e as questões dos exames oficiais, como vestibulares (tanto de IES particulares como públicas), incluindo os anteriores da UFSM e as do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Portanto, para o livro ser didático, além de ter sido desenvolvido para atividades pedagógicas, precisa conter problemas (exercícios, atividades) desenhados especialmente para este fim. Destaca-se que os problemas de física retratam alguma situação hipotética (de fato esta situação não existe, mas é baseada em hipóteses que remetem ao mundo real. Como no caso de uma ponte móvel, trata-se de uma ponte genética que pode realmente existir) geralmente simplificado (nesta configuração, os modelos físicos são reduzidos para adequar-se ao nível de ensino; por exemplo, a resistência do ar é comumente desprezada nos problemas de física do nível médio), com o escopo de explorar e expandir os conceitos e modelos trabalhados.

Os Livros Didáticos são disponibilizados através de programas do Governo Federal para as escolas públicas e pelas editoras, no caso das instituições privadas. No entanto, o PNLD disponibiliza uma gama limitada de exemplares de livros para serem escolhidos e comporem, por três anos, o currículo da escola. Normalmente, cada estudante matriculado recebe um exemplar.

Uma vez que todos os estudantes possuem acesso ao material, a qualidade do mesmo é essencial. Para tanto, há a possibilidade de escolha entre editoras aprovadas no PLND por parte dos professores. Assim, uma análise correta e profunda é fundamental para assegurar o melhor material possível.

3.3.2 Experimentos Reais Didáticos

O processo de construção do novo conhecimento científico está, em linhas gerais, associado a três estágios: situação problema, obtenção de dados e

modelagem. Ou seja, o cientista busca um fenômeno a ser estudado. A partir daí, experimentos e/ou simulações são desenvolvidos para possibilitar uma análise profunda do processo envolvido, visando a coleta de dados. Estes são tratados e um padrão é encontrado. Este padrão pode ou não ser validado a partir de sucessivos testes verificativos para todas as situações possíveis as quais o modelo será submetido. Assim é criado o modelo físico, um conjunto de conceitos e equações matemáticas capazes de descrever o funcionamento do processo natural ou tecnológico, de maneira precisa e geralmente determinística, o que está relacionado com a ideia de Hodson:

... a prática científica pode ser vista como um processo composto de três fases: a criação, validação e incorporação de conhecimentos, que correspondem à geração de hipóteses, aos testes a que a hipótese(s) é sujeita e ao processo social de aceitação e registro do conhecimento científico (HODSON, 1988 apud PRAIA, 2002, p.245).

A hipótese torna-se importante neste processo. Segundo Praia (2002) et al., esta “tem um papel de articulação e de diálogo entre as teorias, as observações e as experimentações, servindo de guia à própria investigação”. A formação da hipótese é essencial para o processo de construção do conhecimento científico. Ainda de acordo com Praia (2002, p. 255) et al.:

é um constante jogo de hipóteses e expectativas lógicas, um constante vaivém entre o que pode ser e o que “é”, uma permanente discussão e argumentação/contrargumentação entre a teoria e as observações e as experimentações realizadas.

Como exemplo da importância do experimento real e das hipóteses, tem-se o *The Large Hadron Collider* (LHC) que é um acelerador de partículas pertencente ao *Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire* (CERN), o qual se encaixa perfeitamente como exemplo de experimento acima. Este acelerador, o maior existente na atualidade, foi construído com o intuito de observar colisões entre partículas altamente velozes e energéticas. Como resultado, teorias físicas desenvolvidas décadas antes foram validadas a partir da observação de dados gerados por este experimento. O caso mais famoso é o Bóson de Higgs.

Esta partícula elementar foi descrita matematicamente por Peter Higgs em 1964 e apenas em 2013 sua existência foi confirmada. Trata-se de uma partícula até então hipotética, criadora da massa de outras partículas elementares, como os quarks, *gluons*, neutrinos, e os próprios bóson, uma vez que ela é autogeradora de sua inércia. Moreira (2009) define o campo de Higgs como “a interação com o campo de Higgs, mediada pelo bóson de Higgs, que daria massa às partículas.” Ele ainda prevê, no mesmo artigo, que esta partícula seria detectada experimentalmente, fato que ocorreu em 2013.

Portanto, este é um exemplo no qual o experimento foi desenvolvido para validar teorias já existentes. Neste âmbito, os experimentos reais são de suma importância para a ciência.

Há experimentos reais voltados ao ensino de física, conhecidos como experimentos didáticos. Neste caso, a construção do aparato destina-se a reproduzir e/ou gerar dados no intuito de construir teorias já consolidadas. Estes recursos são importantes, pois, segundo Moreira (1980), “visam auxiliar na compreensão do conteúdo propriamente dito, isto é, dos conceitos, fatos, relações, leis e princípios físicos ou um melhor entendimento do método científico, da física como ciência”. Os experimentos podem ser desenvolvidos de duas formas: estruturada ou não estruturada. Ainda de acordo com Moreira (1980), baseado nas ideias de Romey (1968), no laboratório estruturado “o aluno recebe instruções que o guiam através de um procedimento destinado a produzir certos resultados específicos”; ou seja, “dá ao aluno procedimentos detalhados”. Por outro lado, o laboratório não estruturado é baseado em atividades em que é dado um “problema ao aluno e deixa-o inteiramente livre para usar o procedimento que lhe aprouver, organizar seus próprios dados e chegar às suas próprias generalizações”; ou melhor, “simplesmente especifica o objetivo e deixa o procedimento a cargo do aluno”. Vale ressaltar que Moreira não obteve distinção significativa entre eles no que diz respeito ao “desempenho” dos estudantes; portanto, durante a pesquisa desta dissertação, foram utilizados experimentos estruturados.

Existem experimentos demonstrativos, os quais apenas o docente irá operá-los e aqueles que os discentes terão a oportunidade de fazê-lo. Também há os quantitativos, que gerarão dados para análise (como o caso de lei de Ohm) e os

qualitativos, que não tem dados numéricos relacionáveis. Este tipo de recurso normalmente está em um laboratório, especialmente nas Instituições de Ensino Superior (IES). No cenário do Ensino Médio, o panorama não é o mesmo. Segundo Gobara e Garcia (2007), “as escolas públicas continuam enfrentando os velhos problemas: falta de laboratórios...” e isto indica a ausência de espaço adequado para o desenvolvimento deste tipo de atividade. Tendo em vista esta dificuldade, o grupo do PIBID no qual o pesquisador participou, em 2011, criou um aparato “móvel” relativo à Lei de Ohm (conteúdo programático do Projeto Político-Programático da escola), no intuito de suprir a deficiência de experimentos reais no ambiente escolar. Será tomado como exemplo desta seção este aparato experimental, apesar deste experimento possuir interface metódica e não ser muito indutiva. O mesmo foi realizado em diversos momentos, como nas atividades do PIBID e em sala de aula, seja pela equipe do projeto de iniciação à docência seja pelo pesquisador, respectivamente. A aceitação do aparato e a avaliação da atividade foram positivas, e, por este motivo, este experimento foi escolhido.

Trata-se de um experimento real didático e quantitativo e estruturado, baseado na Lei de Ohm, desenvolvido para atividades relativas à construção do modelo científico por parte dos discentes. Neste caso, a configuração permite a geração de dados relacionáveis matematicamente, ou seja, além da possibilidade de equacionamento do fenômeno, pode-se construir um modelo específico e determinístico através da manipulação do mesmo.

Na figura a seguir, há um esquema do aparato montado para a realização do experimento.

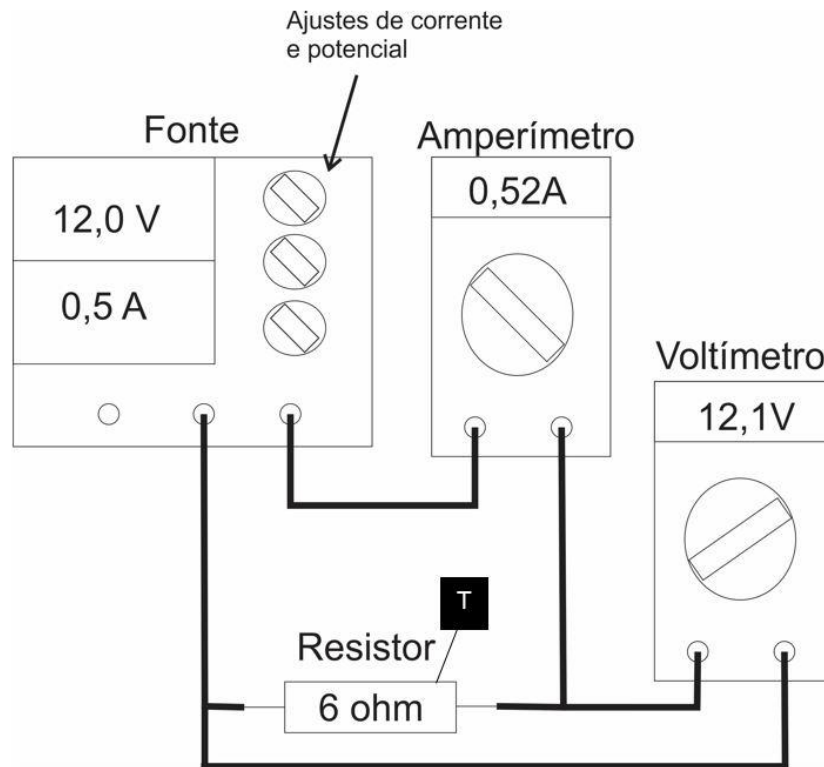


Figura 3.1 – Esquematização do experimento da lei de Ohm
Fonte: Autor

A Figura 3.1 mostra um esquema do aparato. Uma fonte de tensão regulável está ligada a um resistor. Para as medições e obtenção de dados, foram utilizados um voltímetro (ligado em paralelo) e um amperímetro (ligado em série) ao circuito e um termômetro (representado pela letra “T”) conectado ao resistor.

A partir dos valores expressos nos medidores, os estudantes puderam montar uma tabela relacionando os dados gerados no experimento. Ou seja, no roteiro foi sugerido variar a corrente iniciando em zero ampère e selecionado o passo a cada 0,5A. Assim, a variação da corrente gerou uma das colunas da tabela. A outra coluna foi gerada pela observação da tensão (potencial – “voltagem”). Para cada ponto de corrente, existe um valor correspondente de tensão. A Tabela 1 apresenta valores hipotéticos para ilustrar o caso.

Tabela 1 – Dados gerados pelo experimento hipotético

Medida	Tensão (V)	Corrente (A)	Temperatura (°C)
1	00,00	0,00	23,6
2	03,02	0,50	23,6
3	06,01	1,00	23,7
4	09,00	1,50	23,6
5	12,03	2,00	23,7
6	15,01	2,50	23,5
7	18,02	3,00	23,6

A partir de uma breve análise dos dados, observa-se que se trata de um resistor ôhmico, pois a variação de temperatura foi pequena e não aumentou à medida que a corrente crescia, caracterizando este tipo de dispositivo.

Além da abordagem anterior, a partir dos valores de tensão e corrente é possível determinar a resistência e também, e mais importante, concluir uma relação matemática para todos os resistores ôhmicos. Torna-se perceptível uma variação razoavelmente linear entre os pontos da tensão (no caso da corrente, os valores foram ajustados deliberadamente com variação constante e linear, variando os parâmetros da fonte), o que caracterizaria uma função do primeiro grau do tipo:

$$y = ax + b \quad (2.1)$$

Definir os parâmetros da Equação (1) é fundamental para o desenvolvimento da atividade. Para tanto, foi utilizado um *software* de caráter livre, conhecido como 'GNU - Octave'. Este programa é capaz de definir a função a partir dos dados, bem como plotar gráficos.

Após os dados serem introduzidos no Octave, o resultado esperado foi atingido, como exemplifica a Figura 2.2.


```

i = [0.00 0.50 1.00 1.50 2.00 2.50 3.00]
i =
    0.00000    0.50000    1.00000    1.50000    2.00000    2.50000    3.00000
v = [ 0.00 3.02 6.01 9.00 12.03 15.01 18.02]
v =
    0.00000    3.02000    6.01000    9.00000    12.03000    15.01000    18.02000
polyfit (i,v,1)
ans =
    6.0042857    0.0064286

```

Figura 3.2 – Interface do Octave

Fonte: Autor

Como o resistor utilizado no experimento é um conjunto associado de resistores comerciais, sabia-se que o valor teórico do mesmo era de $R = 6\Omega$. O primeiro valor da ultima linha indica, na Figura 2.2, o coeficiente de inclinação da reta do Gráfico 1, ou seja, $a = 6,0042857$. Já o segundo item apresenta a constante $b = 0,0064286$.

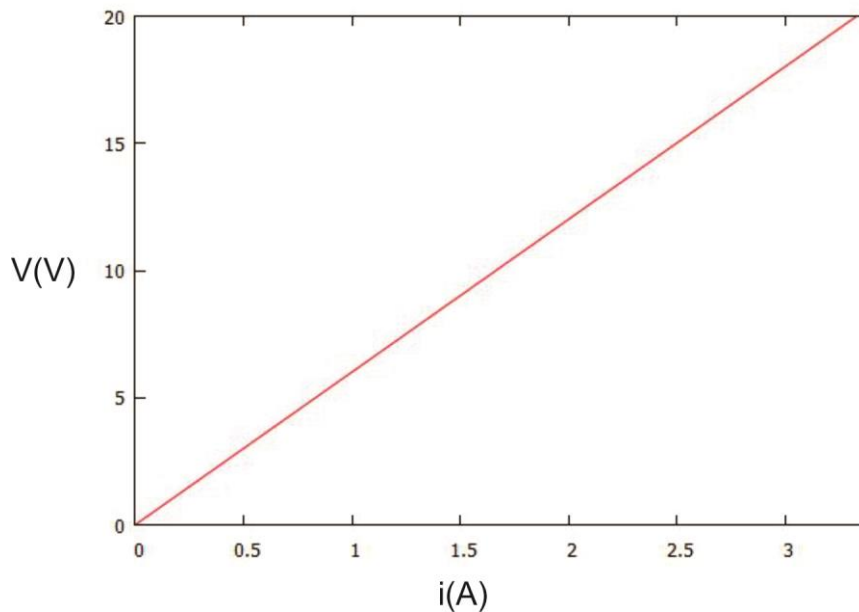


Gráfico 1 – Lei de Ohm

Fonte: Autor

Considerando o Gráfico 1 e as variáveis independente e dependente, conclui-se que o x da equação é igual ao i , o y igual ao V e o R igual ao a . No entanto, o

valor b não corresponde à lei de Ohm, pois verificou-se ser próximo de zero. E como o item é somado à equação, neste caso não interfere na mesma.

Assim sendo, substituindo os itens citados no parágrafo anterior obtêm-se:

$$V = Ri \quad (2.2)$$

Esta forma é conhecida como definição de resistência elétrica, que também pode ser descrita como:

$$i = \frac{V}{R} \quad (2.3)$$

Portanto, foi encontrada uma relação matemática entre as variáveis. Para validar a expressão, outros resistores foram testados e o comportamento foi o mesmo. Porém, quando resistores não ôhmicos foram ligados à fonte (como uma lâmpada incandescente), observou-se que a temperatura aumentava conforme a corrente crescia.

Esta atividade foi repetida em outras oportunidades e locais. No entanto, em nenhuma delas houve cunho de pesquisa e, por isto, não há dados referentes a mesma. Ou seja, neste caso, foi utilizada apenas para exemplificar experimentos reais.

Torna-se importante ressaltar que nesta atividade já foram utilizados recursos de naturezas diferentes, o experimento real e um software, mesclando assim dois tipos distintos de recursos.

Existem ainda os experimentos reais expositivos, os quais não geram dados para concluir relações matemáticas, mas apenas reproduzem algum fenômeno físico. A saber, no mesmo aparato do experimento anterior, pode-se conectar um resistor especial (ou um filamento). Ao aumentar a corrente, observa-se aumento da temperatura, mesmo sem um termômetro e amperímetro, pois o mesmo brilha. Não há dados gerados, mas conclui-se que o aumento de temperatura está associado ao crescimento da corrente.

O experimento real é um importante tipo de recurso didático e possui muitas formas de exploração e desenvolvimento, mesmo com as dificuldades citadas

anteriormente. Portanto, torna-se parte fundamental no ensino de física, principalmente na abordagem desta pesquisa.

Diferentemente dos dois itens na seção anterior, obter experimentos reais torna-se uma tarefa difícil, considerando a disponibilidade deles. Existem duas maneiras de obtenção deste tipo de experimento: adquiri-los de empresas especializadas no ramo ou construí-los, normalmente utilizando material de baixo custo ou sucatas. Devido à dificuldade da aquisição de experimento, esta subseção será focada na construção do mesmo.

Para fabricação de experimentos, há diversos portais na Web, como o “Feira de Ciências” (2014), sítio privado, que disponibiliza diversos tutorias para desenvolvimento de experimentos de física.

Nesta pesquisa, será criado um experimento sobre transformação de cinética em energia elétrica (representando uma hidroelétrica), através de um motor sob condições das leis da indução de Faraday-Lenz, as quais se referem à indução eletromagnética, descrito nos próximos capítulos.

3.3.3 Experimentos Virtuais

Os simuladores são experimentos virtuais capazes de simular ou emular alguma realidade física. São desenvolvidos para dois propósitos: fins científicos ou para fins educacionais. No primeiro deles, a complexidade dos modelos simulados em computadores de grande porte e extremo desempenho é altíssima. Este tipo de utilização da tecnologia informática geralmente é designado às áreas de física de partículas, teorias de muitos corpos e astrofísica, entre outros. Já os modelos cuja destinação está voltada para o ensino de física são sintetizados e simplificados, normalmente em casos ideais, visando à aprendizagem.

Neste âmbito, vale ressaltar a diversidade de objetos existentes na Web. São inúmeros portais, como Portal do Professor, Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED), Física Vivencial, Physics Education Technology (Phet – Interactive Simulations), entre outros, produtores e/ou mantenedores de simuladores e outros recursos virtuais.

Para exemplificar os simuladores, será utilizado o experimento virtual empregado posteriormente na dissertação como base comparativa com os parâmetros do Plano Nacional do Livro Didático (PLND).

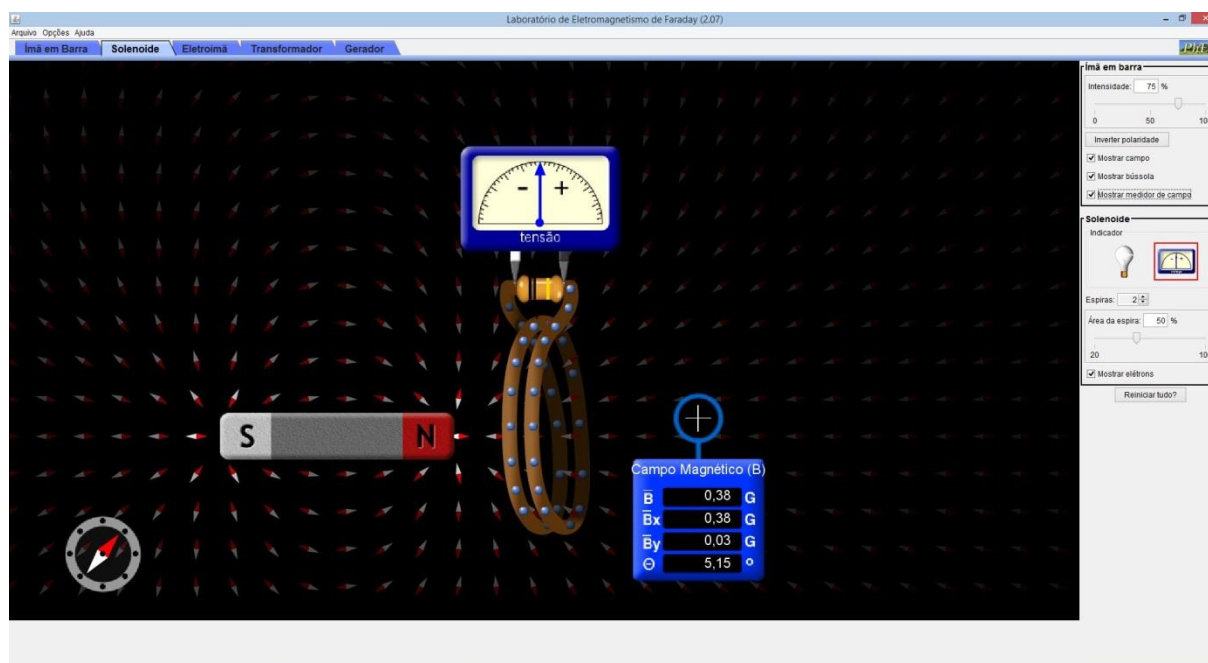


Figura 3.3 – Interface do Simulador Laboratório Eletromagnético de Faraday – PhET
Fonte:

Neste caso, a proposta é ligeiramente diferente em relação à do experimento real. Desta vez, não há dados para gerar-se um gráfico, como no caso da aba “Solenóide”. Esta representação visa mostrar o comportamento bidimensional do campo magnético em relação a uma barra de ímã, além de exemplificar o potencial elétrico induzido pela variação do fluxo magnético ao atravessar o solenoide.

Existem, também, experimentos virtuais geradores de dados. Estes softwares são desenvolvidos para produzirem valores úteis, bem como para determinação de relações matemáticas e/ou constantes, análise e criação de gráficos, entre outros. Para este caso, uma situação ou aparatos reais são simulados computacionalmente e os dados são simultaneamente expressos na interface, associado a esquemas que representam o andamento da simulação.

Segundo Souza Filho (2010, p.30), “uma simulação computacional não configura um experimento de laboratório, já que, na maioria das vezes, é uma simplificação de como a natureza se comporta.” Assim, estes não substituem

completamente o experimento real, mas são capazes de desenvolver papéis importantes, principalmente em locais onde laboratórios são escassos ou ineficientes. Ainda podem ser mesclados com os outros tipos de recursos, o que pode agregar qualidade ao planejamento, como é o caso desta pesquisa.

Os portais didáticos são domínios (geralmente pertencem às Instituições de Ensino ou ao Governo) na Rede Mundial de Computadores (Internet) que possuem em seus servidores diversos objetos educacionais virtuais. Estes objetos são hipermídias como hipertextos, animações, vídeos, áudios, fotografias e simulações.

O cenário é favorável para a reprodução destes tipos de recursos, pois os computadores estão atualmente munidos de *hardwares* razoáveis, processadores *multicore* de altas frequências, além de significativa memória RAM e discos rígidos potentes, aliados ao acesso simples e rápido à rede mundial de computadores. Ou seja, as máquinas não terão problemas em rodar recursos como os simuladores.

Estes simuladores são construídos através da linguagem de programação conhecida com JAVA e atualmente observa-se migração para o HTML 5, o que proporciona maior flexibilidade, pois roda em qualquer navegador, bem como em dispositivos móveis. No entanto, ainda são poucos simuladores do *Physics Education Technology* (PhET – *Interactive Simulations* - University of Colorado at Boulder), portal escolhido para servir como fonte de recursos didáticos para esta dissertação (descrito posteriormente), que estão disponíveis nesta extensão. Originalmente, os PC não dispõem deste recurso (JAVA). No entanto, após alguns procedimentos, o computador, independentemente de seu sistema operacional, está inteiramente apto para receber os simuladores sem problemas.

3.4 Realidade versus Virtualidade de Experimentos

O aumento considerável das Tecnologias da Informação, principalmente a informática, através do barateamento e produção em séries de peças para computador, criou uma nova dimensão no cenário geral social, bem como na educação. Diversos sistemas foram desenvolvidos, visando o ensino de todas as áreas do conhecimento. No caso específico da física, experimentos reais foram virtualizados, como afirma Hestenes (1996), explicando a simplicidade de

computadores emularem e simularem experimentos reais. Desde a década de 1970 (nos Estados Unidos da América), as TIC são utilizadas voltadas para educação. Se naquela época já havia autores defendendo e mostrando a facilidade da utilização de objetos virtuais – no período em que os computadores não eram tão comuns como atualmente (principalmente nas escolas) - hoje, com a explosão no número de PC disponíveis no mercado (a popularização deu-se em parte pelo barateamento de *hardware*), o que reflete associadamente no número de máquinas acessíveis aos estudantes, tanto na escola como em suas residências. Segundo dados (citados durante uma capacitação de professores), da Oitava Coordenadoria de Educação (8ªCRE) do Estado do Rio Grande do Sul, todas as escolas urbanas de abrangência desta coordenadoria possuem laboratório de informática (Isto não significa que os investimentos neste tipo de recurso devem ser finalizados, pois como citado no capítulo 1, há diversos problemas a serem resolvidos nestes laboratórios). Assim, utilizar simuladores torna-se menos complicado. Por outro lado, os experimentos reais, presentes há décadas no ensino, também são relevantes. Logo, questões de qual tipo de experimento utilizar, qual possui melhores resultados ou se esta divisão é realmente necessária surgem no horizonte e são de suma importância.

Heidemann et al. (2012) fazem uma análise bibliográfica sobre autores que defendem visões diferentes neste contexto e concluem que a melhor solução seria a utilização de ambos os tipos de recursos, citando algumas vantagens desta abordagem:

- podem explorar as potencialidades de ambos os métodos de experimentação (empírica e computacional);
- promovem a compreensão conceitual melhor do que os dois recursos isoladamente;
- influenciam a atitude dos alunos, motivando-os e promovendo seu engajamento nas atividades propostas (HEIDEMANN et al., 2012, p. 06).

Mesmo os computadores tendo a capacidade de agregar os modelos científicos de maneira aceitável, a complexidade de um aparato real não pode ser reproduzida nesta interface. Ou seja, a construção e análise do conhecimento científico e o “fazer ciência” podem ser explorados sobre ambos os tipos mesclados, o qual é um dos objetivos desta pesquisa.

3.5 Definição do Portal de Recursos Didáticos

Os Parâmetros Curriculares Nacionais e suas Transversalidades (PCN+) para o Ensino e Aprendizagem de Física estão previsto de acordo com o texto: **“Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais”** situado no domínio virtual da Sociedade Brasileira de Física (SBF), que elenca seis temas estruturadores, os quais orientam e organizam os conteúdos de forma sugestiva para o desenvolvimento de competência e habilidades em física da seguinte forma:

- 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

Este arranjo abrange os componentes relacionados à física do dia a dia dos discentes, definindo, assim, uma sugestão de estrutura próxima da realidade do cotidiano dos mesmos e, como sugere o texto, estão interligados e não devem ser abordados separadamente.

A definição do portal que contenha o recurso didático (um simulador que irá fazer parte da pesquisa deste projeto de dissertação) será baseada em dois grandes domínios, o Portal do Professor, do MEC e o PhET, da Universidade de Colorado em Boulder. Estes dois serão analisados para verificar se os seis temas estruturadores estão contemplados nos objetos educacionais, exclusivamente do tipo simulador. O objetivo desta análise consiste em verificar se todas as áreas da física para o ensino médio brasileiro, organizadas nos Temas Estruturadores, estão contempladas e, a partir daí, serem trabalhadas utilizando este tipo de recurso, provindo destas fontes. O primeiro portal a ser analisado é o PhET, portal internacional (com base norte-americana e traduções para diversos países) e, posteriormente, o Portal do Professor, maior do Brasil no ramo, com vasta gama na diversidade dos tipos de recursos em todas as áreas do conhecimento.

3.5.1 PhET - University of Colorado at Boulder

Este portal é mantido por um grupo de pesquisadores da University of Colorado at Boulder, Estados Unidos da América (USA), que inclui professores associados, colaboradores, engenheiro de software, pesquisadores, entre outros. Com dezenas de simulações em física e outras áreas do conhecimento, como química, matemática e biologia, o PhET possui apoio pedagógico através de um sistema de envio para o portal. Os professores e colaboradores podem emitir suas “teaching ideas” (ideias para o ensino) para que toda a comunidade possa utilizá-las. Estas atividades são heurísticas, com roteiros e até mesmo análises das simulações. Algumas destas ideias são produzidas pelo próprio grupo do PhET. Ainda existe em cada recurso um breve guia para orientar o professor. Por possuir um perfil baseado em simuladores e ter sido amplamente utilizado pelo pesquisador, este portal foi selecionado como provável fonte do experimento virtual. A Figura 2.4 apresenta a interface inicial do portal em português do Brasil.

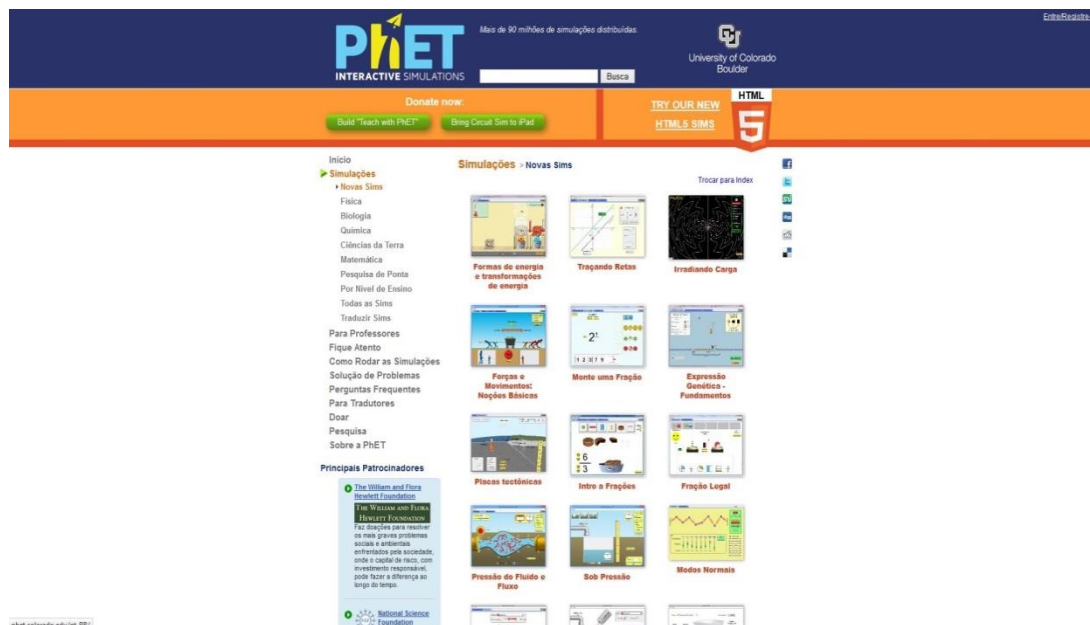


Figura 3.4 – Interface geral do PhET

Fonte: PhET

Na tela principal existe um menu que organiza os recursos por critérios de áreas e nível de ensino. Ao abrir a seção “Física”, um submenu aparece conforme a Figura 2.5 a seguir:



Figura 3.5 – Sub Menu Física do Phet
Fonte: Phet

As subseções são: “Movimento; Som & Ondas”; “Trabalho, Emergência & Potência”; “Calor & Termodinâmica”; “Fenômenos Quânticos”; “Luz & Radiação”; “Eletricidade, Ímãs & Circuitos”. A partir disso, já é possível perceber semelhanças com os Temas Estruturadores e os subitens da seção “Física” no PhET, pois os temas de F1 a F5 estão contemplados, conforme Quadro 01 abaixo:

Temas Estruturados do Ensino de Física (PCN+)	Portal Phet
F1 – movimentos: variações e conversações	coincide com o primeiro subitem do portal, “Movimento”.
F2 – Calor, Ambiente, Fontes e Usos de Energia	está de acordo com mais de um subitem do portal, sendo estes: “Calor & Termodinâmica”; “Trabalho Energia & Potência”; “Eletricidade Ímãs & Circuitos”.
F3 – Equipamentos Eletromagnéticos & Telecomunicações	está associado ao subitem “Eletricidade Ímãs & Circuitos”.
F4 – Som, Imagem e Informação	possui similaridades ao “Luz & Radiação”, bem como ao “Som & Ondas”.
F5 – Matéria e Radiação	este tema pode ser equiparado ao “Luz & Radiação e Fenômenos Quânticos” do portal.
F6 – Universo, Terra e Vida	não possui referencia direta nos subtópicos de física no portal, no entanto, ao digitar “astronomia” na busca, a pesquisa remete a duas simulações, uma delas sobre órbitas no sistema solar o que está de acordo com o tema F6.

Quadro 1 – Comparação dos temas estruturados do ensino de Física dos PCN com o Portal Phet

Fonte: Autor.

Para continuar a verificação se os Temas Estruturadores estão contemplados no portal, será citado um exemplo de cada um deles, do F1 ao F6. Para o tema F1, referente aos movimentos, pode-se destacar o simulador: “Rampa: Força e Movimento” (http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/ramp-forces-and-motion). Este *applet* trabalha com uma rampa, explorando os conceitos de velocidade, aceleração, força de atrito estático e cinético, oscilações, conservação de energia e as leis de inércia, princípio fundamental da dinâmica, ação e reação descritas originalmente por Newton. Ao abranger todos estes tópicos, o tema F1 fica contemplado no portal.

O tema “Calor Ambiente, Fontes e Usos de Energia” (F2) está relacionado a mais de um subitem de física no portal. No entanto, para melhorar a dinâmica, será selecionado apenas um simulador, neste caso, o de “Formas de Energia e Transformações de Energia” (http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-forms-and-changes). Este aplicativo apresenta as diversas transformações de energia através de um esquema que simula as fontes de energia térmica, mecânica, como em termoelétricas e hidroelétricas, além da energia solar (luminosa) e química;

os aparatos tecnológicos responsáveis pela transformação, com dínamo, e painel solar e equipamentos que funcionam consumindo a energia gerada, como aquecedor e lâmpada. Também ressalta que parte da energia é transformada em térmica nos processos geração e utilização. O tema F2 está de acordo com este simulador e, portanto, contempla o mesmo.

O tema F3 - Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações - trata de rádios, televisores, computadores e outros aparelhos que envolvam as TIC e o eletromagnetismo como princípio básico de funcionamento. No PhET, existe um simulador chamado: “Ondas de Rádio e Campos Eletromagnéticos” (http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/radio-waves). Uma estação de rádio e uma casa que recebem o sinal estão representadas na interface. Ou seja, é possível simular como é feita a transmissão de rádio, a partir da análise da variação do campo eletromagnético, o que se encaixa na proposta do tema F3.

O tema F4 - Som, Imagem e Informação - é semelhante ao anterior (F3) e faz referência novamente às TIC. Desta vez, o simulador escolhido foi “Interferência de Ondas”. Este experimento virtual contém o aparato da fenda dupla para som e luz. Nele, é possível estudar a interferência e superposição de ondas, além da dualidade onda-partícula da luz. Por incluir estes tópicos, está de acordo com o tema F4.

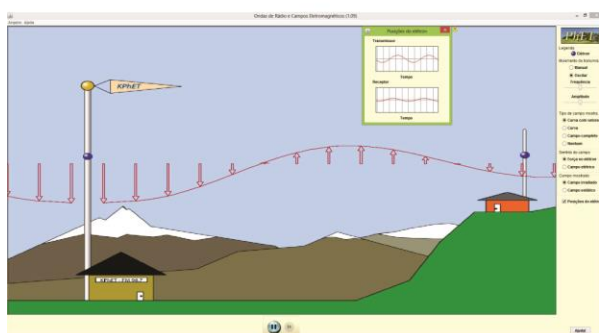
Já o tema F5 - Matéria e Radiação - está representado pelo simulador do “Efeito Fotoelétrico” (http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric). Neste aplicativo, pode-se simular o efeito fotoelétrico explorando as propriedades da matéria e da radiação. Por este motivo, o tema F5 está contemplado no PhET pelo menos através deste objeto.

Por fim, o tema F6 - Universo, Terra e Vida - conforme explicado anteriormente, está contemplado no portal pelo simulador “Gravidade e Órbita” (http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/gravity-and-orbits), voltado para astronomia, pois simula diversas órbitas entre sol, Terra e lua, além de satélites não naturais e a Estação Espacial Internacional (ISS). Observou-se que ao menos um recurso do PhET está de acordo com um dos seis temas estruturadores sugeridos pelos PCN. Para melhor exemplificar, a Figura 2.6 ilustra a interface de cada um deles com seus respectivos temas:

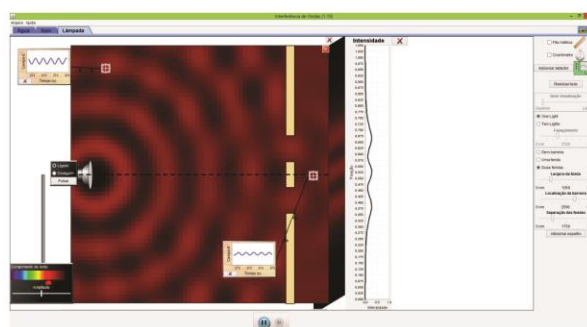


F1

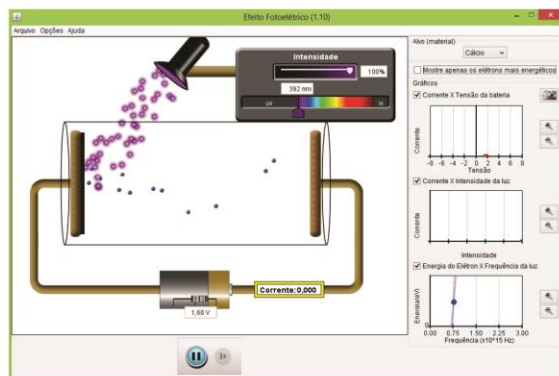
F2



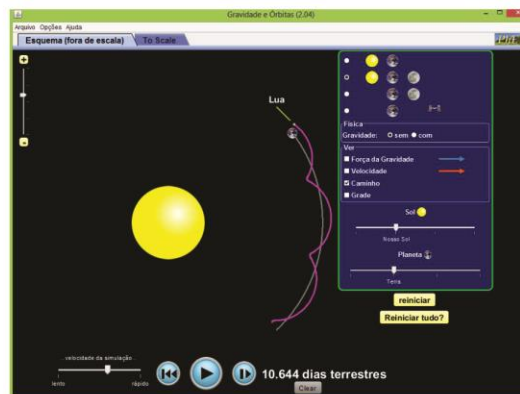
F3



F4



F5



F6

Figura 3.6 – Simuladores e seus Temas Estruturadores
Fonte: Phet

O portal PhET foi criado e é mantido nos Estados Unidos da América. Portanto, não tem relação com as políticas públicas brasileiras e não possui compromisso em contemplá-las. Porém, ainda é possível observar que os PCN estão, de alguma forma, contemplados no portal. Após esta breve análise, ficou demonstrado que ao menos um simulador está de acordo com os Temas

Estruturadores e isto é importante, pois ajuda a organizar o ensino de física e pode ser útil para outros professores, além do pesquisador em seus planejamentos e aulas.

3.5.2 Portal do Professor

O Portal do Professor é um repositório. “Trata-se de bases de dados online que reúnem de maneira organizada a produção científica de uma instituição ou área temática” (BRASIL, 2014). Ou seja, todos os professores podem contribuir colaborativamente com seus materiais e produções, além dos recursos construídos pelos pesquisadores das instituições de ensino do mundo todo. Estes repositórios possuem metadados, que podem ser basicamente definidos como "dados que descrevem os dados"; ou seja, são informações úteis para identificar, localizar, compreender e gerenciar os dados” (IBGE, 2014). Isto é importante, pois aprimora a busca de objetos no banco de dados, conforme constatado no portal. Ele possui uma vasta gama de recursos educacionais virtuais, sendo eles fotografias, áudios, vídeos, textos, hipertextos, animações, simuladores e experimentos. Boa parte dos simuladores são escritos em *flash* e tem carácter de animação, com poucas opções de interação através da interface; portanto, pode ser definido como um experimento virtual. Os experimentos ou são guias para construção de experimentos reais (maior parte) ou são os objetos do PhET e, em alguns casos, do portal Física Vivencial, entre outros. Ou seja, também é uma coletânea de recursos de outras fontes. A Figura 2.7 mostra este portal após uma busca na seção “Multimídia – Recursos Educacionais” com a busca: “Movimento”:

The screenshot shows the 'Portal do Professor' website interface. At the top, there is a navigation bar with 'BRASIL', 'Acesso à informação', 'Faltam 21 dias para a Copa', 'Participe', 'Serviços', 'Legislação', and 'Canais'. Below this is a green header with the portal logo and navigation tabs: 'ESPAÇO DA AULA', 'JORNAL', 'MULTIMÍDIA', 'CURSOS E MATERIAIS', 'COLABORAÇÃO', 'LINKS', and 'PLATAFORMA FREIRE'. A search bar is located in the top right corner.

The main content area is titled 'MULTIMÍDIA' and includes a text block: 'Professor(a), conheça os conteúdos multimídia publicados no Portal para todos os níveis de ensino e em diversos formatos. Os conteúdos poderão ser acessados por palavras-chave ou pela busca avançada. Alguns materiais exigem programas para serem visualizados, veja no link abaixo. Acesse também as coleções de conteúdos, os sites temáticos e os cadernos didáticos. Nesse momento, há conteúdos e coleções publicadas.'

Below the text are five categories: 'RECURSOS EDUCACIONAIS', 'COLEÇÕES DE RECURSOS', 'SITES TEMÁTICOS', 'CADERNOS DIDÁTICOS', and 'TV ESCOLA AO VIVO'. A search bar is also present in this section with the text 'movimento' and a search icon.

The search results section is titled 'Resultados da busca' and shows 'Sua busca retornou 1290 recursos para movimento (0,103 segundos) Ver mais'. The results are presented in a table with columns for 'TIPO', 'RECURSO', and 'OBJETIVO'.




TIPO	RECURSO	OBJETIVO
 158.5 KB	<p>► Movimento Parabólico e Movimento Linear Uniformemente Acelerado Educação Básica::Ensino Médio::Física::Movimento, variações e conservações 14/06/2009 ★★★★★ 0 comentário(s) 420 acessos Idioma: Inglês Palavras-chave: [Movimento parabólico, Movimento uniformemente acelerado, Velocidade, Projétil]</p>	Mostrar a trajetória de um projétil com movimento parabólico e com movimento uniformemente acelerado
 22.6 KB	<p>► Movimento Unidimensional Educação Básica::Ensino Médio::Física::Movimento, variações e conservações 15/12/2008 ★★★★★ 0 comentário(s) 236 acessos Idioma: Português Palavras-chave: [Movimento retardado, Movimento retilíneo uniformemente variado, Movimento acelerado]</p>	Ajudar na visualização de como a aceleração influencia no movimento de um corpo
	<p>► Mago da física - ondas estacionárias Educação Básica::Ensino Médio::Física::Movimento, variações e conservações 02/06/2008 ★★★★★ 0 comentário(s) 447 acessos</p>	Identificar a formação de ondas estacionárias e entender a diferença

Figura 3.7 – Portal do Professor
 Fonte: Portal do Professor

À esquerda fica o tipo de arquivo e a imagem 2.7 mostra-se em vídeo e flash. Existem também: áudio, experimento (pode ser real ou virtual), imagem e rede conceitual. No centro, está situado o nome do recurso, palavras-chave, breve descrição, *feedback* dos professores que já o utilizaram e à direita o objetivo do mesmo. Observa-se que apenas para o tema F1 há 1290 recursos relacionados. Além disto, ao abrir as opções avançadas de busca e escolher “Física” e “Ensino Médio” no campo Tema, conforme a Figura 2.8 abaixo, é possível ver as semelhanças entre os seis temas (F1 a F6).

MULTIMÍDIA

Professor(a), conheça os conteúdos multimídia publicados no Portal para todos os níveis de ensino e em diversos formatos. Os conteúdos poderão ser acessados por palavras-chave ou pela busca avançada. Alguns materiais exigem programas para serem visualizados, veja no link abaixo. Acesse também as coleções de conteúdos, os sites temáticos e os cadernos didáticos. Nesse momento, há conteúdos e coleções publicadas.

RECURSOS EDUCACIONAIS

COLEÇÕES DE RECURSOS

SITES TEMÁTICOS

CADERNOS DIDÁTICOS

TV ESCOLA AO VIVO

Instale os programas que não possui para visualizar os Conteúdos Multimídia

movimento

Nível de Ensino Modalidade

Tipo de pesquisa
Ensino Médio

Componente curricular
Física

Tema

- Calor, ambiente e usos de energia
- Conhecimentos básicos e fundamentais
- Equipamentos elétricos e telecomunicações
- Fenômenos elétricos e magnéticos
- Matéria e radiação
- Mecânica e funcionamento do universo
- Movimento, variações e conservações
- Oscilações, ondas, óptica e radiação
- Som, imagem e informação
- Universo, terra e vida

[Esconder opções extra de busca](#) [Listar todos](#)

Resultados da busca

Sua busca retornou 980 recursos para movimento | Ensino Médio:Física (0,073 segundos) [Ver mais](#)

TIPO	RECURSO	OBJETIVO
30.3 KB	<p>► Pêndulo</p> <p>Educação Básica::Ensino Médio::Física::Movimento, variações e conservações</p> <p>Educação de Jovens e Adultos - 2º ciclo::Ciências Naturais::Visões de mundo</p> <p>15/12/2008 ★★★★★ 0 comentário(s) 174 acessos</p> <p>Idioma: Português</p> <p>Palavras-chave: [Pêndulo, Movimento periódico, Movimento circular, movimento harmônico, aceleração, velocidade, movimento linear, cinemática, Movimento ondulatório]</p>	Ajudar o aluno na compreensão do movimento de um pêndulo
158.5 KB	<p>► Movimento Parabólico e Movimento Linear Uniformemente Acelerado</p> <p>Educação Básica::Ensino Médio::Física::Movimento, variações e conservações</p> <p>14/06/2009 ★★★★★ 0 comentário(s) 420 acessos</p> <p>Idioma: Inglês</p>	Mostrar a trajetória de um projétil com movimento parabólico e com movimento uniformemente acelerado

Figura 3.8 – Temas Estruturadores no Portal do Professor

Fonte: Portal do Professor

Esta imagem indica que este portal foi desenvolvido pensando nas políticas públicas brasileiras, uma vez que se trata de um portal nacional mantido pelo MEC.

Como dos experimentos virtuais deste portal boa parte se remete ao PhET e se está em busca de um sítio que possui um simulador, foi escolhido o tema T1 para ilustrar um objeto em flash do Portal do Professor. O nome do recurso é Conservação da Quantidade de Movimento e trata de colisões através de patinadores em uma pista de gelo conforme representa a Figura 2.9 representa:

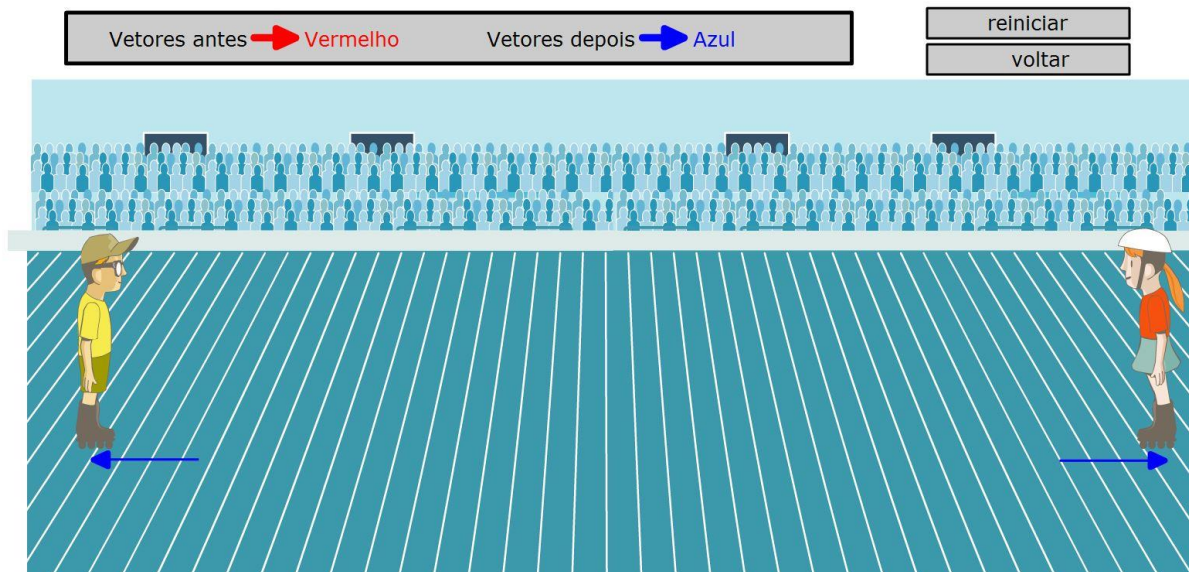


Figura 3.9 – Interface do Simulador

Fonte: Portal do Professor

Com foco em todos os tipos de recursos, ao explorar os seis temas estruturadores, através da pesquisa no portal, observa-se uma vastíssima gama de objetos, o que proporciona ao professor diversos caminhos a seguir de acordo com a sua necessidade. Portanto, fica claro que o Portal do Professor, ao menos para o Ensino de Física, contempla todos os Temas Estruturadores de maneira ampla e diversificada. No entanto, não possui simuladores que sirvam como experimento virtual para esta pesquisa. Quando apresenta este tipo de recursos, normalmente são do próprio PhET e, por este motivo, o PhET será portal fonte do experimento virtual, o qual mediará as práticas escolares e de pesquisa neste trabalho.

Uma vez definido o portal, torna-se necessário escolher qual recurso será analisado. Foi buscado um simulador que tenha contribuição brasileira (“ideias para aula”). A busca remeteu ao “Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday” (http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/faraday), uma suíte que contempla os itens ímã, transformador, gerador e eletroímã, para ser analisado a seguir, em relação ao Plano Nacional do Livro Didático (PNLD).

3.5.3 Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) e suas relações com os recursos digitais

O Livro Didático na escola pública brasileira passa por um processo de avaliação através do programa Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) do MEC. Ou seja, todos os livros didáticos adotados nas escolas públicas devem contemplar os critérios do PNLD. Como durante esta pesquisa o livro didático estará presente, pois será foco de pesquisa ao investigar se existem pontos semelhantes entre o livro utilizado e o experimento virtual, também será verificado se os critérios do PNLD contemplam o objeto escolhido (Laboratório de Eletromagnetismo de Faraday) e uma de suas “ideias para o ensino”, material integrante do objeto.

O Plano Nacional do Livro Didático 2015 (PNLD) foi elencado como referência para avaliação do experimento virtual pois ao utilizá-lo faz-se certa consonância entre o experimento virtual e o livro, considerando que ambos passaram por critérios similares. Além disto, a escola na qual foi desenvolvida as atividades práticas de pesquisa está situada no Brasil. Então, é interessante utilizar as diretrizes nacionais. Uma adaptação foi feita pelo pesquisador para que os critérios do PNLD 2015 fossem convergidos para o simulador. Para o componente curricular Física foi observado se o objeto didático:

(1) utilizou o vocabulário científico como recurso para a aprendizagem das teorias e explicações físicas, sem privilegiar a memorização de termos técnicos e definições, não se pautando, portanto, somente por questões de cópia mecânica ou memorização;

Este item não sofre alteração, pois todos os seus parâmetros são utilizáveis à simulação e atividade e/ou suportes didáticos (como revisões, atividades, roteiros, heurística, etc.).

(2) Introduziu assunto ou tópico conceitual, levando em consideração as concepções alternativas que alunos típicos de educação básica costumam manifestar e que já estão sistematizadas na literatura nacional e estrangeira da área de pesquisa em ensino de Física, bem como as suas experiências socioculturais;

Este simulador tem o objetivo de representar um fenômeno físico. Assim sendo, não há exatamente suporte a contextos socioculturais. Desta forma, este

tópico analisa diretamente o apoio pedagógico: roteiros, heurísticas, etc. Portanto, os planejamentos devem conter a contextualização requerida.

(3) propôs discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, promovendo a formação de um cidadão capaz de apreciar e de posicionar-se criticamente diante das contribuições e dos impactos da ciência e da tecnologia sobre a vida social e individual;

A avaliação deste aspecto é similar a anterior. A simulação trabalhada apresenta aparatos tecnológicos para representar fenômenos físicos, mas as maiores contribuições viriam dos suportes didáticos.

(4) apresentou exercícios e problemas de modo claro, de acordo com a função de cada tipo de questão/atividade. Os problemas deveriam ser apresentados mediante enunciados acompanhados da contextualização da situação-problema específica e deveriam ser abertos o suficiente para estimular/permitir estimativas e considerações por parte do professor e do aluno;

Mais uma vez, os suportes didáticos são o foco deste item (número quatro). No entanto, esta simulação pode assumir o papel das situações-problemas e os exercícios podem ser resolvidos através da análise do recurso didático, utilizando a simetria-invertida. Então, este aspecto pode ser aplicado parcialmente ao experimento virtual e totalmente às heurísticas.

(5) utilizou abordagens do processo de construção das teorias físicas, sinalizando modelos de evolução dessas teorias que estivessem em consonância com vertentes epistemológicas contemporâneas;

A modelagem é uma das composições mais relevantes no processo de construção do conhecimento científico. Os objetos didáticos digitais e virtuais são capazes de simular as condições de determinados fenômenos físicos, tanto na natureza como em laboratório. Além disto, alguns possuem possibilidade de explorar e construir o modelo físico na própria interface gráfica; logo, se torna um item necessário para avaliação.

(6) apresentou arranjos experimentais ou experimentos didáticos realizáveis em ambientes escolares típicos, previamente testados e com periculosidade controlada, ressaltando a necessidade de alerta acerca dos cuidados específicos para cada procedimento;

Não se aplica, pois se trata de um experimento virtual.

(7) trouxe uma visão de experimentação afinada com uma perspectiva investigativa, mediante a qual os jovens são levados a pensar a ciência como um campo de construção de conhecimento, onde se articulam, permanentemente, teoria e observação, pensamento e linguagem. Nesse sentido, seria absolutamente necessário que a obra, em todo o seu conteúdo, fosse permeada pela apresentação contextualizada de situações-problema que fomentassem a compreensão de fenômenos naturais, bem como a construção de argumentações;

As simulações computacionais para o Ensino de Física suportam o aspecto investigativo. A contextualização e construção de argumentos devem ser contempladas nas heurísticas de suporte à atividade.

(8) estimulou o aluno para que ele desenvolva habilidades de comunicação oral e de comunicação científica, propiciando leitura e produção de textos diversificados, como artigos científicos, textos jornalísticos, gráficos, tabelas, mapas, cartazes, entre outros;

O desenvolvimento destas habilidades nos estudantes está relacionado com o suporte pedagógico. Os simuladores são ferramentas que proporcionam a leitura e produção de gráficos, tabelas, etc. Ou seja, este item deve ser levado em consideração para análise.

(9) utilizou analogias e metáforas de forma cuidadosa e adequada, garantindo a explicitação de suas semelhanças e diferenças em relação aos fenômenos/conceitos estudados, bem como de seus limites de validade;

A veracidade dos modelos científicos apresentados pelo objeto e seus limites devem estar de acordo com as leis da física.

(10) utilizou ilustrações de forma adequada, tendo em vista sua real necessidade e sua referência explícita e complementar ao texto verbal;

Este item pode ser adequado a simulações analisando as ilustrações, botões, interface gráfica, etc. Ainda, deve estar de acordo com os aspectos explicativos e o roteiro de atividade.

(11) evitou utilizar somente situações idealizadas, fazendo referências explícitas sobre as condições das situações trabalhadas, quando essas se fizeram

necessárias; e evitou, também, apresentar situações de realização impossível ou improvável, sinalizando claramente quando se utilizou de referências do gênero ficção científica;

A aproximação do cotidiano ao ensino de física, através da situação-problema e simetria invertida, pode aumentar a qualidade da aprendizagem e diminuir as idealizações dos modelos. Então, este item aplica-se tanto para a simulação quanto para o suporte.

(12) evitou apresentar fórmulas matemáticas como resultados prontos e acabados, sem trazer deduções explícitas, quando eram pertinentes e cabíveis, ainda que na forma de itens complementares ou suplementares ao texto principal;

Evitar resultados prontos e construir o conhecimento é um dos objetivos dos do planejamento o qual será desenvolvido em parte através do simulador. O texto principal, neste caso, pode ser a heurística para a atividade fornecida como apoio ao professor.

(13) apresentou expressões matemática de leis, sempre acompanhadas de seus enunciados próprios e em forma adequada, bem como da especificação de suas condições de produção ou criação;

A correta e coerente união entre a heurística e o objeto de aprendizagem tornam-se essencial para bom desempenho da atividade. Mesclar ambos apresentando leis matemáticas e enunciado é item valioso para fazer o processo de escolha do portal.

(14) evitou apresentar enunciados de leis, caracterização de teorias ou modelos explicativos, desacompanhados de suas condições de utilização, bem como de seus limites de validade;

Mais uma vez, a aplicação das leis e suas validades estão presentes no PLND. Portanto, tanto a sugestão de atividade como o simulador devem contemplar este tema.

(15) tratou, sempre de forma articulada, tópicos conceituais que são claramente inter-relacionados na estrutura conceitual da ciência Física e introduziu/apresentou cada tópico ou assunto mediante a necessária problematização;

A problematização é absolutamente necessária para utilização de simulações no ensino de física.

(16) tratou de forma adequada e pertinente, considerando os diversos estudos presentes na literatura atual da área, tópicos usualmente classificados como de Física Moderna e Contemporânea e que sejam considerados importantes ou mesmo imprescindíveis para o exercício da cidadania ativa, crítica e transformadora, bem como para a inserção ativa, crítica e transformadora no mundo do trabalho;

Não é aplicável, pois o simulador não trata de física moderna.

(17) apresentou os conteúdos conceituais da Física sempre acompanhados, ou partindo de sua necessária contextualização, seja em relação aos seus contextos sócio-cultural-histórico-econômicos de produção, seja em relação a contextos cotidianos em que suas utilizações se fizessem pertinentes, evitando a utilização de contextualizações artificiais para esses conteúdos.

O item dezessete reforça o que foi requerido durante o todo o documento. Neste caso, a heurística proposta para o simulador deve contemplar os contextos sociais e problematização do cotidiano.

O texto do MEC ainda possui critérios para o manual do professor. Porém, o recurso analisado carece deste material, tendo apenas um guia de orientação. Então, não serão aplicados os itens desta seção. Para aprofundar a discussão, será trabalhado mais profundamente com o simulador e o PNLD 2015 no próximo parágrafo.

A atividade escolhida foi “Faraday's Electromagnetic Lab” (PhET, 2014), um laboratório virtual que trata da lei de Faraday/Lenz. Esta simulação possui suporte em português – um artigo que descreve e aplica os resultados de uma dissertação de mestrado (MACÊDO e DICKMAN, 2009) através de roteiros para o Ensino Médio – e guia (em inglês) para orientar o professor.

Para a análise parcial, será utilizada esta simulação e o artigo Roteiros de Atividades (PhET, 2014). O simulador possui cinco interfaces gráficas, cada uma com a representação de um fenômeno eletromagnético. São eles: Imã de Barra, Solenoide, Eletroímã, Transformador e Gerador. A Figura 2.6 mostra o simulador na seção “gerador” selecionada.

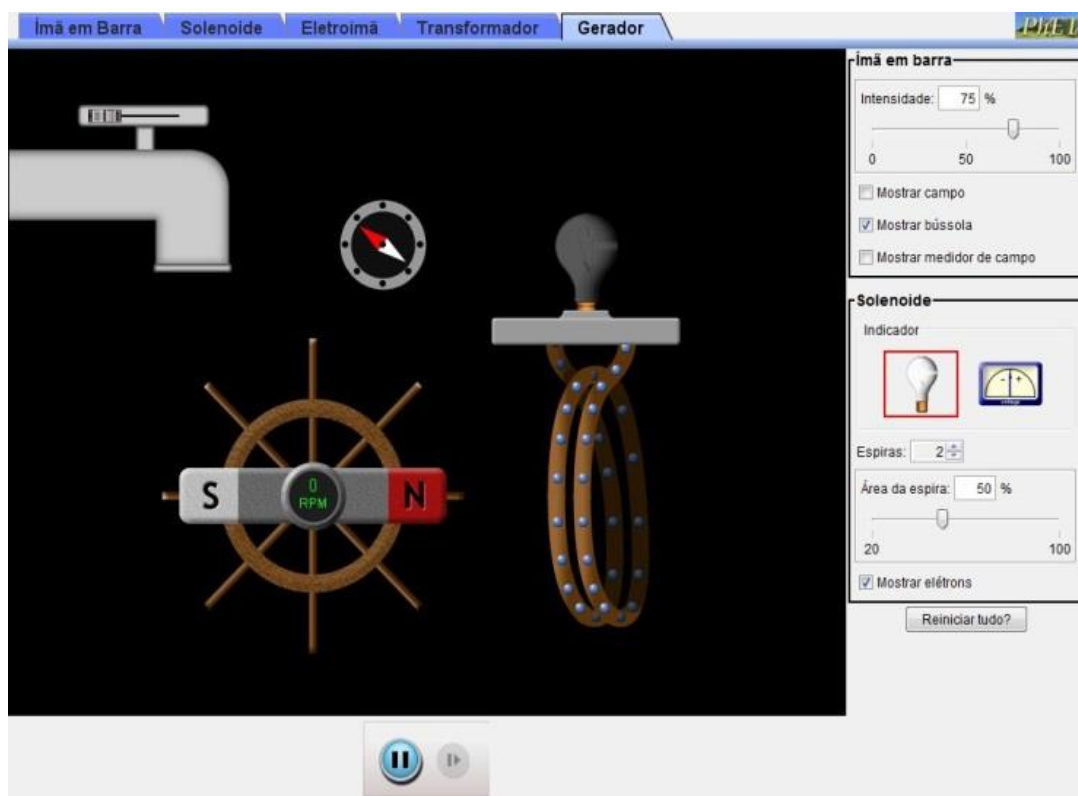


Figura 3.10 – Interface do Simulador Gerador (PhET)

Fonte: Phet

A simulação está de acordo com o item um dos critérios. A interface indutiva pode motivar o estudante a descobrir os efeitos e leis do eletromagnetismo. Além disto, não privilegia reprodução mecânica ou cópia, pois através da interatividade os conceitos podem ser construídos a partir de situações-problemas. Portanto, a simulação contempla o requerido no critério de análise um.

O suporte didático específico para esta atividade (p. 24 a 34 do roteiro: também está de acordo com o critério um, pois propõe simetria invertida e utiliza a simulação como recurso didático para construção do conhecimento, caracterizando-se como heurística. Logo, não possui aspectos reprodutivos (cópias) e instiga o aluno expandir o conhecimento com uma série de perguntas, bem como posteriormente propõe uma pesquisa investigativa sobre o tema.

O contexto sociocultural (do critério dois) está parcialmente contemplado no roteiro. Apesar de sugerir diversas atividades que contém o contexto “de vida” dos alunos e foco em tecnologia, não possui referência às concepções alternativas dos

alunos de Nível Fundamental. Este item não pode ser aplicado à simulação, pois a interface é simplificada, não contendo contextos mais elaborados.

O roteiro enfatiza a tecnologia e suas aplicações na vida dos alunos. A atividade principal, bem como as de pesquisa, está focada em aspectos tecnológicos, como geradores, transformadores, usinas hidroelétricas, etc. Ainda discute a relação entre as fontes de energia e suas sustentabilidades, bem como os impactos ambientais causados pelas usinas. Assim sendo, o suporte didático contempla o item três do critério. A simulação possui aparato tecnológico como transformador e gerador. Porém, este item é aplicável de maneira mais consistente ao roteiro, pois trata de relações entre sociedade e ambiente.

A estrutura do roteiro contempla a simetria invertida. Inicialmente, é apresentada uma situação contextualizada e os conceitos são desenvolvidos utilizando a simulação. Também estão construídas de maneira que possibilitam a mediação professor/alunos através de diálogos sobre a problematização. Desta forma, o item quatro é levado em consideração. Por servir como recurso didático, a simulação também se enquadra ao item quatro.

O roteiro e a simulação não contemplam totalmente o critério cinco. Trata de forma superficial a história da construção do modelo científico e não expande discussões sobre a validade do modelo. Portanto, há parcialidade no requerimento proposto do item.

Um dos focos mais relevantes dos critérios do PNLD é a investigação, a partir da contextualização de situações-problemas para a construção do conhecimento científico. Este tema é também tratado no item sete. O roteiro está de acordo com esta abordagem, pois utiliza simetria invertida, instiga o estudante a pensar sobre a situação proposta e expande o conhecimento com atividades suplementares, como pesquisas extraclases. O simulador apresenta suporte à utilização como recurso didático devido a sua maneira interativa. Portanto, este item é contemplado.

A leitura e produção de habilidades orais e matemáticas, como comunicação e leitura/produção de gráficos, é o assunto do critério de número nove. A sugestão de roteiro não trata especificamente deste tema, pois não há análise ou produção de gráficos presentes na simulação e no texto. No entanto, possui incentivo à prática

oral através de grupos com perguntas e projetos a serem discutidos em sala de aula. Então, o critério oito não é completamente contemplado.

Outra vez, os limites de validade das teorias da física estão presentes nos itens do PLND. Não há preocupação evidente em explorar este aspecto, tanto pela parte do suporte pedagógico como pela simulação. Porém, o critério nove trata também das analogias e contextualizações utilizadas. Neste caso, o roteiro está de acordo com o PNLD, pois não apresenta problemas nas analogias, bem como o simulador, que representa de maneira consistente para o Ensino Médio o fenômeno físico em questão. Logo, boa parte do requerido pelo item é cumprida.

A estrutura gráfica da simulação é bem acabada e os botões são eficientes e autoexplicativos. Há mesclas bem feitas e organizadas entre o texto e a simulação. Portanto, foi contemplado o que o critério dez sugere.

A utilização de situações-problemas aumenta o nível de contextualização e aproxima o cotidiano dos estudantes ao conteúdo a ser trabalhado. O suporte pedagógico com a simulação como recurso didático pode proporcionar melhoria no ensino de física e suprir a exigência do critério onze.

A construção do conhecimento a partir de situações-problemas evita a memorização e resultados prontos nos livros e recursos didáticos. Neste ponto, os materiais analisados estão de acordo com o critério doze. A estrutura da simetria invertida está presente no texto. Assim, torna-se possível explorar a discussão das origens e evolução do modelo.

O critério treze expressa a necessidade entre os enunciados, o ferramental matemático e as contextualizações. No roteiro, há poucas equações e todas são bem aplicadas e conectadas aos seus enunciados. Portanto, este tópico foi contemplado.

As aplicações dos modelos são tratadas de forma abrangente e efetiva. Há diversas atividades e seções tratando da aplicação de cada conteúdo. Ou seja, este ponto está de acordo com o critério quatorze.

Os conteúdos são trabalhados de maneira coerente e estão em consonância com a Física. A problematização é feita a cada novo tópico e utiliza articulação entre as estruturas de temas para o ensino de Física. Logo, o critério quinze foi contemplado.

O roteiro e a simulação possuem potencial para melhoria do ensino e aprendizagem de física. Alguns aspectos, como a contextualização, problematização, simetria invertida e construção do conhecimento a partir da investigação-ação são fundamentais para a qualidade e influenciam de maneira decisiva na escolha do portal. O último critério (dezessete) trata de um resumo dos anteriores, requerendo problematização e contextualização dos temas trabalhos. O suporte pedagógico apresenta esta estrutura.

Os Temas Estruturadores são contemplados pelo portal PhET, em ao menos um recurso representando cada um dos seis temas. Além disto, o simulador escolhido para esta análise e para exemplificar os experimentos virtuais também está de acordo com boa parte do PNLD (adaptado), mostrando certa consonância com o livro didático (submetido ao processo de análise semelhante). Portanto, o PhET está definido como fonte de experimento virtual. Isto era previsível, pois o Phet cedeu ao Ministério da Educação todos seus simuladores através de licenças abertas, como *All PhET software is Copyright (c) The University of Colorado, under the GNU General Public License (GPL) e reative commons*, livre para copiar, distribuir e transmitir a obra e para adaptá-la. Ou seja, o MEC, através das Instituições de Ensino Superior, traduz e disponibiliza no Portal do Professor e no Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE) estes recursos que têm o direito de cópia pertencente ao Phet com licença livre para traduções e adaptações (BRASIL, 2008). Desta forma, os Temas Estruturadores e os critérios do PLND estão de acordo com estes simuladores e a análise feita serviu para dimensionar esta relação, dando um panorama maior da mesma.

No entanto, o representante escolhido para comportar os planejamentos referentes à pesquisa é o simulador Kit de Construção de Circuito (DC), Laboratório Virtual (3.20), pois possui interface gráfica aceitável, suíte completa para montagens de circuitos elétricos, contendo lâmpadas, pilhas, chaves, multímetros (voltímetro, amperímetro), tornando-o o melhor simulador do gênero no portal. Também vale ressaltar que o conteúdo a ser trabalhado refere-se aos instrumentos de medidas, geradores e receptores, como destacado na seção Condições e Ambiente de Pesquisa. A Figura 3.11 apresenta a interface do simulador com um circuito funcional montado.

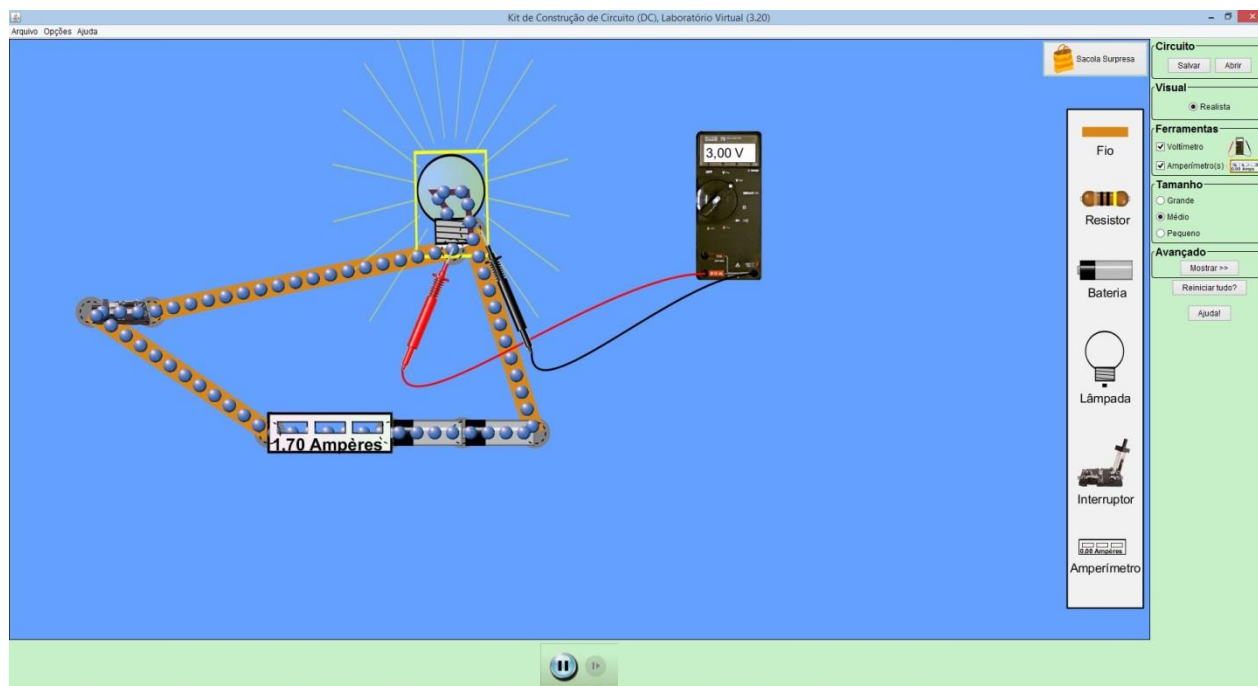


Figura 3.11 – Interface Simulador Circuito (Phet)
Fonte: Phet

4 PLANEJAMENTOS DIDÁTICOS

4.1 Construção dos planejamentos

Neste capítulo, serão descritos os cinco planejamentos utilizados durante as atividades referentes a esta pesquisa, bem como os materiais necessários para cada um deles. Assim, o objetivo deste capítulo consiste em proporcionar ao leitor a possibilidade de retirar os planejamentos para utilização em suas possíveis aulas de física para o ensino médio.

Estes planejamentos foram criados baseados na simetria invertida e o diálogo problematizador definidos no capítulo anterior. Desta forma, visou-se aproximar as situações-problemas ao cotidiano dos estudantes e também estes foram construídos pensando no desenvolvimento de hipóteses relacionadas aos temas trabalhados. Estes planejamentos possuem roteiros de natureza semiaberta, que são a mescla entre o aberto e o fechado. Inicialmente os roteiros, mais abertos, proporcionavam maior intervenção dos estudantes com o experimento real. No entanto, observou-se alguns problemas (descritos no próximo capítulo) e assim este tipo de recurso passou a ser manipulado pelo pesquisador. Mesmo assim, os roteiros dos planejamentos são semiabertos, ou seja, oferecem a possibilidade de criação de hipóteses mas com passos guias dos procedimentos.

4.2 Planejamento 1

O objetivo deste planejamento consiste em auxiliar os estudantes a compreender o funcionamento de equipamentos básicos de medidas elétricas como o voltímetro e o amperímetro, bem como a maneira correta de ligá-los ao circuito (através de experimento virtual). O tempo previsto é de duas horas-aula (90 minutos). Requer laboratório de informática e máquinas com o JAVA instalado.

Colégio Estadual Manoel Ribas

Atividade 01 – Livro Didático e Experimento Virtual

Livro: **Conexões com a Física** Volume 3: Eletricidade e Física do Século XXI dos autores Blaidi Sant'Anna, Gloria Martini, Hugo Carneiro Reis e Walter Spinelli (2012)

Aplicativo: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc

Nome do Grupo:

Problematização 1

Ao ver o brilho de uma lâmpada incandescente (também conhecida como lâmpada antiga) mais fraco que o normal, você decide chamar um electricista para averiguar a situação. Ele afirma que a ddp (tensão, voltagem) pode estar muito baixa. Para confirmar esta hipótese, conecta o seu aparelho à tomada e confirma esta suspeita: a fornecedora de energia elétrica está fornecendo uma ddp muito menor à nominal de $220V$.

- Questões para discussão em grupo:

1. Analise a situação descrita acima e com o auxílio do livro didático e do simulador, bem como a mediação com o professor, discuta com o grupo qual instrumento de medição foi utilizado. Anote suas hipóteses e afirmações no verso desta folha.

Problematização 2

Ao comprar um novo chuveiro e verificar no mesmo as inscrições: $7700W, 220V$, depois de ligá-lo por algum tempo na potência máxima, o disjuntor de $20A$ caiu (dispositivo de proteção que fica na caixa de distribuição elétrica; este atuou como um protetor, pois a corrente ultrapassou o valor máximo que este dispositivo suporta, desligando o circuito). Isto se repetiu. Então, mais uma vez o electricista foi chamado. Desta vez, ele ligou o mesmo aparelho de antes, no entanto, de forma diferente à anterior (ele ligou os terminais do aparelho entre o corte de um dos fios que vai para o chuveiro e no display, apareceu o valor $35A$).

2. Analise a situação descrita acima e com o auxílio do livro didático e do simulador, bem como a mediação com o professor, discuta com o grupo qual aparelho o técnico utilizou. Anote suas hipóteses e afirmações no verso desta folha.

3. Porque o disjuntor caiu?

4. Mostre que também é possível obter o mesmo valor visualizado no aparelho através de cálculos.

Problematização 3

Meça a corrente e a ddp de uma lâmpada. Para fazer isto, utilize os recursos do simulador. Na interface deste *applet*, crie ao menos quatro circuitos, dois de forma correta e dois de forma incorreta. Desenhe-os no verso destas folhas e explique porque dois funcionaram e dois não.

5. Responda com: Amperímetro, voltímetro, alta, baixa, não há, há, paralelo, série.

O _____ é o instrumento de medida capaz de medir ddp (ou tensão) e por isto possui resistência interna _____ e assim _____ passagem de corrente e é ligado em _____ ao circuito.

Já o _____ é o instrumento de medida capaz de medir corrente e possui resistência interna _____ e assim _____ passagem de corrente e é ligado em _____ ao circuito.

Quadro 2 – Atividade 01

Fonte: Autor

4.3 Planejamento 2

O planejamento 2 tem por objetivo aguçar e aprimorar a concepção do estudante sobre instrumentos de medidas elétricas (trabalhadas no planejamento anterior), desta vez com foco no experimento real. O tempo para atividade é de duas horas aulas (90 minutos) e o material necessário é: multímetros, lâmpadas, pilhas, chaves, cabos, entre outros (para maiores informações leia o tópico “experimentos” no Anexo 2).

Colégio Estadual Médio Manoel Ribas

ATENÇÃO: UTILIZE OS INSTRUMENTOS DO LABORATÓRIO APENAS QUANDO TIVER CERTEZA DA CORRETA LIGAÇÃO. CURTO-CIRCUITOS E MULTÍMETROS LIGADOS INCORRETAMENTE PODEM TRAZER RISCOS À SEGURANÇA, BEM COMO DANIFICAR OS APARELHOS PERMANENTEMENTE. CONSULTE O MANUAL E O PROFESSOR ANTES DE PÔR AS PILHAS.

Atividade 02 – Livro Didático e Experimento Real

Livro: **Conexões com a Física** Volume 3: Eletricidade e Física do Século XXI dos autores Blaidi Sant’Anna, Gloria Martini, Hugo Carneiro Reis e Walter Spinelli (2012)

Nome do Grupo / Componentes do Grupo / Turma:

Analise as situações descrita abaixo e com o auxílio do livro didático, do experimento real, bem como a mediação com o professor resolva os problemas discutindo com o grupo.

Problematização 1

Ao ver o brilho de uma lanterna comum mais fraco que o normal você decide testar as pilhas para ver as condições das mesmas.

- Questões para discussão em grupo:

1. Determine quais grandezas físicas estão associadas ao brilho da lâmpada e quais instrumentos de medidas podem ser utilizados para este fim. Anote suas hipóteses e afirmações no verso desta folha.

Problematização 2

2. Com o multímetro selecionado no medidor de tensão (20VDC – Vide manual), meça a tensão de 4 pilhas diferentes e anote os valores na tabela abaixo, identificando se a pilha está ou não boa para uso.

Tabela 02 – Tensão das Pilhas

Pilha	Tensão	Situação
1		
2		
3		
4		

3. Os amperímetros e voltímetros tem a mesma essência: ambos aferem suas respectivas medidas por passagem de corrente elétrica. No entanto, num deles a passagem de corrente deve ser mínima. Discuta a diferença entre um e outro com auxílio do livro.

Problematização 3

4. A fim de testar o circuito da lanterna você precisa ligar o amperímetro e o voltímetro de forma correta ao circuito experimental, fazendo com que as pilhas alimentem a lâmpada, acendendo-a. Anote os valores expressados nos instrumentos e utilizando a lei de ohm determine a resistência da lâmpada --- $R = \frac{V}{i}$, Desenhe o circuito no verso da folha.

Problematização 4

5. Os carros possuem uma bateria de $12V$ responsável por alimentar o motor de arranque. Este dispositivo aciona mecanicamente o motor do automóvel dando partida no mesmo. Explique porque esta bateria está sempre com carga, uma vez que trata-se de um dispositivo reversível.

Quadro 3 – Atividade 02

Fonte: Autor

4.4 Planejamento 3

Durante as atividades anteriores, identificou-se certas dificuldades por parte dos estudantes em relação à montagem dos circuitos. Desta forma, decidiu-se acrescentar um circuito-base para auxiliar durante a atividade experimental. Este planejamento tem como objetivo proporcionar ao estudante a compreensão do funcionamento de geradores elétricos, associado aos conceitos de resistência interna e força eletromotriz. O tempo previsto para atividade é de duas horas-aula (90 minutos) e o material é o mesmo do planejamento anterior e também requer máquinas com JAVA instalado.

Colégio Estadual Médio Manoel Ribas

Atividade 03 – Experimento Virtual e Experimento Real

Nome do Grupo / Componentes do Grupo / Turma:

Analise as situações descritas abaixo e com o auxílio do experimento virtual e do experimento real, bem como a mediação com o professor resolva os problemas discutindo com o grupo.

Problematização 1

Ao medir a tensão de uma pilha em aberto (ou seja, desconectada do circuito ou com a chave aberta – não passa corrente) você observa um valor maior em relação ao medi-la conectada ao circuito funcionando, como feito na aula passada. Este é o mesmo exemplo das baterias de celular, a tensão nominal em alguns casos é de $3,7V$ e foi medida com o voltímetro o valor de $4,1V$. ou como no caso das pilhas funcionais, tensão nominal $1,5V$ e medida: $1,65V$.

- Questões para discussão em grupo:

1. Explique esta diferença de valor e siga os passos abaixo descritos:
 - a. Abra o simulador.
 - b. Monte um circuito similar a este:

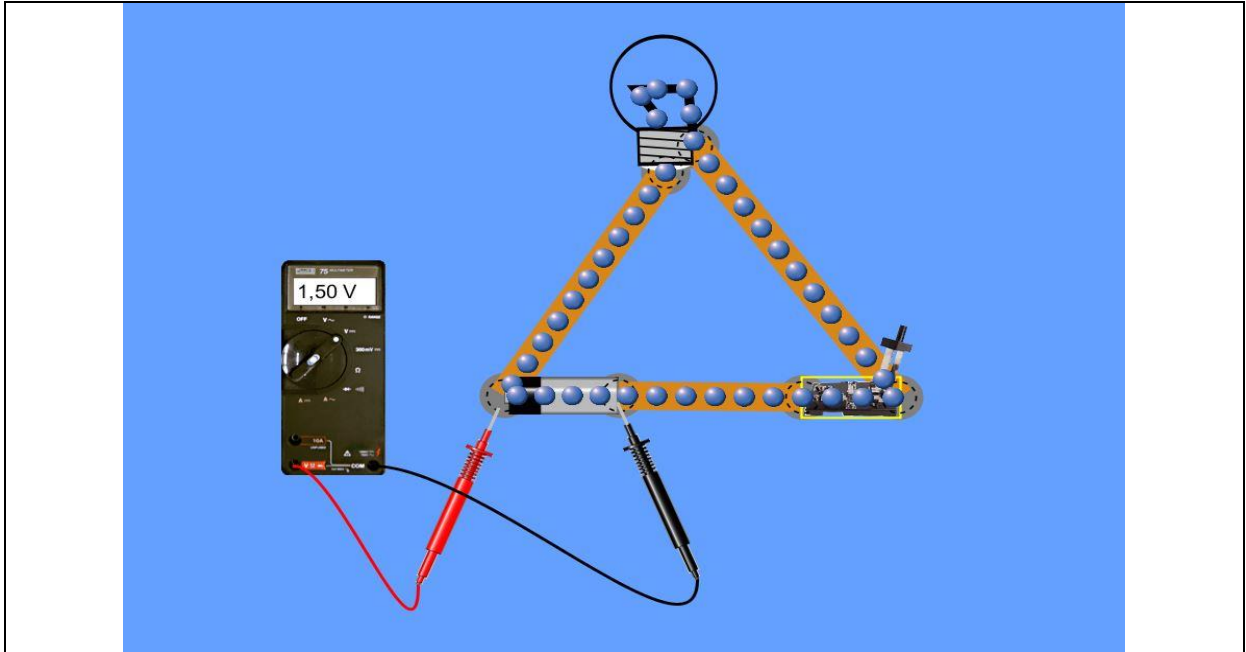


Figura 4.1 – Circuito – Phet

c. Chame o professor para alterar os parâmetros.

d. Meça a tensão da pilha com a chave aberta e depois com a chave fechada e explique porque os valores não são iguais.

Tensão em aberto: _____, Tensão no circuito funcionando: _____

2. Repita o procedimento da questão anterior para o experimento real. Meça a tensão das pilhas, inicialmente do circuito aberto (com a chave aberta) e depois com a chave fechada.

Tensão em aberto: _____, Tensão no circuito funcionando: _____

3. Compare os valores do experimento real e do simulador.

Problematização 2

Os controles remotos normalmente precisam de $3V$ para funcionarem. No entanto, as pilhas deste tamanho (AA e AAA) apenas fornecem uma tensão de $1,5V$.

4. Explique como duas pilhas do tipo AA (comum) ou do tipo AAA (menores) podem fornecer a tensão necessária ($3V$).

5. Refaça o mesmo procedimento para a questão 1.

a. Monte um circuito similar a este com duas pilhas ligadas em série:

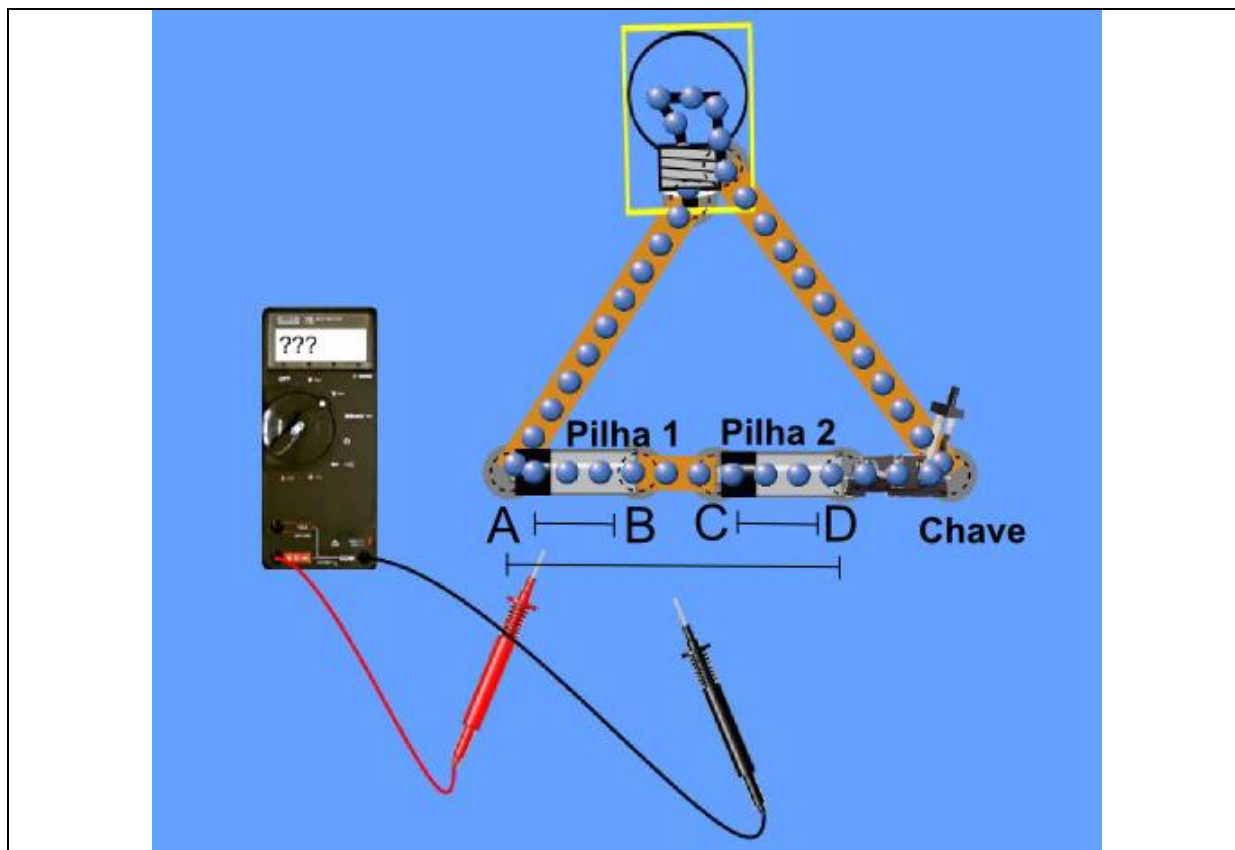


Figura 4.2 – Circuito 02 - Phet

b. Chame o professor para alterar os parâmetros.

c. Meça as tensões de A-B, C-D e A-D (ou seja, ponha as ponteiros dos voltmetros nestes pontos) e preencha a tabela abaixo com o circuito aberto e fechado.

d. Repita o mesmo procedimento para o circuito real.

Tabela 03 –Valores Pilhas

	Pilha 1 (A-B) volts	Pilha 2 (C-D) volts	Série de pilhas (A-D) volts
Circuito Virtual Aberto			
Circuito Virtual Fechado			
Circuito Real Aberto			
Circuito Real Fechado			

Quadro 4 – Atividade 03

Fonte: Autor

4.5 Planejamento 4

Adicionar um guia de circuito base para o experimento virtual deu certo e assim este foi mantido. Desta vez, o experimento real foi demonstrado, pois havia apenas um exemplar. Este planejamento tem por objetivo desenvolver a concepção gráfica de geradores. O tempo da atividade é de duas horas-aula (90 minutos) e o

material utilizado é similar ao planejamento anterior, adicionando-se três resistores de $4,7\Omega$. Também necessitou-se de laboratório de informática com JAVA.

Colégio Estadual de Ensino Médio Manoel Ribas

Atividade 04 – Livro Didático e Experimento Virtual e Experimento Virtual

Livro: **Conexões com a Física** Volume 3: Eletricidade e Física do Século XXI dos autores Blaidi Sant'Anna, Gloria Martini, Hugo Carneiro Reis e Walter Spinelli (2012)

Aplicativo: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc

Nome do Grupo/ Integrantes:

Problematização 1

A sua nova câmera fotográfica digital funciona com quatro pilhas de 1,2V cada do tamanho AA. O vendedor recomendou a utilização de pilhas recarregáveis de, ao menos, 2500mAh (miliampère hora). Você resolve testar utilizando pilhas de 1,2V e 1500mAh e observou que a câmera desligou antes mesmo de bater a primeira foto.

- Questões para discussão em grupo:

1. Analise a situação descrita acima e com o auxílio do livro didático, do simulador e do experimento, bem como a mediação com o professor, discuta com o grupo porque a câmera desligou.
2. Existem diversos tamanhos de pilha. Das menores “AAA” até as maiores “D”. Mas, se todas fornecem a mesma tensão de saída (1,5V para pilhas comuns e 1,2V para pilhas recarregáveis), qual é o sentido de fabricar pilhas de diferentes tamanhos? (Utilize o livro).
3. As cargas (aparelhos que são ligados às pilhas) alteram a tensão na saída do gerador. Quanto menor a resistência, maior a corrente e menor a tensão nos polos do mesmo. Por exemplo, uma lâmpada (que consome mais) baixa mais a tensão no gerador comparado a um controle remoto. Assim sendo, com o auxílio do professor, monte um circuito simples, ligando de diversas formas três resistores (de $4,7\Omega$ cada um) e anote os valores de resistência, tensão e corrente para cada arranjo na tabela a seguir:

Tabela – 04 – Geradores

	Resist. Total	Resist. Total Medida	i(A)	V(V)
3 Resist. Série				
2 Resist. Série				
1 Resist.	$4,7\Omega$			
2 Resist. Paralelo				
3 Resist. Paralelo				

4. Faça um gráfico no *software* (curva característica do gerador) das variáveis corrente $i(A)$ e da tensão $V(V)$. Calcule a valor da resistência interna do gerador (pilhas) em questão, bem como a força eletromotriz. Compare os valores e os gráficos do livro e o produzido.
5. No circuito virtual, ligue duas lâmpadas em série e depois as religue em paralelo. Observe a diferença dos brilhos em cada ligação. Siga o modelo abaixo.

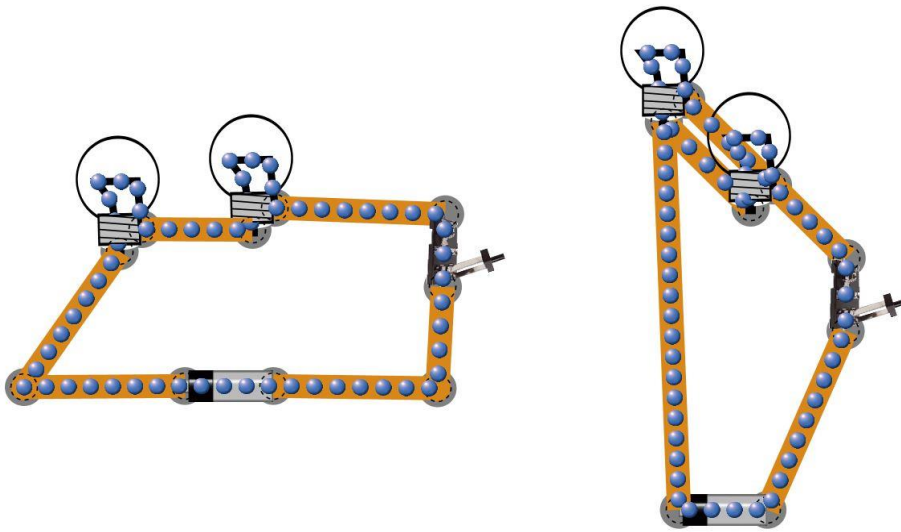


Figura 4.3 – Circuito 03 - Phet

6. Resolva a questão abaixo.

Um gerador apresenta o comportamento descrito pelo gráfico a seguir. Se uma lâmpada de resistência $4,5 \Omega$ for associada em série com esse gerador, qual será o valor da corrente elétrica que passará pela lâmpada?

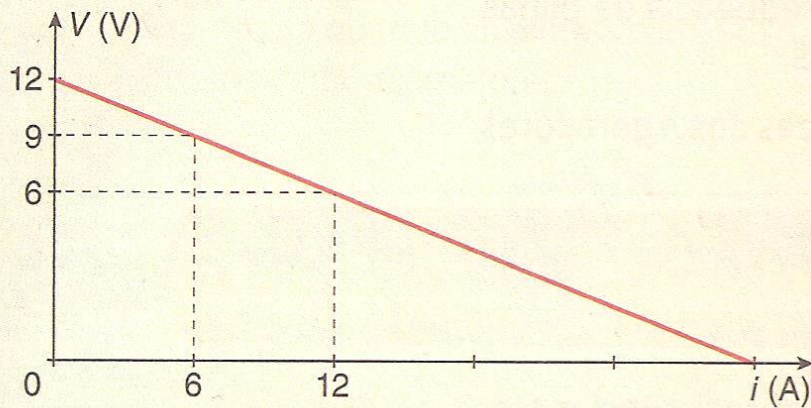


Figura 4.4 – Gráfico Gerador

Fonte: Sant'Anna (2010, p. 161) (Rubio)

Quadro 5 – Atividade 04

Fonte: Autor

4.6 Planejamento Complementar

Mais uma vez um circuito-guia para o experimento virtual foi adicionado e o experimento demonstrativo pareceu ser mais eficaz, como será descrito no próximo capítulo, sendo mantido também, aqui. Este planejamento tem por objetivo trabalhar a noção de receptores e a compreensão de conceitos, como força contra eletromotriz. O tempo sugerido é de duas horas-aula (90 minutos) e o material utilizado são motor elétrico, fonte, LED e multímetro. Também necessita de máquina com o JAVA instalado.

Colégio Estadual Médio Manoel Ribas

Atividade 04 – Livro Didático e Experimento Virtual e Experimento Virtual

Livro: **Conexões com a Física** Volume 3: Eletricidade e Física do Século XXI dos autores Blaidi Sant'Anna, Gloria Martini, Hugo Carneiro Reis e Walter Spinelli (2012)

Aplicativo: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc

Nome do Grupo/ Integrantes:

Problematização 1

Os motores elétricos são receptores, ou seja, transformam energia elétrica (provida de um gerador) em outro tipo que não seja exclusivamente térmica, neste caso, em mecânica (relativa ao movimento).

Ao utilizar uma parafusadeira (bateria – gerador, alimenta um motor – receptor) de forma imprudente (fazendo mais força que o necessário e, assim, travando o equipamento) a tendência é que a bateria dure mais ou menos? Explique.

1. Defina, com suas palavras, o que é um receptor elétrico.
2. Desenhe o esquema de um receptor elétrico.
3. Faça o esboço de um circuito com um gerador e um receptor.
4. Qual é a equação de um receptor?
5. Como se comporta um receptor graficamente?
6. Faça uma análise do diagrama da Figura 19 citando as quedas e aumento de tensão.
7. Um motor pode transformar energia elétrica apenas em térmica?
 - Experimento Real: trata-se de um motor ligado a uma fonte (gerador) equipado com um amperímetro (mede a corrente) e um termômetro a temperatura do motor.
8. Trave o motor, observe e anote o que acontece com a corrente e com a temperatura.
 - Experimento Virtual: segue a imagem do esquema:

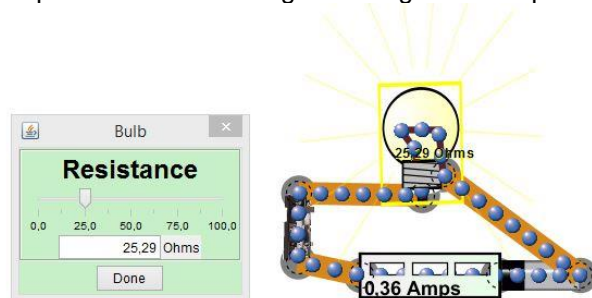


Figura 4.5 – Circuito 04 - Phet

9. Varie a resistência da lâmpada. Quanto menor a resistência, menor ou maior a corrente e o brilho?
10. Considerando que em todos os receptores reais sempre há energia dissipada em forma de calor, explique porque é perigoso travar o motor de uma máquina de lavar roupas ou de um ventilador.

Quadro 6 – Atividade 04

Fonte: Autor

5 ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Neste capítulo apresentam-se os dados coletados pelos diferentes instrumentos de coleta dos dados que foram utilizados durante esta pesquisa: Diário de bordo, Questionários e respostas das atividades de trabalho. Estes servem para tecer as análises, além de apontar os resultados e conclusões desta pesquisa, contemplando assim, as etapas do ciclo da pesquisa-ação, juntamente com os planejamentos descritos no capítulo 4. Dessa forma tem-se: Planejamento (capítulo 4); ação e observação (relatados pelos instrumentos de coleta de dados), Reflexão (análises dos dados) e replanejamento (que poderá ser feito a partir das conclusões).

5.1 Ação e observação: Relatos das Atividades de Pesquisa – Diário de Bordo e Questionários

Os relatos das atividades oriundo dos diários de bordo serão apresentados de maneira cronológica a cada subitem a seguir. Os diários de bordo constituem-se em instrumentos de coleta de dados que foram utilizados baseados em aspectos observacionais durante as atividades. Associados a eles, utilizaram-se também os questionários de pesquisa (Anexo 4)

– Relato da Atividade 01 (LD, EV)

A atividade 01 foi realizada no dia 05/09/2014 no laboratório de informática do colégio e teve a presença de 19 estudantes. Estes foram previamente divididos em seis grupos (sendo a mesma configuração para todas as atividades) e desenvolveram as questões propostas em respectivos grupos. Para não expor os estudantes durante a leitura dos questionários de pesquisa (outro instrumento de coleta de dados), foi solicitado para que colocassem seus respectivos números do caderno de chamada (vide questionários de pesquisa no Anexo 4). Nas respostas das atividades, o nome do estudante foi requerido e, assim, foi possível observar a evolução dos mesmos.

Durante o desenvolvimento da atividade, foi observado que os estudantes não apresentam dificuldades em manipular o simulador, até mesmo mexendo em

funções não roteirizadas, como troca de cor da interface. Este comportamento era esperado, pois os estudantes têm acesso às TIC (e as dominam, principalmente no item relativo à manipulação de computadores e aplicativos), o que também corrobora com as ideias de Heckler et al. (2007) sobre a sociedade estar vivendo um momento de altíssima ascensão das TIC e isto deveria refletir na educação. No entanto, eles tiveram dificuldades em montar o circuito conforme sugerido na atividade.

Desta forma, tiveram muitas dúvidas de como ligar os componentes do mesmo. Ainda assim, diversos circuitos foram feitos por eles, mas a maioria não poderia acender uma lâmpada. Ao perceberem que não obtiveram sucesso ao fazer um circuito funcional, os estudantes atentaram ao livro didático e, assim, não tiveram dificuldades em interpretar o conteúdo do mesmo. Além disso, os estudantes trabalharam nos grupos alternando entre o livro e o simulador, frequentemente buscando informações de como montar um circuito nos esquemas representados na obra. Ao serem questionados sobre a importância de mexer em um simulador antes de manipular um experimento real, responderam que é extremamente importante, pois teriam uma noção dos procedimentos a serem realizados. O tempo transcrito da atividade foi dentro do estipulado no planejamento, não havendo problemas com isto.

– Relato da Atividade 02 (LD, ER)

Esta atividade foi realizada no dia 12/09/10 no laboratório de ensino de física da escola e compareceram 17 estudantes. A coleta de dados foi similar a da atividade um. Os experimentos foram construídos pelo pesquisador com materiais próprios e da escola (Anexo 2), nos quais os grupos trabalharam alternadamente. Na maior parte da atividade experimental, os estudantes tiveram dificuldades, mais especificamente na construção do circuito. Mesmo com a abordagem da montagem do circuito virtual ter sido feita na atividade anterior, esta dificuldade ficou evidente. Isto mostra a importância da utilização de mais de um tipo de experimento.

Na parte de manipulação dos equipamentos a dificuldade foi menor, pois, segundo eles, devido ao uso do simulador na aula passada em que, além da manipulação, os procedimentos de segurança, como ligar o amperímetro e o

voltímetro corretamente, foram observados e respeitados. Este ponto também mostra que é importante mesclar os dois tipos de experimentos. Houve diversas dúvidas sobre a parte de montagem do circuito. Devido a estas dúvidas, o tempo da atividade se aproximou do limite. Além disto, devido à limitação de recursos, foi possível desenvolver apenas quatro exemplares do experimento e, assim estes foram compartilhados entre os grupos, pois são seis no total.

– Relato da Atividade 03 (EV, ER)

Esta atividade foi realizada no dia 19/09/2014, no laboratório de informática e os experimentos reais foram montados em diversas mesas que estão localizadas no centro deste espaço. Contou com a presença de treze estudantes apenas, pois havia uma festividade na escola e somente os três primeiros períodos foram realizados. Assim, o tempo da atividade de duas horas-aula caiu para apenas uma e isto afetou no desenvolvimento da mesma. Apesar disto, ainda foi possível finalizá-la.

Desta vez, as dúvidas sobre a montagem do circuito foram menores e mais uma vez não foi possível um exemplar do experimento real para cada grupo. Assim, utilizou-se do mesmo princípio das atividades anteriores: compartilhar entre os grupos o aparato. Desta forma, enquanto metade dos grupos trabalhava no simulador, a outra metade desenvolvia o experimento real. Depois, estes grupos trocaram de tipo de recurso e todos os estudantes conseguiram desenvolver as questões propostas. Esta estratégia foi importante, principalmente se for considerado o tempo reduzido que não estava previsto.

- Relato da Atividade 04 (LD, EV, ER)

Realizada no dia 26/09/2014, teve a presença vinte estudantes. Foi dividida em duas partes, a primeira delas no laboratório de ensino de física e a segunda no laboratório de informática. Desta vez, devido à complexidade do experimento real, foi possível apenas criar um exemplar deste experimento e, devido a isto, este foi demonstrativo, ou seja, o professor desenvolveu os procedimentos práticos e os estudantes interagiram anotando os dados, questionando e formando suas hipóteses sobre os mesmos.

Nesta atividade, eles foram ouvidos, pois seria encerrado o ciclo de um mês relativo à pesquisa. Descobriu-se, então, que, para melhoria no próximo ciclo, o professor deveria dar mais atenção ao estudante (instruções aos grupos), devendo haver maior organização no desenvolvimento das atividades. Além disso, o tempo deveria ser maior e a falta de experiência na manipulação de experimentos seriam fatores relevantes a serem considerados.

- Relato da atividade 05 (LD, EV, ER)

Esta atividade foi realizada em sala de aula no dia 10/10/14 e dezoito estudantes estiveram presentes. Desta vez, foi considerado tudo o que foi observado em termos de dificuldades, tanto pelo pesquisador como pelos discentes. Então, a estratégia consistiu em atender aos grupos separadamente com o experimento real e virtual enquanto os outros grupos desenvolviam as atividades com o livro. Ou seja, o professor realizava o experimento real e virtual (através de *notebook*), juntamente com os reduzidos estudantes dos grupos. Esta estratégia funcionou e a atividade complementar foi a melhor das cinco realizadas (conforme está descrito posteriormente), pois foi planejada considerando tudo o que se aprendeu durante o ciclo único. Esta é uma das características da pesquisa ação.

5.2 Reflexão: Categorias de Análise

Os dados aqui expostos foram levantados a partir dos diários de bordo (observacionais), das respostas dos estudantes nas atividades e dos questionários de pesquisa (Anexo 3). Algumas respostas de algumas questões foram transcritas e estas representam um padrão de respostas similares.

Para esta etapa, foram definidas duas categorias de análises: 1) referente a mesclas dos tipos de recursos e; 2) referente à compreensão dos conceitos por parte dos estudantes. Esta primeira foi subdividida em outras quatro: **curricular**, **procedimental**, **estrutural** e **complementar**. Inicialmente, será feita a análise de cada uma delas e posteriormente a outra categoria (relativa à compreensão), que está associada à evolução dos estudantes durante as atividades de pesquisa.

O primeiro ponto em comum entre os recursos didáticos é o currículo. Ou seja, se tratam do mesmo assunto. Alguns estudantes perceberam este ponto semelhante logo na primeira atividade, ao serem questionados sobre em quais pontos os recursos são parecidos. O número 08 escreveu: “passam o mesmo conteúdo, porém um de forma detalhada e outro de forma facilmente compreensível”. Já o participante de número 25 afirmou: “são parecidas no conteúdo e diferentes no desenvolvimento.” Na segunda atividade, o aluno número 08, ao ser questionado sobre as semelhanças entre o livro didático e o experimento real, respondeu: “sim, pois ambos explicam as mesmas coisas, como valores e a forma como funcionam.” Durante a atividade 04 que, mesclou todos os três tipos de recursos, o estudante de número 10 afirmou, via questionário de pesquisa, que: “sim, pois tratam do mesmo assunto”. e o aluno 07 também se manifestou: “sim, ambos explicam o mesmo conteúdo.”

Estas respostas dos discentes já eram esperadas, pois os planejamentos foram desenvolvidos com recursos que visam o mesmo conteúdo. Portanto, baseado nas respostas dos estudantes e na forma como foram montadas as atividades, pode-se afirmar que existem pontos semelhantes entre os recursos no aspecto curricular. De fato, esta constatação deveria ser feita, pois não há sentido trabalhar com recursos que abordem temas diferentes nas propostas de atividade desta pesquisa.

Uma vez verificado o aspecto curricular que engloba de maneira convergente os três tipos de recursos, atenta-se agora para os pontos estruturais semelhantes entre eles. Neste sentido, são observadas as semelhanças entre as “interfaces” dos recursos. No questionário da primeira atividade, o estudante de número 12 afirmou que uma semelhança seria: “o voltímetro ficou igual e o amperímetro diferente”. Isto aconteceu, pois há uma diferença da representação, em desenho, do amperímetro do livro para o do simulador. Também foi possível observar semelhanças entre os dois tipos de experimentos. O estudante número 12 mais uma vez afirmou ter percebido semelhanças nas interfaces dos recursos, mas desta vez relativa à atividade 04: “sim, pilhas, interruptores, lâmpadas, voltímetro e fios.” De fato, há semelhanças entre as interfaces como pode ser visualizado na figura a seguir.

Semelhanças Entre as Interfaces
do Livro Didático, Experimento Real
e Experimento Virtual

Livro Didático



Figura 26 • (A) Amperímetro, (B) Multímetro.

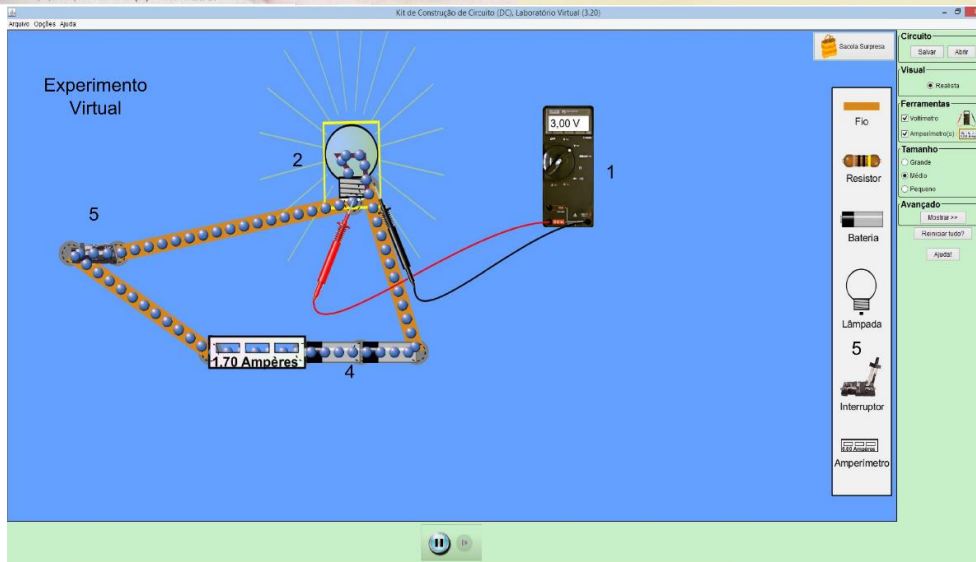
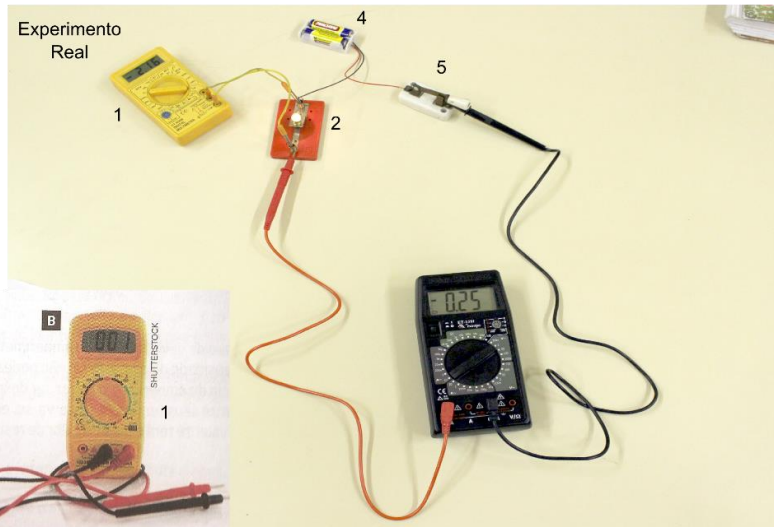


Figura 5.1 – Interfaces Semelhantes – LD
Fonte: Sant’Anna et al. (2010, p.143), EV: PhET, ER: Própria.

Os números representam itens semelhantes entre os tipos de recursos. 1 – multímetro (amperímetro ou voltímetro); 2 – lâmpadas (acesas ou não); 3 – amperímetro analógico; 4 – pilhas, 5 – chaves.

Observa-se que apenas o amperímetro do simulador não estabelece o mesmo padrão em relação aos outros recursos. Esta diferença foi explicada aos estudantes para sanar dúvidas relativas à interface. Este tipo de semelhança entre os recursos é importante, pois cria vínculos entre eles, o que fortalece os dois próximos itens, começando pelo procedimental.

Faz-se necessário que os recursos terem interfaces parecidas para que os procedimentos sejam também similares e estejam em consonância. Ou seja, os estudantes afirmaram que foi importante ler o livro e simular o circuito antes de reformulá-lo no experimento real.

O estudante número 02 ressalta que o livro didático foi importante ao responder a pergunta sobre a semelhança dos recursos: “sim, o livro dá instruções para realizar experimento real.”, o que coincide com a opinião de outro estudante, de número 22: “sim, a maneira de ensinar, como se faz o experimento, e saber utilizar cada peça.” Isto indica que eles utilizaram o livro como guia para o experimento real.

Além disto, os procedimentos para o experimento virtual e para o real são similares. O estudante 25, ao ser questionado na atividade 3, achou relevante utilizar os dois tipos de experimentos para montar o circuito, gerando um panorama maior do fenômeno, pois respondeu: “sim, pois a gente aprende a fazer no virtual para depois utilizar no real e não danificar os equipamentos.” Neste caso, ele faz referência à correta ligação dos instrumentos de medidas. Além disto, os procedimentos de montagem de ambos os experimentos são similares, como conexão de pilhas e fios, acionamentos de chaves, visualização do acendimento das lâmpadas, entre outros. Portanto, existem aspectos semelhantes nos procedimentos relativos aos recursos, o que caracteriza pontos similares entre os mesmos.

A característica mais relevante entre os recursos é a complementaridade. Em diversos momentos, foi possível observar este aspecto, como expressa o estudante 23, ao ser questionado sobre as semelhanças dos recursos na atividade 4: “sim, pois um complementa o outro...”. Outro estudante, de número 26, afirmou: “muitos dos instrumentos usados foram vistos em todos os recursos.” Isto indica que foi

perceptível, por parte deles, a maneira como os planejamentos foram estruturados: visando a complementaridade dos recursos didáticos. Esta evidência pode ser fortalecida pela afirmação do estudante de número 07, ao ser questionado se algum recurso representa aspectos que desfavoreçam a utilização dos mesmos: “acredito que nenhum desfavoreça, porque um complementa o outro.” Existem outras respostas que indicam esta complementaridade, como a dada pelo estudante de número 12, no questionário de pesquisa da atividade 05, ao ser perguntado se preferiria apenas atividades teóricas: “não, porque dá uma amplitude maior da matéria.” Esta amplitude evidenciada também foi verificada pelo estudante número 10, ao afirmar que: “sim, pois temos que avaliar o conteúdo de ângulos mais favoráveis à formação do conhecimento e não a simples memorização.”

Os três tipos de recursos didáticos mostraram ter pontos convergentes entre eles, conforme sugere a figura 1.2 do capítulo um, nas áreas de intersecção (pintadas) dos conjuntos que os representam. Estas semelhanças foram observadas a partir da análise dos planejamentos, o que era esperado, pois estes foram construídos visando-as, bem como a partir da observação da implementação dos mesmos em atividades e das próprias repostas dos estudantes no questionário de pesquisa. Porém questiona-se se os referidos pontos semelhantes auxiliaram/potencializaram a compreensão dos conceitos por parte dos estudantes?

Para analisar as respostas dos estudantes nas folhas das atividades, foi utilizado o critério descrito nos capítulos um e dois: CSA para Construção Satisfatória de Aprendizagem, CPA para Construção Parcial e CRA para Construção Restrita de Aprendizagem.

Como estas atividades foram realizadas em grupos, a análise foi feita nas respostas destes grupos, ressaltando que não houve alteração dos mesmos durante as cinco implementações. Foram observados os trabalhos de três dos seis grupos para avaliar a aprendizagem utilizando os critérios: grupo com maior facilidade em aprender, grupo com facilidade média e grupo com dificuldade. Esta escolha foi feita a partir da observação durante as atividades e de acordo com o que cada grupo escreveu como respostas das questões. Assim, os grupos denominados Micro, Beta e Delta, respectivamente, foram escolhidos.

Neste cenário, o grupo Micro respondeu às questões de forma satisfatória (CSA), ou seja, para este grupo o objetivo da atividade foi alcançado. Este visava auxiliar os estudantes a compreender o funcionamento de equipamentos básicos de medidas elétricas como o voltímetro e o amperímetro, bem como a maneira correta ligá-los ao circuito (através de experimento virtual).

Ao analisar as respostas e os esquemas realizados pelos estudantes deste grupo, pode-se afirmar que o objetivo foi alcançado, pois este expressou de maneira correta e explicativa como ligar ou não amperímetros e voltímetros ao circuito. Para exemplificar, a resposta do grupo ao ser questionado do por que um disjuntor cair caso a corrente ultrapasse o valor máximo suportado pelo mesmo foi: “provavelmente o disjuntor cai devido à dilatação provocada pelo efeito *joule* causado pela corrente elétrica intensa.” Isto indica que o funcionamento do disjuntor foi compreendido pelos estudantes deste grupo.

Ao avaliar as respostas dos outros dois grupos, pode-se observar similaridades entre elas. Assim, existem indícios de que todos compreenderam o funcionamento deste dispositivo de segurança elétrico. O grupo Beta também obteve CSAs e, baseado em suas respostas, o conceito para atividade também ficou CSA. No entanto, o grupo Delta teve algumas dificuldades e expressou alguns circuitos incorretos como corretos; devido a este motivo, este grupo obteve CPA.

Considerando a atividade em sua totalidade, esta pode ser considerada positiva, pois há indicativos da compreensão do funcionamento e correta ligação de um amperímetro e voltímetro alcançando o objetivo proposto, o que ficou mais evidente na atividade dois, que foi experimental (como será descrito posteriormente).

Neste contexto, a mescla entre o livro didático e o experimento real foi importante para a compreensão dos conceitos, pois auxiliou os estudantes ao montar o circuito no simulador, com informações respectivas a característica de cada um, bem como os aparatos semelhantes. Assim, os **aspectos estrutural e complementar** que caracterizam pontos semelhantes entre os recursos potencializaram a compreensão na atividade um, pois a estrutura similar entre o livro e o simulador fizeram com o que os estudantes aprendessem sobre as peças presentes no experimento real, uma vez que estas são similares.

Também vale ressaltar que o simulador complementou o livro didático, pois neste último não é possível construir circuitos e verificar o que acontece caso os instrumentos sejam ligados de forma correta ou incorreta. Por outro lado, o experimento virtual não apresenta informações detalhadas sobre os instrumentos como o livro o faz e isto oferece ao estudante maior dimensão do fenômeno estudado.

Na atividade dois, foram mesclados o livro didático e o experimento real. Os grupos, de forma generalizada, tiveram dificuldades em montar o circuito, mas consideraram que o amperímetro não poderia ser ligado em paralelo com as pilhas e durante toda a atividade observaram este fato, que foi visualizado anteriormente no simulador. O objetivo desta atividade caracterizou-se por focar nos mesmos procedimentos para a correta ligação do amperímetro e voltímetro, mas desta vez no experimento real.

Pode-se considerar que, com o auxílio do professor, todos os grupos obtiveram êxito nesta atividade e responderam de forma satisfatória às atividades, o que configura o conceito CSA. O grupo Delta (que teve algumas dificuldades na atividade passada) conseguiu se recuperar satisfatoriamente, pois foi possível observar isto nas respostas do trabalho e durante a realização da atividade, especificamente na montagem do circuito. Uma das respostas deste grupo, ao ser intrigado sobre a essencialidade dos instrumentos de medida, pois ambos aferem suas medidas através de passagem de corrente elétrica, mas num deles a passagem de corrente deve ser mínima, foi: “o amperímetro tem resistência baixa e é ligado em série, passando corrente elétrica. O voltímetro tem alta resistência e é ligado em paralelo, passa pouca corrente.” Ou seja, há sinais de evolução destes estudantes, pois não só escreveram de maneira correta como se deve ligar estes instrumentos como também o fizeram desta maneira experimentalmente, o que não aconteceu na atividade anterior com o simulador. Isto se deu graças a dois fatores: mediação do professor e melhor utilização do livro didático como apoio e guia ao experimento real.

Também foi importante a utilização do simulador para visualizar o que poderia acontecer se as ligações incorretas fossem feitas. Deste modo, os aspectos

complementar e estrutural ficam evidenciados, seguindo as mesmas ideias das questões anteriores.

A atividade três teve seu tempo reduzido conforme descrito anteriormente. Assim, o professor sugeriu que algumas questões não fossem resolvidas. Desta forma, para esta atividade restou apenas os preenchimentos das tabelas para avaliar a aprendizagem além do que foi observado no momento da realização da mesma. Os estudantes não tiveram dificuldades em montar os circuitos virtuais e reais. Foi importante para os estudantes montar o circuito virtual e “transpô-lo” para o real. Neste momento, ficou evidente a característica procedimental similar entre os dois tipos de recursos. Ou seja, os procedimentos relativos à montagem dos circuitos é parecida e isto deu um aspecto projetista à atividade.

Os estudantes inicialmente montaram o circuito no simulador para depois executá-lo de forma real. Como todos os grupos completaram as tabelas e conseguiram observar a queda de tensão que existe ao ligar uma pilha a um circuito (gerador real), por terem devidamente montados e executados os dois tipos de experimentos, considera-se que a atividade foi satisfatória (CSA), pois o objetivo desta atividade consistiu em proporcionar ao estudante a compreensão do funcionamento de geradores elétricos, associado aos conceitos de resistência interna e força eletromotriz. Um exemplo que corrobora com isto foi a explicação dada pelo grupo Micro ao observar a referida queda de tensão ao medir um conjunto de pilhas de forma aberta e depois fechada, “isto acontece, pois o gerador tem resistência interna.”

A atividade quatro mesclou os três tipos de recursos didáticos e os estudantes não tiveram problemas em trabalhar com o circuito virtual, pois o real, desta vez, foi montado pelo pesquisador. No entanto, foi possível apenas montar um exemplar do mesmo e para o tempo não ser comprometido, eles observaram a demonstração do mesmo. No Gráfico 02 está o resultado do experimento realizado pelo professor pelos estudantes.

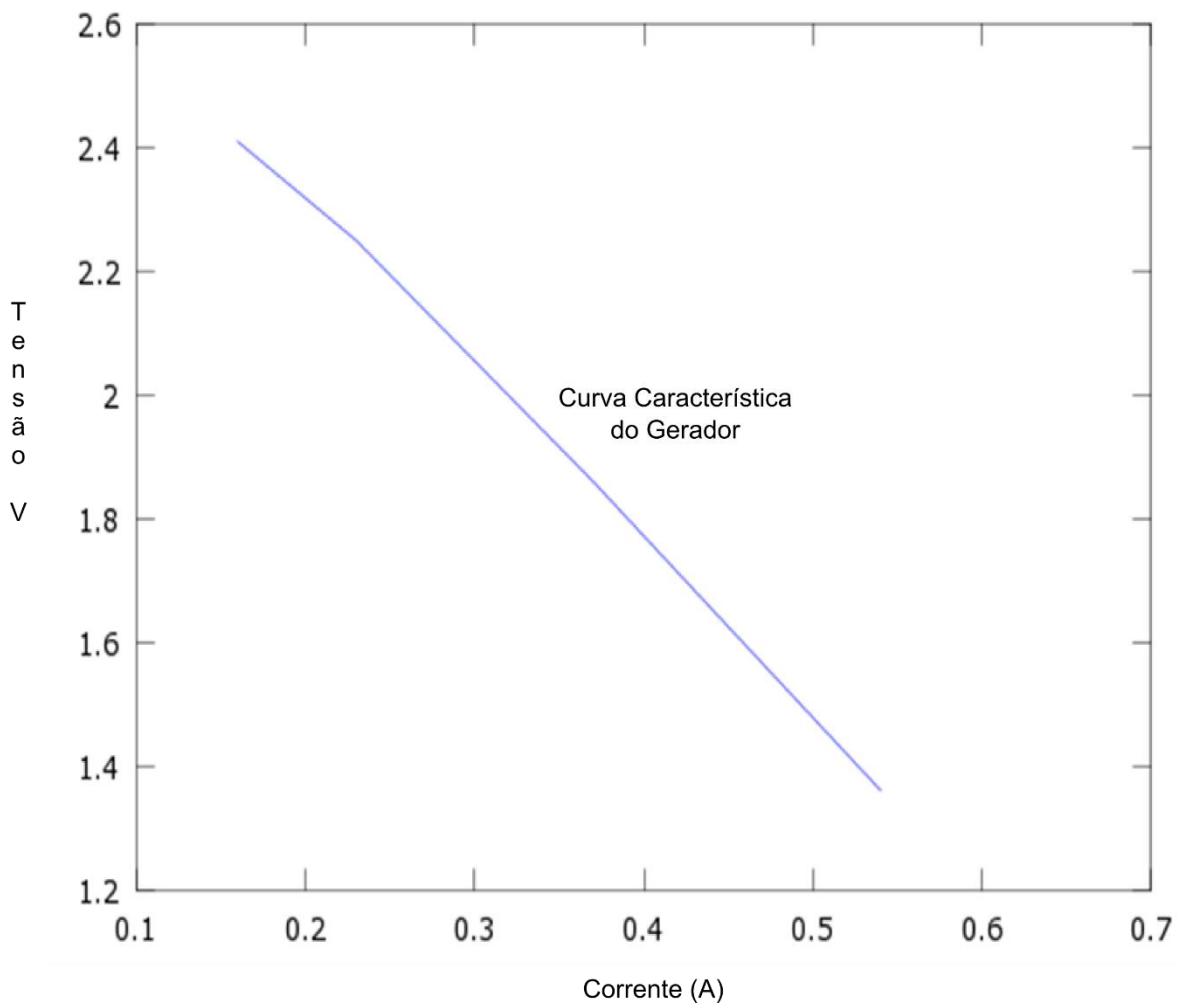


Gráfico – 02 – Geradores

Fonte: Autor

Este gráfico representa o sucesso do experimento real, pois a curva encontrada está de acordo com a de um gerador. Desta forma, os estudantes verificaram a queda de tensão causada pela resistência interna, tanto no experimento real como no virtual, além de lerem no livro sobre o assunto e resolver uma questão proposta por este texto sobre gráficos de geradores. Isto deu maior dimensionamento à compreensão do fenômeno e ainda foi possível zerar a resistência interna de uma pilha num simulador para visualizar como seria um gerador ideal, o que não é possível no experimento real. Isto mostra o quão importante é utilizar os dois recursos que se complementam e não são substituíveis, além do livro didático, que dá suporte a estes dois recursos.

Pode-se estimar que os três grupos analisados alcançaram o objetivo, pois além de terem realizado o experimento com sucesso, também conseguiram resolver o problema referente ao gráfico de um gerador, considerando que o objetivo foi desenvolver a concepção gráfica de geradores. Deste modo, os grupos receberam CSA e os pontos de semelhanças entre os recursos, como a complementaridade, estruturais e procedimentais, auxiliaram na compreensão.

A atividade cinco mesclou novamente os três tipos de recursos didáticos como foi feito na anterior. O experimento real e virtual foram realizados isoladamente por cada grupo com o professor. Mais uma vez, os três grupos obtiveram sucesso e isto foi perceptível através da resposta de uma questão que englobava todo o conteúdo. Ao utilizar uma parafusadeira (bateria – gerador, alimenta um motor – receptor) de forma imprudente (fazendo mais força que o necessário e, assim, travando o equipamento) a tendência é que a bateria dure mais ou menos? Esta é a situação problema da atividade 05. O grupo Micro respondeu: “menos, pois exige mais corrente do gerador (bateria) devido ao aumento da resistência interna”.

O grupo Beta respondeu algo similar: menos, porque a ddp não útil aumenta, o que faz crescer a passagem de corrente. E o grupo afirmou: “menos, pois a energia elétrica é mais consumida”. Estas respostas indicam que os estudantes compreenderam o funcionamento de receptores e geradores, pois a questão foi formulada de tal forma que é necessário criar hipóteses sobre o consumo da bateria. Acredita-se que a complementaridade dos recursos como o livro didático e o experimento real contribuiu para esta compreensão, pois os estudantes visualizaram no experimento real as informações que estavam descritas no livro e no simulador puderam ver a passagem de corrente através de elétrons em movimento, o que não é possível em nenhum dos outros dois tipos.

Foi possível perceber que mesclar os tipos de recursos fez com que pontos semelhantes entre eles fossem observados. Ao mesmo tempo, há indícios, via análise do material produzido pelos estudantes, de que os mesmos compreenderam de forma satisfatória (CSA) os conceitos trabalhados. Assim, é possível afirmar que mesclar os recursos potencializou a compreensão dos estudantes, seja pela melhor visualização dos fenômenos e aparatos seja pela maior dimensão proporcionada ou até mesmo pela preferência (o que está ligado a afinidade que cada estudante tem

com os recursos). No entanto, apesar da boa avaliação geral e evolução dos estudantes durante as atividades, houve diversas dificuldades e problemas, mas estas foram sendo resolvidas com as experiências adquiridas e análise constante dos procedimentos, conforme será detalhado na próxima seção.

5.3 Dificuldades, Problemas e Soluções – Indício para o Replanejamento

A primeira ação dos estudantes, durante a atividade um, ao chegarem no laboratório de informática (previamente preparado com o simulador pelo pesquisador), foi de mexer na interface do experimento virtual. Isto indica que eles possuem o domínio dos procedimentos básicos de manipulação de um computador. No entanto, pouquíssimos estudantes conseguiram montar um circuito funcional, precisando assim do auxílio do livro e da mediação do professor.

A dificuldade foi ainda maior no momento de montar circuitos com medidores de tensão e de corrente, tanto de maneira correta como de maneira incorreta, conforme sugere a atividade. Os principais problemas nas montagens dos circuitos estavam relacionados à estrutura mínima necessária para o acendimento de uma lâmpada. Ao guiarem-se pelo livro, alguns grupos conseguiram desenvolver circuitos funcionais através da leitura do mesmo. Porém, para que todos obtivessem construção satisfatória na montagem (e ainda assim um dos grupos não teve êxito ao transpor para o papel), foi necessária a mediação pontual do professor. Em dois momentos, bastava aos estudantes fechar a chave para o circuito, tanto real como virtual, funcionar e estes não o fizeram, afirmando que não sabiam qual o procedimento tomar. Com certeza, estes estudantes já acionaram diversas vezes interruptores elétricos, mas não conseguiram transpor o conhecimento do mundo cotidiano para a aula de física.

Este cenário foi também observado por Heckler et al. (2007, p. 267): “para a maior parte dos alunos, a física não passa de um conjunto de códigos e fórmulas matemáticas a serem memorizadas e de estudos de situação que, na maioria das vezes, estão totalmente alheias às suas experiências cotidianas”. Foi possível verificar que realmente boa parte dos estudantes tinha este pensamento, tanto

através deste relato, como pela observação, principalmente nas primeiras atividades.

Também foi possível perceber, via questionário, que alguns estudantes acreditavam que a teoria e a prática estavam distantes, como afirma o número 28, pois acreditava durante a primeira atividade que os recursos não eram parecidos: “vão diferentes, pois um é a forma prática e outro a teórica.” Para aproximar estes estudantes da física do seu cotidiano à curricular, apostou-se na simetria invertida (MENEZES, 1980) e no diálogo-problematizador (FREIRE, 1983), que tem por essencialidade problematizar situações para que haja diálogo entre educador e discente, bem como entre os próprios estudantes. Para maximizar estas ideias durante a implementação, decidiu-se trabalhar com grupos (para desenvolvimento colaborativo) de estudantes, definidos por eles antes dos inícios das atividades, pois segundo Damiani (autora que analisou diversos autores sobre atividades em grupo):

A revisão das investigações acerca do trabalho colaborativo – em suas diferentes formas – assim como o entendimento do processo que o sustenta sugerem que esse tipo de atividade apresenta potencial para auxiliar no enfrentamento dos sérios desafios propostos pela escola atual em nosso país. (DAMIAMI, 2007, p. 224).

Esta estratégia surtiu efeito, pois fez com que os estudantes discutissem sobre as atividades propostas e esta discussão os aproximou dos temas trabalhados, uma vez que eles trouxeram suas experiências pessoais aos grupos. Freire (1996) também incentiva esta ideia e ressalta a importância do trabalho em grupo para o ensino e aprendizagem:

Aprendemos a pensar junto com o outro, num grupo coordenado por um educador. Aprendemos a ler, construindo novas hipóteses na interação com o outro. Aprendemos a escrever organizando nossas hipóteses na interação com as hipóteses do outro. Aprendemos a refletir, estruturando nossas hipóteses na interação e na troca com o grupo. A ação, a interação e a troca movem o processo de aprendizagem (FREIRE, 1996, p. 07.)

O fator colaborativo dos grupos aliado à mescla dos recursos foi relevante para a compreensão dos conceitos por parte dos discentes, o que corrobora com a resposta do estudante 22 sobre a importância de utilizar mais de um tipo de recurso: “sim, Porque você aprende lendo e montando o circuito”. A montagem deu-se em

grupo e o livro fez parte deste processo. Outro exemplo que indica o resultado favorável das implementações formatada desta forma é a compreensão transposta nas respostas de atividades realizada por todos os grupos sobre a parafusadeira, sinalizando consonância entre o mundo cotidiano e curricular ao afirmarem que a bateria duraria menos quando a mesma for impedida de rotacionar.

A mescla entre o livro didático, com foco mais teórico, e os experimentos reais e virtuais, mais voltados à prática, aproximou a teoria da prática, sendo ambas trabalhadas lado a lado, o que criou uma relação mais estreita entre as mesmas. Nos questionários das próximas atividades não foram verificadas mais respostas que indiquem distanciamento entre teoria e prática. Ainda pode-se ressaltar o que o estudante de número 02 afirmou no questionário da atividade cinco: “quando consegue juntar a teoria com a prática é bom”. Outro estudante (29) afirmou os pontos semelhantes entre os recursos: “é onde a teoria encontra a prática.” Estas respostas sinalizam que os discentes acham importante trabalhar com a teoria e prática simultaneamente.

Outra dificuldade foi a resistência da mudança de metodologia. Isto se refletiu nos questionários de pesquisa, pois alguns estudantes gostariam de atividades exclusivamente teóricas focadas unicamente na resolução de problemas da prova do vestibular. No entanto, segundo o MEC:

Muitas vezes o ensino de Física inclui a resolução de inúmeros problemas, onde o desafio central para o aluno consiste em identificar qual fórmula deve ser utilizada. Esse tipo de questão, que exige, sobretudo, memorização, perde sentido se desejamos desenvolver outras competências (BRASIL, 2006, p.140).

Esta visão foi exposta para os estudantes e foram adicionados problemas numéricos às atividades.

Outro ponto a ser destacado é o tempo referente às atividades práticas e a experiência dos discentes com as mesmas. Eles reivindicaram mais tempo para desenvolver as atividades experimentais, pois nunca haviam manipulado este tipo de recurso anteriormente. A solução encontrada em curto prazo foi realizar experimentos demonstrativos com os grupos especificamente. Isto resolve o problema do tempo, pois com a demonstração este é reduzido. Também resolve o problema da experiência, pois o professor a desenvolve passo a passo e ainda

soluciona mais duas reivindicações dos estudantes: dá assistência especializada, pois atende um grupo por vez e aumenta a organização da atividade como um todo, uma vez que os grupos fazem um rodízio e os demais, que não estão dialogando com professor sobre o experimento real, estão trabalhando no livro didático ou no simulador, complementando em seus grupos as atividades didáticas. Este tipo de abordagem funcionou e foi preciso experimentar as quatro atividades anteriores para se chegar a este modelo, na quinta, que somou todas as melhorias.

5.4 Pesquisa do Tipo *Survey*

Ao fim da atividade 04 (fechamento do ciclo único) e da atividade complementar, os estudantes responderam a um questionário do tipo *survey* que será descrito a seguir.

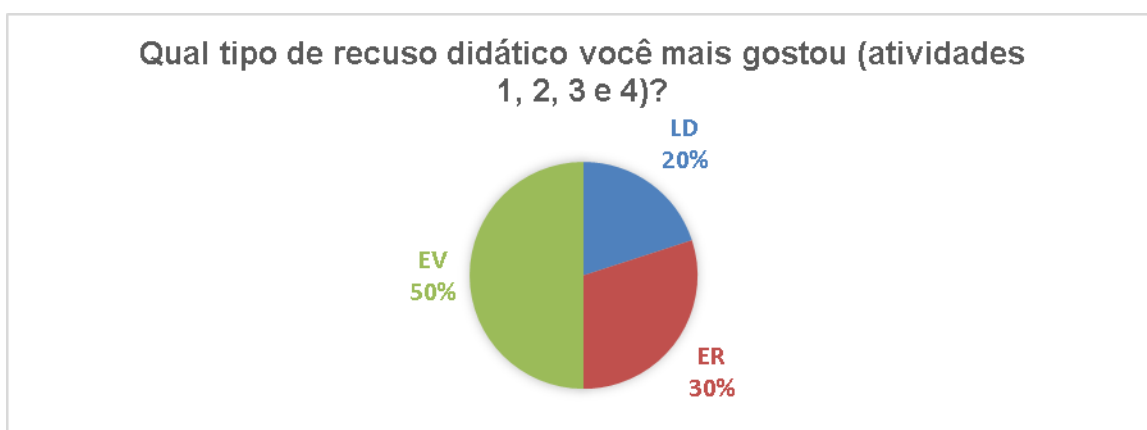


Gráfico 03 – Preferência de Recurso Didático

Fonte: Autor

Vinte estudantes foram questionados sobre qual tipo de recurso mais gostaram durante as quatro atividades do ciclo único. Observa-se que a maior parte deles gostou mais do experimento virtual, mas a outra metade considerou os outros dois tipos. Isto corrobora com o objetivo desta pesquisa, mostrando a necessidade da utilização de mais de um tipo de recurso, pois proporciona ao estudante um leque maior de possibilidades e de trabalho com o seu tipo preferido, além de disponibilizar o conteúdo de diversas linguagens.

A mesma questão foi repetida na atividade complementar de número 05.

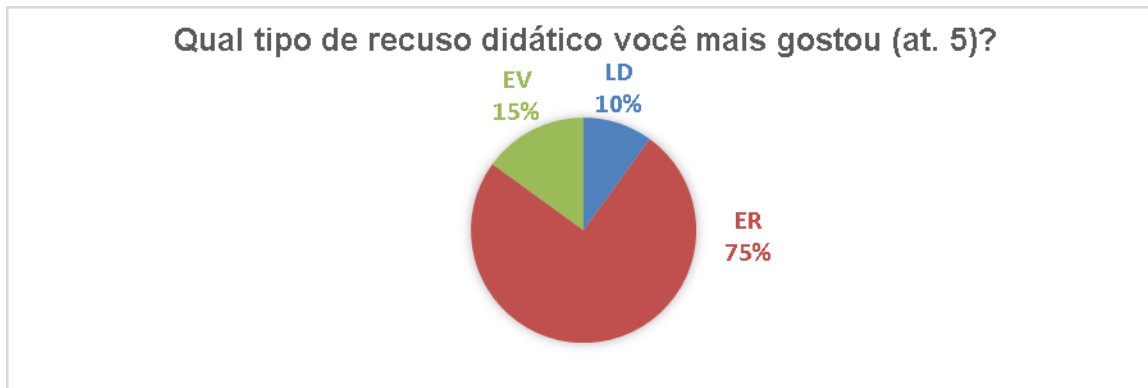


Gráfico 04 – Preferência de Recurso Didático 2

Fonte: Autor

Mais uma vez, vinte estudantes responderam a questão, desta vez sobre a preferência na atividade complementar de número cinco. Observa-se um aumento na preferência do experimento real, que desta vez foi desenvolvido pelo professor nos grupos. Isto corrobora com o pressuposto de que o sucesso da atividade experimental depende, para esta comunidade, do auxílio especializado do docente, conforme avaliado anteriormente.

Os estudantes também acharam a atividade complementar mais produtiva, como mostram os dados abaixo:

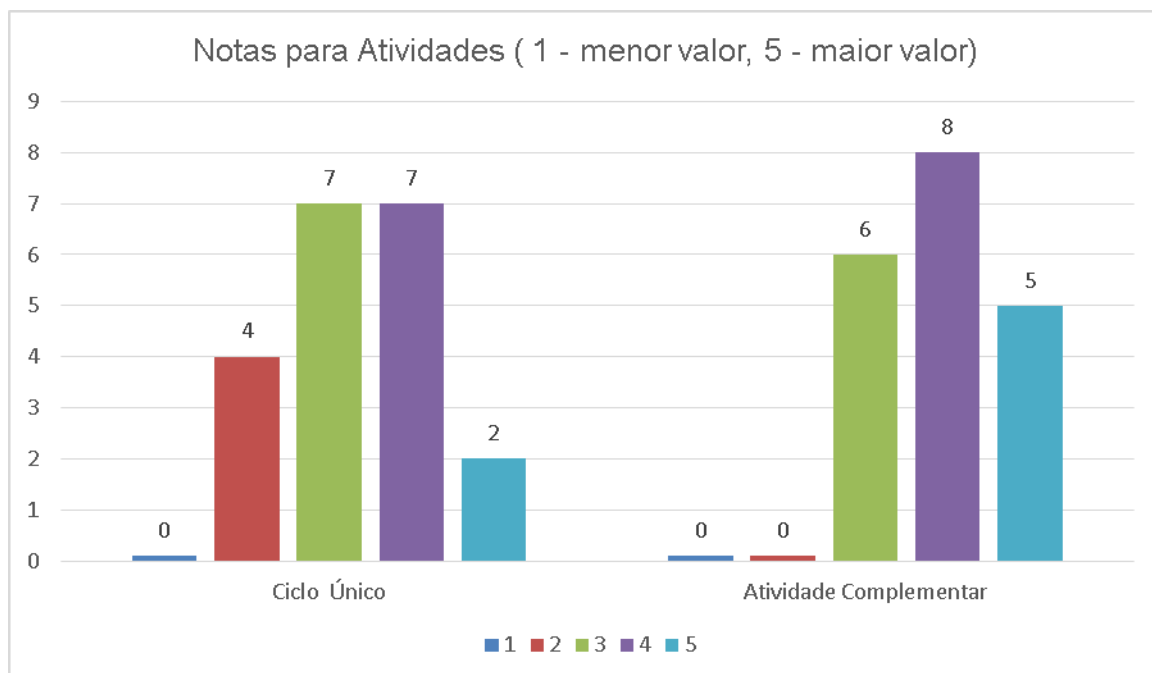


Gráfico 05 – Notas das Atividades

Fonte: Autor

Neste modelo de gráfico, as barras representam o número de discentes que optaram por um valor que representa o quão eles estão satisfeitos com as atividades. Observa-se que os estudantes deram melhores notas para a atividade complementar, como é possível verificar no Gráfico 05, pois as barras dos maiores valores cresceram em relação a avaliação do ciclo único. Outro dado que indica esta opinião dos colegiais está expresso no Gráfico 06, a seguir:

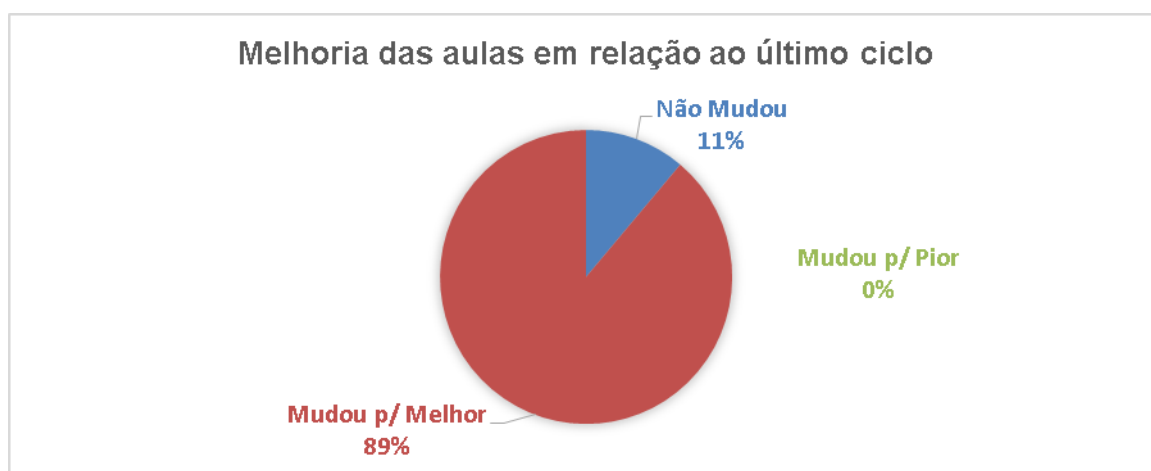


Gráfico 06 – Melhoria das aulas
Fonte: Autor

A reestruturação (ou replanejamento) dos planejamentos foi aprovada pelos estudantes, como é possível observar no Gráfico 06. A maior parte considera que houve melhoria. Também é possível analisar a auto-avaliação que eles fizeram na pesquisa do tipo *survey*.

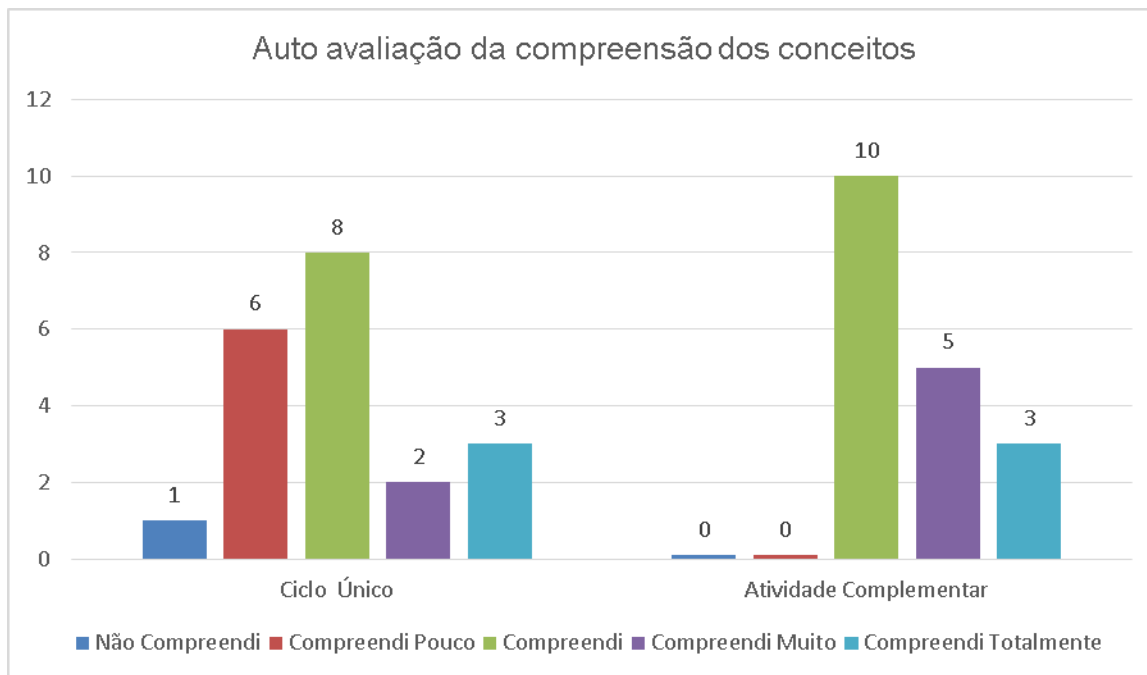


Gráfico 07 – Auto-avaliação

Fonte: Autor

Ao observar a auto-avaliação dos estudantes, durante as atividades do ciclo único, percebeu-se que a maior parte deles considerou ter compreendido ou ter compreendido de maneira incompleta. Já na atividade complementar, o panorama tornou-se mais favorável, mais uma vez exaltando o acerto nas mudanças propostas.

Os estudantes também foram perguntados sobre qual o nível de importância da utilização de mais de um tipo de recurso e nível de relevância da mescla entre os mesmos.

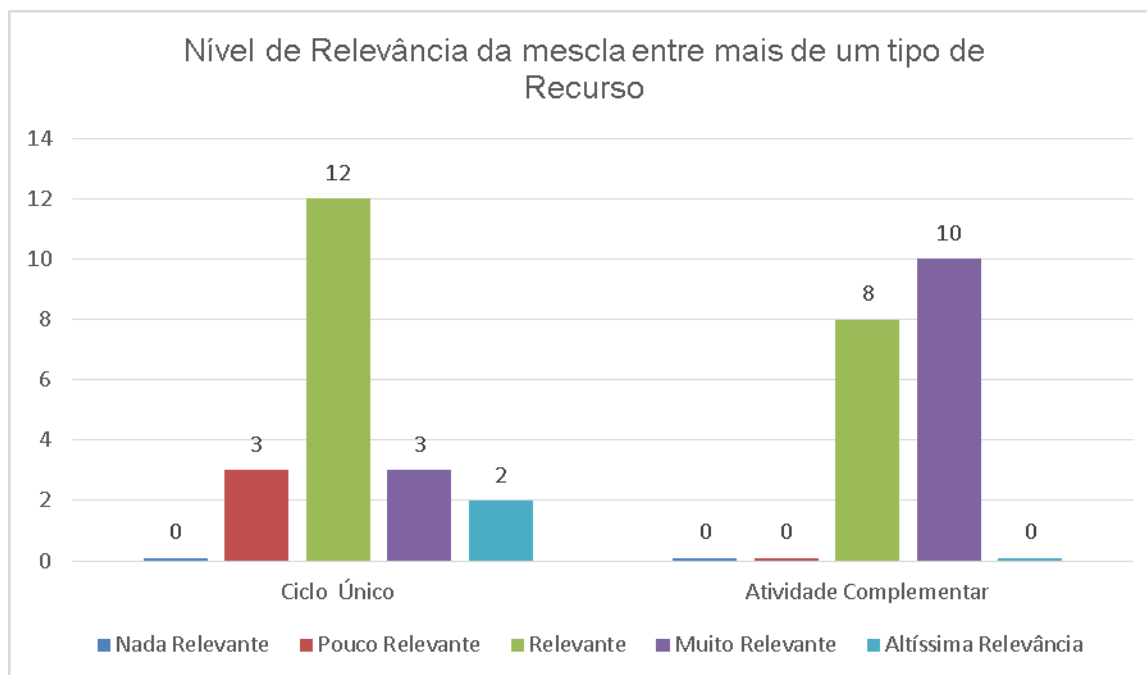


Gráfico 09 – Nível de Importância

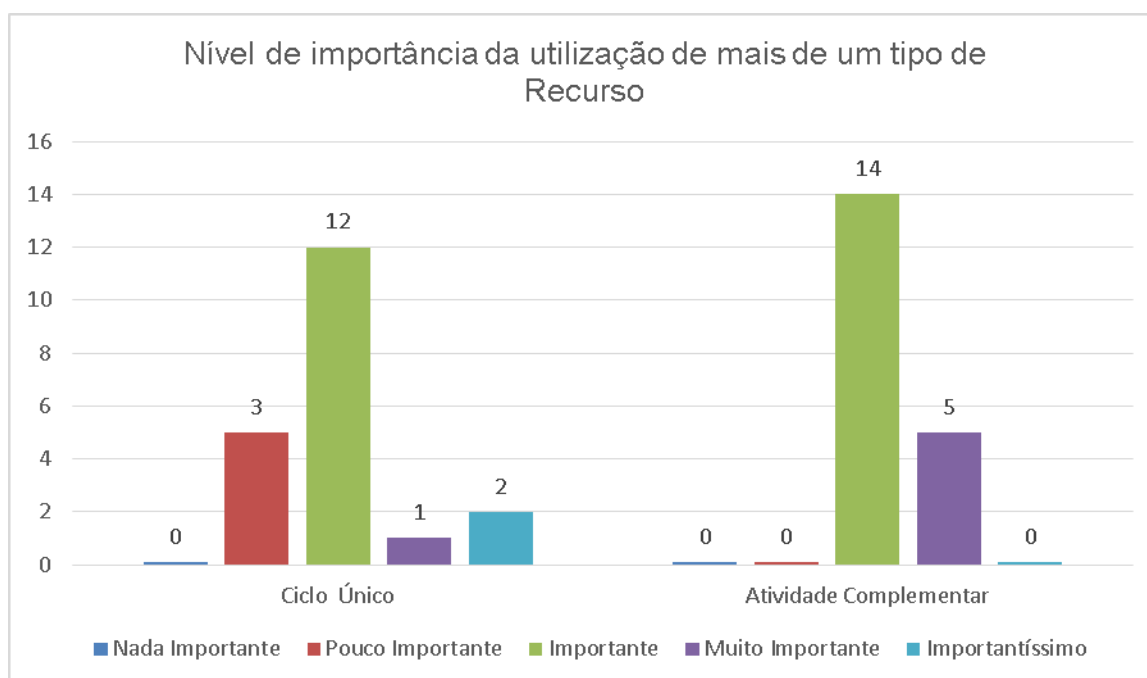


Gráfico 08 – Relevância da mescla entre os tipos de recurso.

Fonte: Autor

Os Gráficos 09 e 10 apresentam que, de forma geral, os estudantes consideram importante e relevante utilizar mais de um tipo de recurso didático, mesclando-os. Isto corrobora com a ideia inicial (expressa no capítulo um): 93% dos

estudantes consideram compreender mais os conceitos trabalhados se este tipo de configuração for implementada, dando validade a esta pesquisa.

Os estudantes também foram questionados na atividade complementar se eles consideravam os recursos semelhantes entre si. As respostas foram:

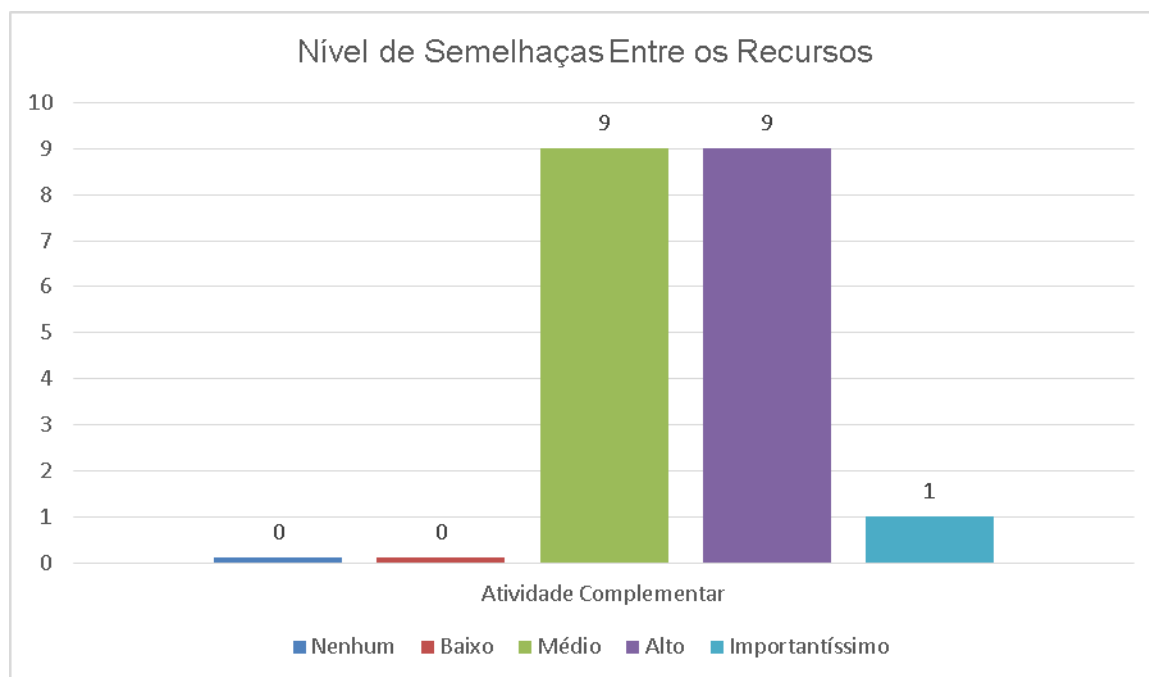


Gráfico 10 – Semelhanças entre os Recursos

Fonte: Autor

Estes três últimos gráficos apontam uma tendência de pensamento por parte dos estudantes sobre a ideia de utilizar mais de um tipo de recurso. Observa-se que eles consideraram semelhanças de nível médio/alto e isto se refletiu na importância da mescla entre eles.

Outros pesquisadores também encontraram resultados semelhantes ao avaliar situações similares a desta pesquisa. Duarte (2012) encontrou nos simuladores e nos experimentos reais de baixo custo uma possível solução para a melhoria das aulas de Física no Ensino Médio. Para o caso desta pesquisa, o simulador serviu para estender o experimento real em casos que este torna-se de difícil produção, como em movimentos sem atrito. Fonseca et al. (2013) apresenta outra forma de utilização dos laboratórios reais e virtuais. Através de vídeos, os experimentos são gravados no laboratório real e transpostos para o mundo virtual. Isto indica a correlação existente entre estes dois tipos de recursos. Ainda

Heidemann et al. (2012) afirma que a melhor solução entre o experimento real e virtual é a utilização de ambos. Assim, estes autores corroboram com o resultado desta pesquisa e já é possível observar certa tendência em utilizar mais de um tipo de recurso.

Os dados da pesquisa do tipo *survey* serviram para dimensionar o que os estudantes estavam pensando das atividades através de suas opiniões pessoais. Isto deu um panorama maior à pesquisa, pois verificou-se que estes dados corroboram com as outras informações levantadas pelo pesquisador, como boa avaliação das atividades, melhoria na evolução do ciclo único para a atividade complementar, entre outros. Ou seja, os objetivos foram cumpridos, pois foram construídos e implementados planejamentos visando a mescla entre os recursos durante a pesquisa, bem como foi possível observar que esta mescla proporcionou aos estudantes maior ângulo de visualização dos fenômenos, bem como aspectos **complementares, estruturais e procedimentais** análogos entre os recursos didáticos, o que caracterizou pontos semelhantes entre os mesmos e, conseqüentemente, potencializou a compreensão dos conceitos físicos trabalhados por parte dos discentes, respondendo assim ao problema de pesquisa.

6 CONCLUSÃO

Durante esta pesquisa alguns aspectos podem ser considerados importantes. Os dois primeiros deles são a utilização de mais de um tipo de recurso didático (mescla) que apresenta pontos semelhantes e que potencializou a compreensão dos conceitos físicos trabalhados pelos estudantes, respondendo, assim, ao problema de pesquisa, proposto no capítulo um. Os outros dois estão relacionados com a prática docente do pesquisador e as contribuições para linha de pesquisa.

Através da análise observacional, durante a implementação dos questionários de pesquisa e das respostas nas atividades, pode-se concluir que mesclar mais de um tipo de recurso didático no mesmo planejamento expõe os pontos semelhantes entre eles. Apesar disto ter sido intencionalmente adicionado aos planejamentos, foi necessário verificar como esta abordagem funcionaria durante as atividades. Tendo em vista esta dimensão, categorizou-se a análise em quatro tópicos: **curricular, procedimental, complementar e estrutural**.

Os tipos de recursos naturalmente convergem em relação ao tema que abrangem, pois foram escolhidos desta forma. Quanto ao procedimento, ambos os experimentos mostraram ser similares neste quesito, pois demandam de ações análogas em suas construções. Por outro lado, a parte mais evidente das semelhanças foi a complementariedade que um tipo de recurso proporciona ao outro. Em diversos momentos das atividades, ficou demonstrado que esta utilização mesclada dos recursos oferece maior gama de possibilidades de visualização e interação aos estudantes. Além da preferência que cada um tem (assim não é monopolizada esta utilização, o que democratiza a aula), esta complementariedade dá-se na extensão que traz ao outro. Por exemplo, durante o experimento real não é possível ver os elétrons movimentando-se, o que está didaticamente explícito no experimento virtual que, no entanto, não é palpável como o real e assim sucessivamente. E por fim, as estruturas dos recursos mostraram-se consonantes, pois as figuras do livro, a interface do simulador e o aparato experimental real apresentam semelhanças significativas. Isto é importante, pois familiariza o estudante com as interfaces e os instrumentos.

Além disto, verificou-se que os pontos semelhantes gerados pela mescla e a utilização do diálogo-problematizador associado à simetria invertida, bem como o

trabalho em grupo, potencializou a compreensão dos conceitos por parte dos estudantes. Ou seja, estas abordagens possibilitaram a eles maior compreensão dos tópicos estudados, pois o diálogo-problematizador aproximou os conceitos à realidade dos estudantes e a simetria invertida permitiu a construção dos mesmos a partir de uma situação-problema contextualizada. Além disso, a mescla dos tipos de recurso dá ao discente maior liberdade, pois cria mais opções de interatividade e interação, além de unir a teoria e prática, uma vez que foram observadas relações pertinentes dos estudantes conectando estas duas dimensões, o que evidencia a potencialização da compreensão dos conceitos físicos estudados.

Observou-se também que a inserção do pesquisador no meio escolar gerou mudanças no ambiente e estas são consideradas positivas. Esta é uma das principais características da pesquisa-ação: a transformação do meio de pesquisa. Analisando-se a evolução durante as quatro etapas do ciclo, conclui-se que este foi transformado de forma positiva. Isto ficou perceptível através das respostas dos estudantes e das evoluções dos mesmos. O pesquisador, como professor, considerou satisfatória (CSA) a construção do conhecimento, principalmente nas últimas atividades, em que ações foram tomadas para melhorar a prática docente.

Estas ações estão também relacionadas ao professor pesquisador e às práticas escolares. No âmbito da pesquisa-ação, o pesquisador precisa constantemente modificar suas práticas através da observação, ação e reflexão, para alcançar um fim comum à comunidade. Neste caso, o pesquisador também foi professor desta comunidade. O legado do deste tipo de docente é essencial para a educação. Saber observar e interpretar a comunidade na qual está inserido é fundamental para o replanejamento das ações como docente. Desta forma, foram construídas as cinco atividades desta pesquisa. A cada observação (ainda que no mesmo ciclo), aprendia-se sobre a turma e considerava-se isto para o próximo planejamento. Descobriu-se que a turma constitui um universo singular e a mudança metodológica causada pela troca de docente (o professor pesquisador se tornou titular em meados do ano letivo e não conhecia a comunidade antes disto) foi drástica. Assim, tornou-se necessário perceber que atividades experimentais sob manipulação dos discentes não eram a melhor solução para aquela comunidade. Isto contribuiu para melhoria das práticas escolares, através da constante pesquisa-

ação e busca de soluções, durante as atividades de Ensino de Física e, portanto, para a vida profissional do pesquisador.

Também compreendeu-se que roteiros com tons mais abertos não estavam funcionando de maneira satisfatória e que os grupos precisavam de mais atenção do professor. Assim, foram criando-se atividades mais direcionadas e experimentos com os quais o pesquisador trabalharia junto do grupo. Estas estratégias deram certo, como foi verificado através da própria pesquisa. No entanto, esta configuração funcionou para esta comunidade específica e cada uma tem sua singularidade, o que reforça ainda mais a visão do professor pesquisador.

Existem aspectos que não podem ser facilmente alterados pelo professor, como o menor número de estudantes por turma, o que possibilitaria uma maior atenção do docente. No entanto, há as soluções possíveis, como no caso específico desta pesquisa, em que os estudantes foram divididos em grupos e o professor os atendeu individualmente durante o experimento real, enquanto a outra parte da turma trabalhava com o livro. Sugere-se, portanto, que o legado do professor pesquisador seja considerado por todos os educadores, pois como afirma Freire (2013, p. 30), o ensino e a pesquisa “se encontram um no corpo do outro”.

Durante toda a produção desta dissertação, foram levantados diversos temas relativos ao ensino e aprendizagem de Física. A utilização mesclada de mais de um tipo de recurso didático, aliada à constante e progressiva mudança das práticas docentes na tentativa de solucionar os problemas encontrados, foi o que potencializou a compreensão dos conceitos por parte dos estudantes, como foi mostrado durante o desenvolvimento deste texto e contribuiu para o ensino e aprendizagem de física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEGG, I. **Produção colaborativa e diálogo-problematizador mediados pelas tecnologias da informação e comunicação livres**. Tese (Doutorado em Informática na Educação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009

ALVES, C. V.; STACHAK, M. A importância de aulas experimentais no processo ensino-aprendizagem em física: “eletricidade”. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.uenf.br/Uenf/Downloads/LCFIS_7859_1276288519.pdf>. Acesso em: 02 out.2014.

ANGOTTI, J; DE BASTOS, F, P. **Metodologia e prática do ensino de física I e II**. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2008.

AZEVEDO, J. C.; REIS J, T. **Reestruturação do ensino médio**: pressupostos teóricos e desafios da prática. São Paulo: Fundação Santillana, 2013.

BASTOS, F. P. de. **Didática da física**. 2008, Notas de Aula.

_____. **Educação popular e formação profissional via diálogo-problematizador: o movimento social “software livre” na educação a distância brasileira**.

_____. Regularidades e transformações em hipermídia educacional. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 22, n. 1, 2014.

BARBIER, René. **A pesquisa-ação**. Tradução de Lucie Didio. Brasília: Plano, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio**: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 10 mar.2014.

_____. Ministério da Educação. **Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de física**. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1304.pdf>>. Acesso em: 11 mar.2014.

_____. Instituto Benjamin Constant. **Recursos didáticos na educação especial**. 2005. Disponível em: <<http://www.ibr.gov.br/?itemid=102>>. Acesso em: 08 jun.2013.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Parâmetros curriculares para o ensino médio**: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2006.

_____. Ministério da Educação. **Banco internacional de objetos educacionais**. Brasília, 2008.

_____. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT). **Repositórios digitais**. Disponível em <<http://www.ibict.br/informacao-para-ciencia-tecnologia-e-inovacao%20/repositorios-digitais>>. Acesso em: 15 set.2014.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE). **Metadados**. Disponível em <<http://www.metadados.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 28 set.2014

CARR, Wilfred; KEMMIS, Stephen. **Teoria crítica de la enseñanza**. Barcelona: Martinez Roca, 1988.

CONFERENCE ON UNDERGRADUATE PHYSICS EDUCATION. College Park, United States, 1996.

CUBERO, G. I. **Funcionamiento de las linternas sin pilas**. 2008. Disponível em: <<http://www.wisphysics.es/2008/07/funcionamiento-de-las-linternas-sin-pilas>>. Acesso em : 20 jun.2013

DAMIANI, M. F. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. **Educar**, Curitiba, n. 31, p. 213-230, 2008.

DICIONÁRIO PRIBERAM DA LÍNGUA PORTUGUESA (2008-2013). Disponível em: <<http://www.priberam.pt/dlpo/mesclar>>. Acesso em: 21 out.2014.

DUARTE, S. E. Física para o ensino médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 29, n. Especial 1, p. 525-542, set. 2012.

ELLIOTT, J. What is action research in schools? **Journal of Curriculum Studies**, v. 10, n. 4, p. 355-357, 1978.

FRANCO, M. A. S. Pedagogia da pesquisa-ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3 sept./Dec.

FONSECA, M. et al, O laboratório virtual: uma atividade baseada em experimentos para o ensino de mecânica. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 35, n.4, oct./dec. 2013

FREIRE, Madalena. **Observação, registro e reflexão**: instrumento metodológico I. 2 ed. São Paulo: Espaço Pedagógico, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983

_____. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 46. ed, Rio de Janeiro, Editora Paz e Terra, 2003

FRISON, M. D. Livro didático como instrumento de apoio para construção de propostas de ensino de ciências naturais. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, 8 nov. 2009

GÉRARD, F. M.; ROEGIERS, X. **Concevoir et évaluer des manuels scolaires**. Bruxelas. De Boeck-Wesmail, 1993. Tradução Portuguesa de Júlia Ferreira e de Helena Peralta. Porto: 1998.

GOBARA, T.S.; GARCIA, B. R. J, As licenciaturas em física das universidades brasileiras: um diagnóstico da formação inicial de professores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 4, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172007000400009. Acesso em: 08 jun.2013.

HALLIDAY, D. et al. **Fundamentos da física: eletromagnetismo**. 8. ed. Tradução: Baisi, R. S. Rio de Janeiro: LTC, 2009. cap. 3. v. 3.

_____. **Fundamentos da física: mecânica**. 8. ed. Tradução: Baisi, R. S. Rio de Janeiro: LTC, 2009, Cap. 7 e 8. v. 1.

HECKLER, V. et al, Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de ótica, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 267-273, 2007.

HEIDEMANN, L. A. et al, Experimentos empíricos versus simulações computacionais: uma controvérsia no ensino de física. **XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Maresias – 2012

HESTENES, D. Modeling methodology for physics teachers. In: INTERNATIONAL HODSON, D.. *Filosofia de da Ciência y Educación Científica*. In: PORLÁN, R.; GARCIA, J. E.; CAÑAL, P. (Compil.). **Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias**. Sevilla: Diada Editoras, 1988.

KEMMIS, S.; MCTAGGART, R. Participatory Action Research. In DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Eds.) **Handbook of qualitative research**. 3. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2005. p. 559

KERLINGER, T. C.; JAMES R. T. **Marketing research: an applied approach**. Tóquio: McGraw-Hill Kogakusha, 1979.

MACEDO, J. A.; DICKMAN, A. G. Simulações computacionais como ferramenta auxiliar ao ensino de conceitos básicos de eletromagnetismo. Disponível em: http://phet-downloads.colorado.edu/files/activities/3508/roteiro_de_atividades.pdf. Acesso em: 25 ago.2013.

MALLMANN, E. M., Mediação pedagógica em educação a distância: cartografia da performance docente no processo de elaboração de materiais didáticos. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2008.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: metodologia e planejamento**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

MENEZES, Luis Carlos. **Novo método para ensinar física**. **Revista de Ensino de Física**, v. 2,3, p 89-97, mai. 1980.

MIRANDA M. G.; RESENDE A.A. Sobre a pesquisa-ação na educação e as armadilhas do praticismo. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 33, sept./sec. 2006.

MOREIRA, M. A, Laboratório estruturado versus não estruturado: um estudo comparativo em um curso individualizado. **Revista Brasileira de Física**, v. 10, NP 2, 1980,

_____. O modelo padrão da física de partículas. **Rev. Bras. Ensino Fís**, São Paulo, v.31, n.1, apr. 2009.

NARDIM, A. C. **Avaliação do potencial diálogo-problematizador dos materiais didáticos produzidos pelo PROBIO/EA**. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

MELO, R. B. F. A utilização das TIC'S no processo de ensino e aprendizagem da física. **3º Simpósio Hipertexto e Tecnologia Na Educação: Redes Sociais e Aprendizagem**. Pernambuco, 2010.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica, **Revista Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002

PENTEADO, P. C.; TORRES, C. M. **Física: ciência e tecnologia**. São Paulo: Moderna, 2005. Cap. 1 e 2. v. 3.

PINHO-ALVES, J. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**, Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2000.

RICARDO, E. C. et al, A tecnologia como referência dos saberes escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 135-147, 2007.

RIBEIRO, Investigação-ação e formação continuada com professoras não-habilitadas em música: compromisso social com a escola e seus sujeitos. **XVII Encontro Nacional da ABEM**

ROMEY, W. D. **Inquiry techniques for teaching science**. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1968.

SANT'ANNA, B. et al. **Conexões com a física**: eletricidade, física do Século XXI. São Paulo: Moderna, 2010. cap 6, 9 e 11. v. 3.

SANTOS, J. C. F. **Globo educação**. Disponível em: <<http://educacao.globo.com/fisica/assunto/eletromagnetismo/inducaao.html>>. Rio de Janeiro, 2014.

SANTOS, R. **TIC`s**: uma tendência no ensino da matemática, 2006. Disponível em <<http://www.meuartigo.brasilecola.com/educaçao/tics.htm>>. Acesso em 15 set.2014.

SIMÕES JR., F.J.R. et al, Física de plasma espacial utilizando simulação computacional de partículas, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 1310 (2011). Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/331310.pdf>>. Acesso em: 06 jun.2013.

SOUZA FILHO, G. F. **Simuladores computacionais para o ensino de física básica**: uma discussão sobre produção e uso. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física, Instituto de Física). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

THIOLLENT, Thiollent. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez/Autores Associados, 1992.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica, **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n.3, sept./dec. 2005.

VIDMAR, M., Atividades de estudos hipermediáticas: flexibilidade cognitiva, interatividade, interação e visualização. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

ANEXOS

ANEXO 1 – PLND 2015

Segue o texto original do Edital PNLND 2015: Critérios eliminatórios específicos para o componente curricular Física:

(1) utilizou o vocabulário científico como recurso para a aprendizagem das teorias e explicações físicas, sem privilegiar a memorização de termos técnicos e definições, não se pautando, portanto, somente por questões de cópia mecânica ou memorização;

(2) Introduziu assunto ou tópico conceitual, levando em consideração as concepções alternativas que alunos típicos de educação básica costumam manifestar e que já estão sistematizadas na literatura nacional e estrangeira da área de pesquisa em ensino de Física, bem como as suas experiências socioculturais;

(3) propôs discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, promovendo a formação de um cidadão capaz de apreciar e de posicionar-se criticamente diante das contribuições e dos impactos da ciência e da tecnologia sobre a vida social e individual;

(4) apresentou exercícios e problemas de modo claro, de acordo com a função de cada tipo de questão/atividade. Os problemas deveriam ser apresentados mediante enunciados acompanhados da contextualização da situação-problema específica e deveriam ser abertos o suficiente para estimular/permitir estimativas e considerações por parte do professor e do aluno;

(5) utilizou abordagens do processo de construção das teorias físicas, sinalizando modelos de evolução dessas teorias que estivessem em consonância com vertentes epistemológicas contemporâneas;

(6) apresentou arranjos experimentais ou experimentos didáticos realizáveis em ambientes escolares típicos, previamente testados e com periculosidade controlada, ressaltando a necessidade de alerta acerca dos cuidados específicos para cada procedimento;

(7) trouxe uma visão de experimentação afinada com uma perspectiva investigativa, mediante a qual os jovens são levados a pensar a ciência como um campo de construção de conhecimento, onde se articulam, permanentemente, teoria e observação, pensamento e linguagem. Nesse sentido,

seria absolutamente necessário que a obra, em todo o seu conteúdo, fosse permeada pela apresentação contextualizada de situações-problema que fomentassem a compreensão de fenômenos naturais, bem como a construção de argumentações;

(8) estimulou o aluno para que ele desenvolva habilidades de comunicação oral e de comunicação científica, propiciando leitura e produção de textos diversificados, como artigos científicos, textos jornalísticos, gráficos, tabelas, mapas, cartazes, entre outros;

(9) utilizou analogias e metáforas de forma cuidadosa e adequada, garantindo a explicitação de suas semelhanças e diferenças em relação aos fenômenos/conceitos estudados, bem como de seus limites de validade;

(10) utilizou ilustrações de forma adequada, tendo em vista sua real necessidade e sua referência explícita e complementar ao texto verbal;

(11) evitou utilizar somente situações idealizadas, fazendo referências explícitas sobre as condições das situações trabalhadas, quando essas se fizeram necessárias; e evitou, também, apresentar situações de realização impossível ou improvável, sinalizando claramente quando se utilizou de referências do gênero ficção científica;

(12) evitou apresentar fórmulas matemáticas como resultados prontos e acabados, sem trazer deduções explícitas, quando eram pertinentes e cabíveis, ainda que na forma de itens complementares ou suplementares ao texto principal;

(13) apresentou expressões matemática de leis, sempre acompanhadas de seus enunciados próprios e em forma adequada, bem como da especificação de suas condições de produção ou criação;

(14) evitou apresentar enunciados de leis, caracterização de teorias ou modelos explicativos, desacompanhados de suas condições de utilização, bem como de seus limites de validade;

(15) tratou, sempre de forma articulada, tópicos conceituais que são claramente inter-relacionados na estrutura conceitual da ciência Física e introduziu/apresentou cada tópico ou assunto mediante a necessária problematização;

(16) tratou de forma adequada e pertinente, considerando os diversos estudos presentes na literatura atual da área, tópicos usualmente classificados como de Física Moderna e Contemporânea e que sejam considerados importantes ou mesmo imprescindíveis para o exercício da cidadania ativa, crítica e transformadora, bem como para a inserção ativa, crítica e transformadora no mundo do trabalho;

(17) apresentou os conteúdos conceituais da Física sempre acompanhados, ou partindo de sua necessária contextualização, seja em relação aos seus contextos sócio-cultural-histórico-econômicos de produção, seja em relação a contextos cotidianos em que suas utilizações se fizessem pertinentes, evitando a utilização de contextualizações artificiais para esses conteúdos. (PNLD-2015)

ANEXO 2 - PRODUÇÃO DOS EXPERIMENTOS

- Atividade 01: Não tem experimento real.

- Atividade 02: Instrumentos de Medidas Elétricas

Atenção: é necessária capacitação do utilizador para operar corretamente um multímetro. Materiais necessários: pilhas, soquetes para pilhas, fios, lâmpadas incandescentes de baixa tensão, soquetes para lâmpadas, chaves (on/ff) e multímetros (amperímetro e voltímetro). Recomenda-se pilhas do tamanho AAA ou AA, não maiores que isto. Caso não seja possível conseguir o soquete, pode-se fazer um suporte de cano hidráulico para as pilhas. Devido ao crescente domínio dos LED no mercado, pode-se substituir a lâmpada incandescente por LED vermelhos comuns (não de alto brilho) para medidas de corrente e tensão pontuais, pois o LED não é um resistor e sim um diodo e por este motivo tem polaridade (caso não funcione, basta inverter os pinos – nunca ultrapassar a tensão de 3V para este tipo de LED). As chaves podem ser substituídas por interruptores ou disjuntores, ou até mesmo fios. O multímetro pode ser analógico ou digital e o utilizador deve saber operá-lo para não fazer ligações incorretas, o que pode em risco a integridade do equipamento. O voltímetro deve estar na escala de corrente contínua para a tensão 20V e deve ser ligado em paralelo à lâmpada. O amperímetro também deve estar na escala de corrente contínua de 2A ou 10A e deve ser ligado em série, entre a lâmpada e a pilha.

- Atividade 03: Idem a anterior.

- Atividade 04: Idem a anterior, exceto pela lâmpada que foi substituída por resistores. Estes devem ser de no mínimo 5W e com resistência baixa, como de 5Ω . Para alterar a resistência basta associar os resistores de formas diferenciadas e anotar os dados de tensão e corrente para cada valor de resistência.

- Atividade 05: Receptor

Material: Motor elétrico (toca fitas, brinquedos, drive CD/DVD são exemplos que contem este tipo de material), fonte ou pilhas, multímetro, termômetro e alicate. Não é recomendado travar o motor por muito tempo, pois haverá superaquecimento.

ANEXO 3 - GUIA DO PROFESSOR E CONCEITOS FÍSICOS

Nesta seção será descrito brevemente o funcionamento dos instrumentos de medidas, dos geradores e dos receptores para orientar o leitor sobre o conteúdo trabalhado durante as atividades e detalhadamente analisada a troca energética entre energia cinética e elétrica.

- Instrumentos de medidas Elétricas: voltímetro a amperímetro.

O voltímetro mede tensão elétrica e, por possuir alta resistência interna, deve-se ligá-lo em paralelo ao resistor (lâmpada). O amperímetro mede corrente elétrica e, por possuir resistência interna baixa, deve-se ligá-lo em série ao circuito.

- Geradores e Receptores

Os geradores e receptores são aparelhos elétricos transformadores de energia. O gerador transforma algum tipo de energia (como a mecânica, conforme descrito posteriormente) em energia elétrica. Os geradores reais possuem resistência interna. Os receptores transformam energia elétrica em algum outro tipo que não seja exclusivamente térmica. Estes equipamentos precisam ser reversíveis, ou seja, atuarem tanto como geradores e receptores para possuírem esta característica, como por exemplo, um motor, pode ser também utilizado como dínamo. Estas trocas energéticas são relevantes e estão detalhadas a seguir.

Para compreender as ideias básicas de energia mecânica (potencial gravitacional e cinética), imagine a seguinte situação: você está em uma pista cuja rampa tem formato conhecido com “U”. Existe um pequeno carrinho, skate, ou até mesmo um bloco. Considere a superfície lisa. Você empurra e solta o objeto em direção à rampa como mostra a figura 3. O que acontecerá?

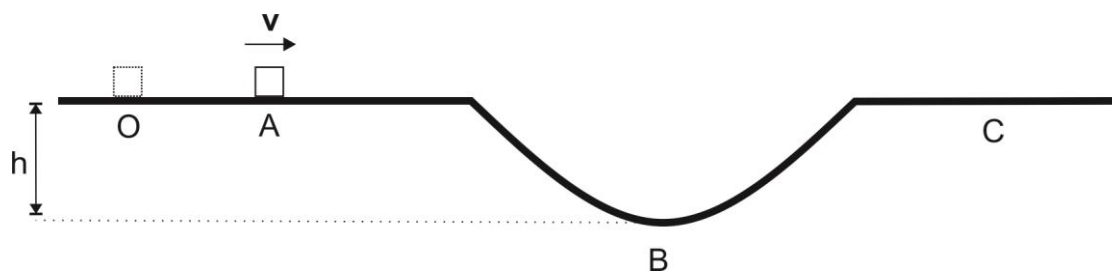


Figura A.4 – Pista e Rampa (Própria)

Apesar de esta imagem representar um esquema com a “física dos bloquinhos” torna-se útil, uma vez que não é possível gozar de outros recursos neste texto, como simuladores, por exemplo. Assim, o traço representa a pista e sua concavidade, o bloco deve ser considerado o carrinho. Já no ponto “O” (onde o

bloquinho tem perímetro representado por pontos) foi dado o “empurrão” colocando em movimento, levando em conta que o referencial está situado no início do percurso. No ponto “A” o bloco possui velocidade \vec{v} , o ponto “B” é o ponto mais baixo, o ponto “C” faz parte da extensão da pista após a rampa e h representa a altura do ponto mais alto ao mais baixo. Voltando à questão, você possivelmente respondeu que o bloquinho não conseguirá atingir o nível do ponto “C” e provavelmente ficará oscilando na rampa até parar no ponto “B”. Caso tenha respondido que o bloco alcança o ponto “C”, isto aconteceria em superfície cujo atrito é pequeno ou no caso especial e ideal o qual é nulo. Neste caso, a energia mecânica é totalmente conservada e a velocidade após a saída da rampa (ponto “C”) será a mesma no ponto “A”, antes da entrada na concavidade.

Ao fazer a análise energética, para o caso ideal, percebe-se que o bloco possui velocidade constante após ser empurrado, pois não há atrito (uma força que se oponha ao movimento), assim, ele possui velocidade constante (não há aceleração). A energia cinética está diretamente ligada à velocidade, ou seja, quanto maior a velocidade, maior, a energia cinética e também a massa. Esta relação é dada por:

$$E_c = \frac{mv^2}{2} \quad (\text{A.1})$$

Nesta equação, m indica a massa e v a velocidade. A energia potencial gravitacional, é uma energia a qual pode ou não se transformar em movimento. O termo “potencial” indica que há probabilidade da energia armazenada se transforme em cinética. A expressão da energia potencial gravitacional é:

$$E_{p,g} = mgh \quad (\text{A.2})$$

Nesta equação a massa é representada por m , a aceleração da gravidade por g e a altura por h . A soma da energia potencial gravitacional com a cinética é a energia mecânica, a qual é dada por:

$$E_m = E_{p,g} + E_c = mgh + \frac{mv^2}{2} = m \left(gh + \frac{v^2}{2} \right) \quad (\text{A.3})$$

Torna-se importante ressaltar que estas três grandezas são escalares. Ou seja, possuem apenas intensidade, mas não direção ou sentido.

Voltando ao caso da rampa, devido à altura da mesma, o bloco possui energia cinética, estando em movimento e possui potencial gravitacional, pois está

mais alto em relação ao ponto mais baixo da pista. Ao chegar à rampa, a energia potencial gravitacional começa a se transformar em energia cinética, aumentando a velocidade do bloco até atingir a máxima no ponto “B”. Após cruzar este ponto, a energia cinética volta a se transformar em potencial gravitacional até que a situação energética inicial se restabeleça. A figura 3. Representa a situação descrita acima.

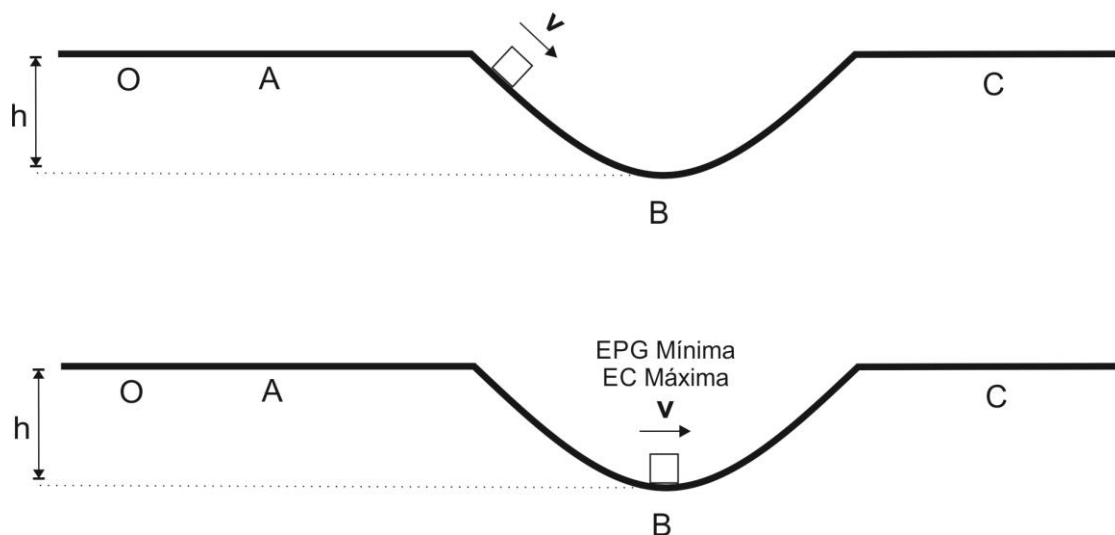


Figura 3.2 – Bloco em Movimento (Própria)

Outro exemplo simples para compreensão sobre as trocar de energia: imagine que você dispõe de uma pequena esfera elástica (aquelas vendidas em lojas de brinquedos) e após marcar a altura a qual ela será abandonada (ou seja, solta) observa-se ela quicar. Ela voltará a mesma altura a qual foi largada? Se o caso for ideal, a colisão com o solo será perfeitamente elástica e sem atrito com o ar, a esfera voltará exatamente na mesma altura e ficará quicando ininterruptamente. No caso real, a esfera voltaria até parte da altura a qual foi abandonada e quicaria cada vez mais baixo até repousar sobre o solo. Isto acontece porque a colisão real com o solo não é perfeitamente elástica juntamente com o atrito do ar, ou seja, a esfera “perde” energia para o ambiente. Apesar da comum utilização das palavras “geração” e “perda” de energia, torna-se relevante apontar que a energia não é de fato perdida e sim transformada em outro tipo. Ela também não é gerada, seguindo a mesma ideia. No exemplo da esfera do caso real, a energia mecânica (a energia total) é transformada em energia térmica, pois há um levíssimo aquecimento do ar em volta da mesma (devido ao atrito), bem como parte dela é dissipada ao vibrar as moléculas das superfícies gerando o som ao quicar. Isto significa que somando toda a energia, até mesmo as dissipadas, o valor deve ser o mesmo da condição inicial

do sistema. Este é o princípio da conservação de energia. A figura 3. Apresenta como a energia é conservada num sistema ideal, bem como traz referências dos valores das mesmas em porcentagem.

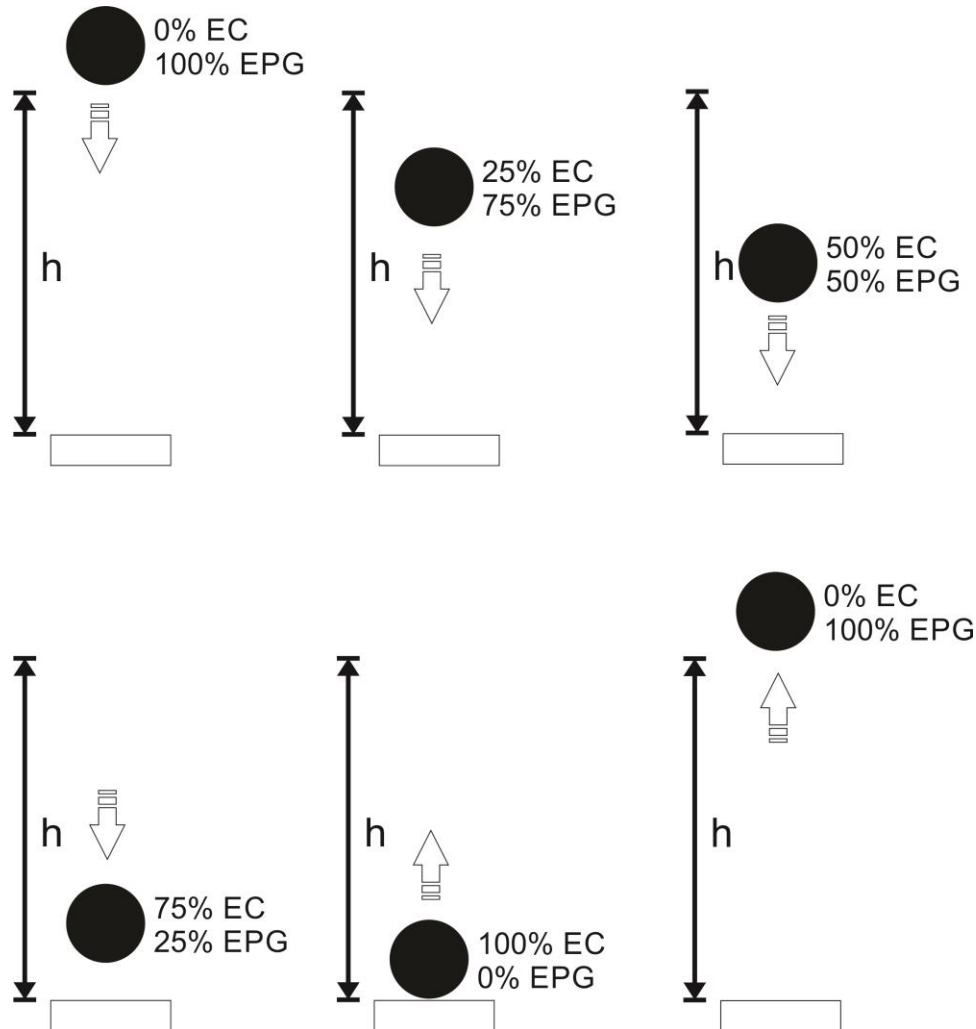


Figura A.5 - Trocas energéticas (Própria)

Outra forma de energia envolvida na temática do projeto é a energia elétrica. Possivelmente, este termo seja mais utilizado quotidianamente que as outras energias, pois frequentemente é visto nas mídias informações sobre o estado da rede na cidade ou até mesmo país. Possui as mesmas características de transformações como as outras formas, no entanto, precisa de aparato tecnológico mais avançado para obtê-la artificialmente. Sua equação é dada por:

$$E_{el} = P\Delta t \quad (3.4)$$

Sendo P a potência e Δt a variação de tempo, por exemplo, para determinar, o delta t é o tempo que certo aparelho ficou ligado. A potência está relacionada com a

corrente e a resistência, ou seja, quando maior a corrente, maior a potência, consequentemente maior o consumo e maior a energia elétrica.

A transformação de energia cinética em elétrica é descrita pela lei da Indução de Faraday-Lenz, indica que a variação do fluxo eletromagnético através de uma espira provoca uma corrente induzida e também define o seu sentido. Ou seja, movimentar um ímã dentro de uma espira, gera corrente elétrica na mesma tornando-a um eletroímã cujo campo magnético opor-se-á ao campo do ímã, e esta corrente pode ser aproveitada para alimentar equipamentos desta natureza. Desta forma, pode-se transformar energia cinética em elétrica, conforme mostra a figura 3.4

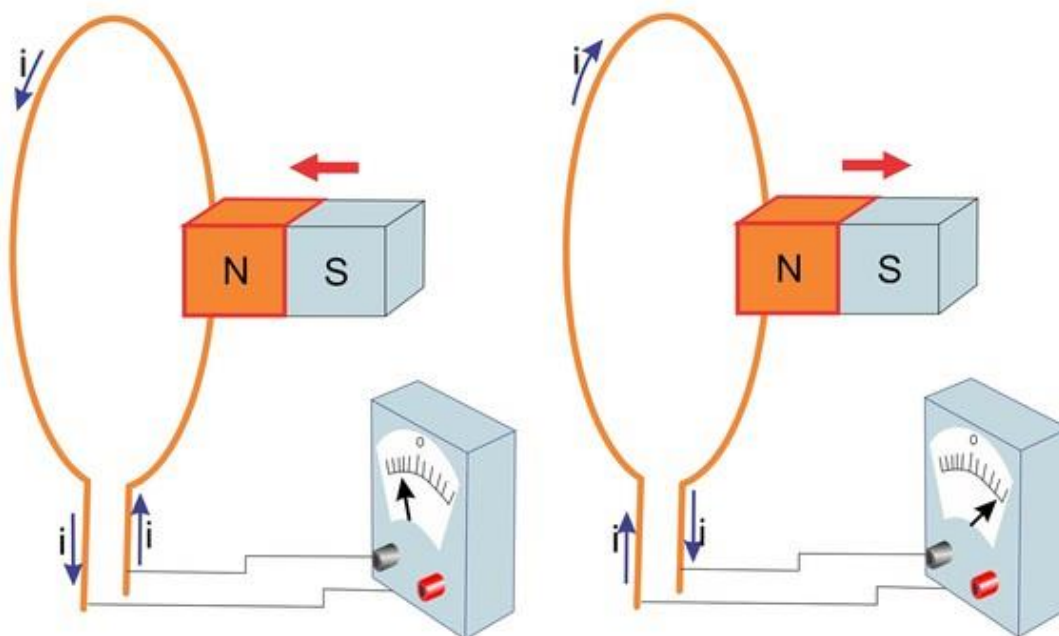


Figura A.6 – Lei da Indução Faraday-Lenz (SANTOS, 2014)

Na figura A.6 um ímã permanente é aproximado de uma espira. Ao aproximar ou afastar o ímã da mesma, uma corrente é acusada no amperímetro acoplado ao sistema. Ao aperfeiçoar este sistema, obtém-se o dínamo, muito similar a um motor, possui internamente diversas espiras e ímãs ou eletroímãs. Um dos elementos é móvel enquanto o outro está fixado no casco do equipamento. No capítulo 4 este importante aparelho estará descrito de maneira mais detalhada. A intensidade de corrente elétrica na espira dependerá apenas da taxa de variação do fluxo magnético. Todos os motores podem ser considerados dínamos, desde que seu eixo

seja movimentado. Portanto, os motores transformam energia elétrica em mecânica e, no caso do dínamo, mecânica em elétrica. Em termos de engenharia, cada item é fabricado visando a sua função, no entanto, no experimento que representa uma usina hidroelétrica, será utilizando um motor DC (corrente contínua) para este fim.

Os conceitos físicos a serem explorados durante a geração de energia elétrica em uma usina hidroelétrica e suas relações:

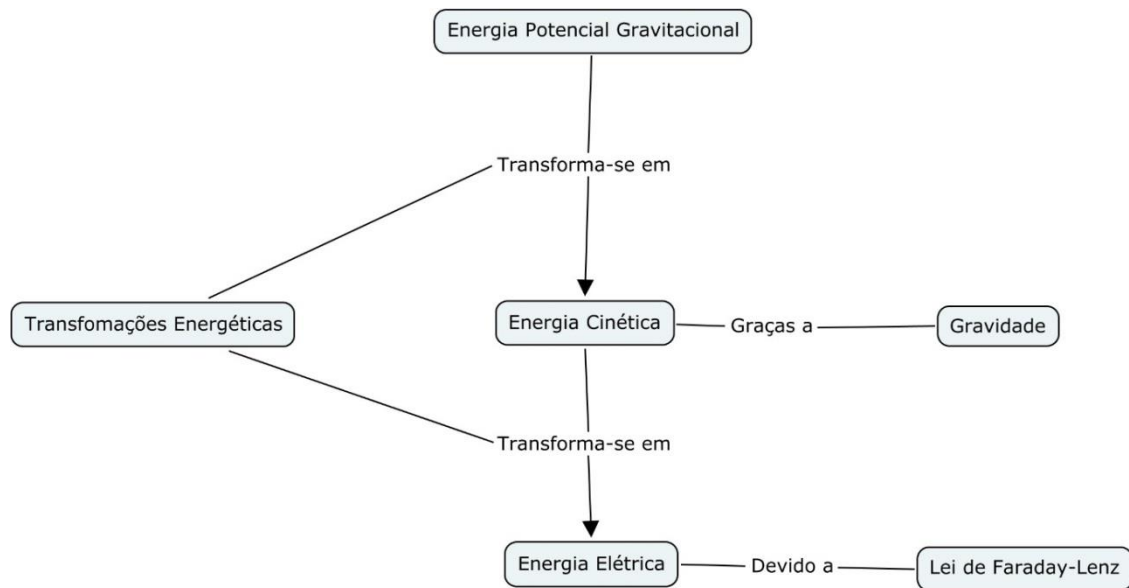


Figura A.7 – Rede conceitual básica de conceitos físicos (Própria)

Na figura A.7.4 está esquematizado de maneira simples os conceitos físicos envolvidos na geração de energia elétrica.

No intuito de familiarizar o leitor, será descrito sinteticamente como funciona este processo. Inicialmente, a água de algum rio é represada. Este tipo de ação está associado a energia potencial gravitacional, uma vez que esta represa está acima do “dínamo” como mostra a figura A.8

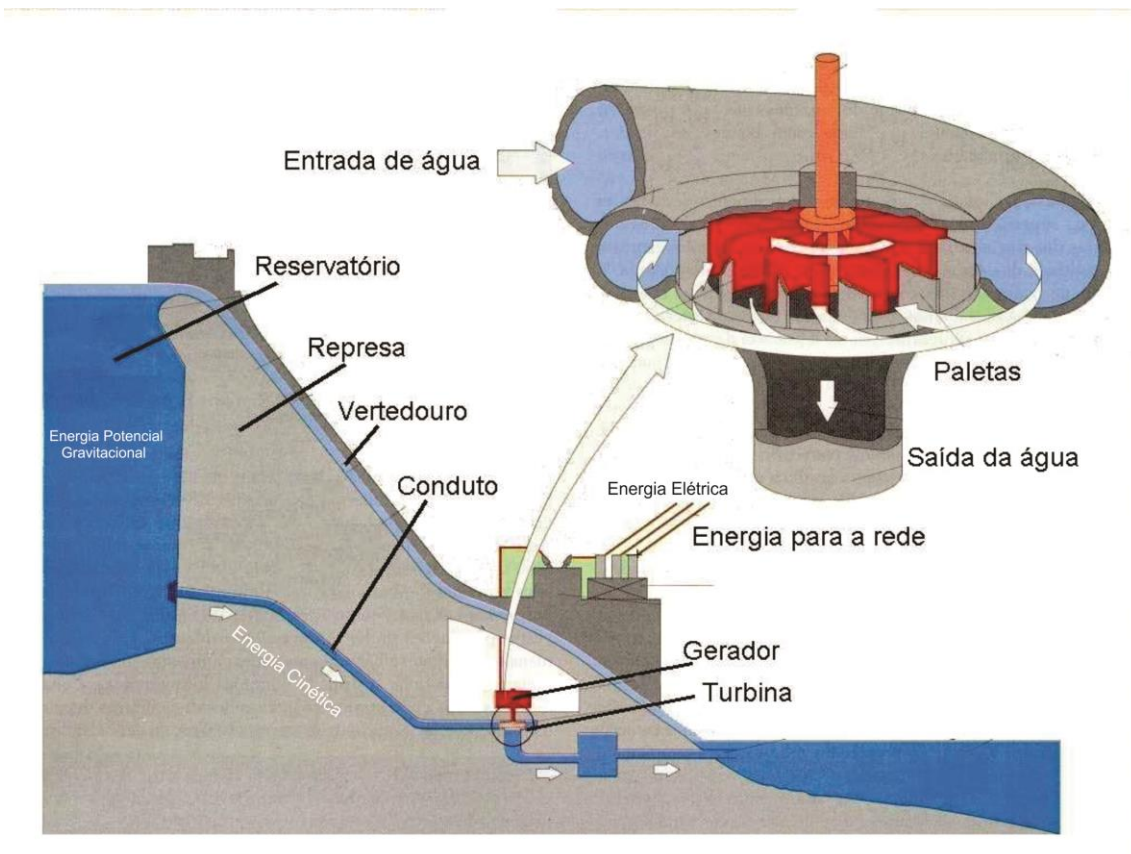


Figura A.8 - Esquema Usina (Infoescola, adaptada).

Na figura A.8 o esquema da hidroelétrica apresenta como as energias estão associadas as etapas do processo. Neste caso, o gerador também pode ser chamado de dínamo, um aparato tecnológico desenvolvido para geração de energia elétrica a partir da energia cinética, ou seja, de movimento. Trata-se de um dispositivo munido de um eixo rotacionário (o qual pode ser movido pela água, vapor, gás, motor a combustão, etc.) envolto de ímãs e bobinas. O tipo de corrente pode ser contínua (onde não há variação de sentido) ou alternada (cujo sentido varia conforme a frequência da fonte), esta fator dependerá da configuração do gerador. A figura 4.6 a seguir representa o esquema deste equipamento.

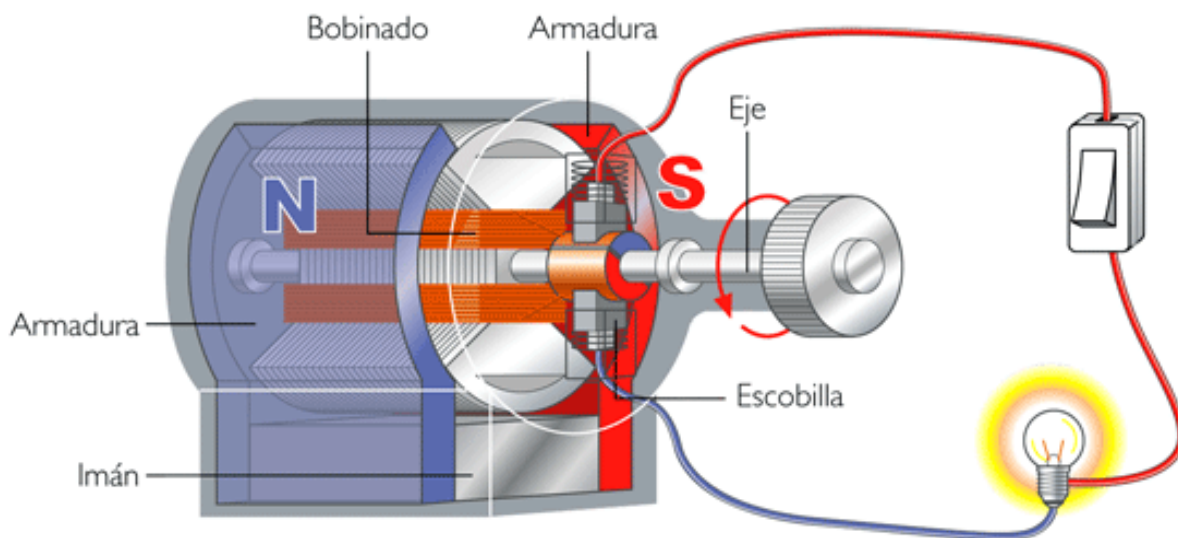


Figura A.9 – Dínamo (Wisphysics, 2006).

Na figura A.9 um dínamo simples está esquematizado para fins didáticos. Neste exemplo, a energia gerada pelo dispositivo está sendo utilizada para acender uma lâmpada. Observa-se que a estrutura básica do aparato é um ímã (com os polos nortes e sul circundando internamente a armadura) e um eixo munido de um bobinado (um conjunto de fios finos e esmaltados formando as espiras). Este eixo pode ser acoplado a diversos “acessórios”, como por exemplo, a hélices, no caso de geração de energia da modalidade eólica, ou uma roda moinho, para hidroelétricas. Neste âmbito, a “força” do vento ou da água gira o rotor (eixo) fazendo com que o fluxo magnético gerado pelos ímãs varie através das seções transversais da bobina, assim, há transformação de energia cinética em elétrica devido a lei de indução eletromagnética de Faraday-Lenz.

Esta lei, desenvolvida pelo físico Faray e posteriormente completa por Lenz (este definiu o sentido da corrente), indica que a variação do fluxo magnético (gerado por um ímã ou eletroímã) induz uma corrente proporcional a esta variação nas espiras da bobina. Ou seja, o fluxo magnético varia se houver movimentação relativa entre o ímã e a bobina. Portanto, o dínamo funciona a partir desta lei física, uma vez que o rotor girando varia o fluxo de campo magnético.

ANEXO 4 – QUESTIONÁRIOS DE PESQUISA

Questionário 01 de pesquisa sobre os recursos utilizados em aula.

Livro Didático e Experimento Virtual

Caso necessário, utilize o verso desta folha.

Número da chamada: _____, grupo: _____

Responda da maneira mais sincera possível. O objetivo é responder à pesquisa, os estudantes não serão avaliados por este instrumento.

1. Qual recurso (livro didático) ou simulação você mais gostou? Justifique.

2. Cite os pontos positivos e negativos de cada um dos recursos (LD e EV) que você utilizou?

-Livro

-Simulação

3. Você acha que usar os dois recursos juntos ajudou a entender melhor o conteúdo trabalhado hoje? Justifique.

4. Em quais pontos os recursos são parecidos? E em quais são diferentes?

Questionário 02 de pesquisa sobre os recursos utilizados em aula.

Livro Didático e Experimento Real

Caso necessário, utilize o verso desta folha.

Número da chamada: _____, grupo: _____

Responda da maneira mais sincera possível. O objetivo é responder à pesquisa, os estudantes não serão avaliados por este instrumento.

1. Existem pontos semelhantes entre o livro didático e o experimento real? Caso afirmativo, quais?

2. Cite os pontos positivos e negativos de cada um dos recursos (LD e ER) que você utilizou?

-Livro

-Experimento Real

3. Você acha que usar os dois recursos juntos ajudou a entender melhor o conteúdo trabalhado hoje? Justifique.

4. Qual recurso mais chamou a sua atenção?

5. O que poderia ser feito para melhorar a utilização dos recursos?

Questionário 03 de pesquisa sobre os recursos utilizados em aula.

Experimento Virtual e Experimento Real

Caso necessário, utilize o verso desta folha.

Número da chamada: _____, grupo: _____

Responda da maneira mais sincera possível. O objetivo é responder à pesquisa, os estudantes não serão avaliados por este instrumento.

1. Você achou o circuito real similar ao circuito virtual? Em quais pontos?

2. Cite aspectos que favorecem e desfavorecem a utilização de cada um dos recursos (EV e ER) que você utilizou?

-Experimento Virtual

-Experimento Real

3. Você acha que usar os dois circuitos (real e virtual) juntos ajudou a entender

melhor o conteúdo trabalhado hoje? Deu um maior panorama em relação ao fenômeno? Justifique.

4. Qual recurso mais chamou a sua atenção (EV ou o o ER)?

5. O que poderia ser feito para melhorar a utilização dos recursos?

6. Você sentiu falta do livro didático? Justifique

Questionário 04 de pesquisa sobre os recursos utilizados em aula.

Experimento Virtual, Experimento Real e Livro Didático

Caso necessário, utilize o verso desta folha.

Número da chamada: _____, grupo: _____

Responda da maneira mais sincera possível. O objetivo é responder à pesquisa, os estudantes não serão avaliados por este instrumento.

1. Existem semelhanças entre os tipos de recursos utilizados?

2. Cite aspectos que favorecem e desfavorecem a utilização de cada um dos recursos (EV, ER e LD) que você utilizou.

3. Considere todas as atividades realizadas durante a pesquisa para responder o questionário do tipo survey a seguir:

a. Qual tipo de recurso didático você mais gostou?

Livro Experimento Virtual Experimento Real

b. Você acha importante ter mais de um tipo deles nas aulas de Física?

Nada Importante Pouco Importante Importante Muito Importante Importantíssimo

c. Você considera ter compreendido os conceitos trabalhados durante a pesquisa?

Não compreendi Compreendi pouco Compreendi Compreendi Muito Compreendi Total

d. Qual nível de relevância você daria a mescla de utilização dos tipos de recursos?

Nenhuma Relevância Baixa Relevância Relevante Alta Relevância Altíssima Relevância

e. Qual nota você dá para o conjunto de todas as atividades realizadas? 1 – Menor Nota, 5 – Maior Nota

1 2 3 4 5

f. Você gostaria de um número maior de atividades utilizando mais de um tipo de recurso?

Não Sim

4. Deixe aqui sugestões para o próximo ciclos e comentários que achar necessários.

Questionário 05 de pesquisa sobre os recursos utilizados em aula.

Experimento Virtual, Experimento Real e Livro Didático

Caso necessário, utilize o verso desta folha.

Número da chamada: _____, grupo: _____

Responda da maneira mais sincera possível. O objetivo é responder à pesquisa, os estudantes não serão avaliados por este instrumento.

1. Considere esta atividade para responder o questionário do tipo survey a seguir:

a. Qual tipo de recurso didático você mais gosta?

Livro Experimento Virtual Experimento Real

b. Você acha importante ter mais de um tipo deles nas aulas de Física?

Nada Importante Pouco Importante Importante Muito Importante Importantíssimo

c. Você considera ter compreendido os conceitos trabalhados durante esta atividade?

Não compreendi Compreendi pouco Compreendi Compreendi Muito Compreendi Total

d. Qual nível de relevância você daria a mescla de utilização dos tipos de recursos?

Nenhuma Relevância Baixa Relevância Relevante Alta Relevância Altíssima Relevância

e. Qual nota você dá para o conjunto de todas as atividades realizadas? 1 – Menor Nota, 5 – Maior Nota – Apenas para ESTA atividade.

1 2 3 4 5

f. Você prefere exclusivamente aulas teóricas? (Justifique)

Não Sim

g. Qual o nível de semelhança entre os recursos?

Nenhum Baixo Médio Alto Altíssimo

h. Trabalhar com mais de um tipo de recurso dá um panorama maior de compreensão e visualização do fenômeno físico estudado? (Justifique)

Não Sim

I. Houve melhora nas aulas em relação ao último ciclo?

() Mudou para pior () não mudou () mudou para melhor

2. Deixe aqui comentários sobre esta atividade.