

Aderlei Délio Knuth

Uma Compreensão das Contribuições dos Objetos Virtuais de Aprendizagem no Ensino da Disciplina de Física do Ensino Médio

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Strictu Senso em Educação e Tecnologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense (IFSUL). Mestrado Profissional em Educação e Tecnologia. Linha de Pesquisa: Políticas e Práticas de Formação.

Orientadora: Professora Dr.^a **Denise Nascimento Silveira**

Pelotas

2015

Ficha Catalográfica

K45c Knuth, Aderlei Délio.

Uma compreensão das contribuições dos objetos virtuais de aprendizagem no ensino da disciplina de Física do ensino médio / por Aderlei Délio Knuth. – 2015.

XXII, 179 f. : il. Color. ; 30 cm.

Orientadora: Prof. Dr.ª. Denise Nascimento Silveira.

Dissertação (mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Programa de Pós-Graduação em Educação, Mestrado Profissional em Educação e Tecnologia, Pelotas, 2015.

1. Objetos virtuais de aprendizagem. 2. Ensino de Física. 3. Mapas conceituais. 4. Aprendizagem colaborativa. I. Silveira, Denise Nascimento. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense – IF Sul. III. Título.

CDD 530.07

Catálogo na publicação:
Bibliotecária Silvia R. de Lima Veleda CRB 10/2038
Biblioteca IF Sul - Câmpus Pelotas

Aderlei Délio Knuth

**Uma Compreensão das Contribuições dos Objetos Virtuais de
Aprendizagem no Ensino da Disciplina de Física do Ensino Médio**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Strictu Senso em Educação e Tecnologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense (IFSUL). Mestrado Profissional em Educação e Tecnologia. Linha de Pesquisa: Políticas e Práticas de Formação.

Orientadora Prof.^a Dr.^a Denise Nascimento Silveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense – IFSUL – RS.

Prof.^a Dr.^a Cleoni Maria Barboza Fernandes

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUC – RS.

Prof. Dr. Luis Otoni Meireles Ribeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense – IFSUL – RS.

Prof.^a Dr.^a Virgínia Mello Alves

Universidade Federal de Pelotas – UFPEL – RS.

Pelotas

2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todas aquelas pessoas envolvidas com a educação dentro e fora da sala de aula. Aos meus filhos Alan e Franco que seguiram esse caminho.

IN MEMORIAN

A meus pais Guido e Erna que um dia sonharam meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, que me envolve com seu amor, a cada dia e me permite gozar de saúde, sabedoria, ânimo, discernimento, esperança e perseverança para concretizar mais esta etapa da minha formação.

À Prof.^a Dr.^a Denise Nascimento Silveira que de orientadora passou a ser minha amiga. Pessoa na qual me espelho pela sua humildade, simplicidade, amorosidade, afetividade, grande educadora, incansável pela luta que a motiva, sempre deixa sua marca carinhosa e carismática por onde transita. Acolheu-me num momento de difícil transição, esteve presente na minha vida durante toda essa caminhada, através de e-mails motivadores, encontros nas escolas, nos seminários, viagens, comemorações e as demoradas e salutarens reuniões de orientação. Possibilitou-me assim, a conclusão desta dissertação de mestrado, contribuindo decisivamente para meu crescimento científico, intelectual e humano.

À Prof.^a Dr.^a. Cleoni Maria Barboza Fernandes, ao Prof. Dr. Luis Otoni Meireles Ribeiro e à Prof.^a Dr.^a. Virgínia Mello Alves, pelas valiosas contribuições e sugestões, durante o Exame de Qualificação, possibilitando novas reflexões à pesquisa e tornando esse trabalho mais bem elaborado.

Aos meus queridos filhos Alan e Franco que sempre me apoiaram.

Ao corpo docente e aos funcionários da secretaria, do Programa de Pós-Graduação em Educação e Tecnologia do IFSul – Campus Pelotas, por sua dedicação.

Ao Prof. Mestrando Cristian Dias Fernandes, colega de trabalho e amigo, pelas suas valiosas contribuições nos bate papos dos intervalos no ambiente de trabalho.

À prof.^a Ester Velar Krause pelo empenho de me orientar nas minhas atividades na Escola Técnica Estadual Sylvia Mello e pela sua sincera e valiosa colaboração para a consecução desta pesquisa.

Aos colegas de trabalho do Instituto de Física e Matemática que sempre dedicaram seu carinho e palavras de apoio para minha formação profissional, substituindo-me, muitas vezes nas minhas atividades de servidor técnico administrativo.

À Prof.^a Ângela da Escola Técnica Estadual Professora Sylvia Mello que me permitiu e apoiou realizar a pesquisa com sua turma de Terceiro Ano do Ensino Médio.

Aos estudantes do 3º Ano da turma 3013 do ano de 2014, que se prontificaram com entusiasmo a participar desta pesquisa, realizando todas as tarefas e atividades necessárias para a consecução deste trabalho bem como, pela forma carinhosa com que me trataram em todos os momentos do nosso convívio.

À equipe diretiva da Escola Técnica Estadual Sylvania Mello pelo companheirismo e espírito de grupo.

A todos os meus amigos e amigas, colegas de mestrado, que estiveram presentes neste percurso de formação de pós-graduação.

RESUMO

Este trabalho de Dissertação de Mestrado consiste no relato de uma investigação, das contribuições dos Objetos Virtuais de Aprendizagem e suas potencialidades, na construção/reconstrução de conceitos da disciplina de Física, pelos estudantes do Terceiro Ano do Ensino Médio, de uma Escola Pública Estadual de Pelotas-RS. Apresenta um breve histórico do Ensino de Física no Brasil, tentando situar o início das pesquisas sobre o Ensino de Física. As tecnologias digitais, sua evolução e a forma como vem ocorrendo a inserção na sala de aula. A fundamentação teórica que pretendeu legitimar os dados encontrados, na pesquisa realizada junto aos sujeitos que participaram desta, está amparada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel; Novack; Hanesian (1980) e pela técnica dos Mapas Conceituais em Moreira (2010) como estratégia de avaliação. O método de análise para os dados obtidos foi a Análise Textual Discursiva de Moraes e Galiuzzi (2007) destacando-se duas categorias principais – **Aprendizagem Significativa** e **Aprendizagem Colaborativa**. A motivação para aprender gerada pela metodologia, adotando os Objetos Virtuais de Aprendizagem, com as atividades propostas e das aulas no Laboratório de Informática, foram as variáveis responsáveis pelos resultados obtidos. A integração da teoria de Ausubel; Novack; Hanesian (1980) com os Objetos de Aprendizagem, como organizadores prévios para o processo de Ensino e Aprendizagem, contribuiu significativamente para construção/reconstrução de conceitos da disciplina de Física com sentido e significado para os estudantes.

Palavras chave: Objetos Virtuais de Aprendizagem. Ensino de Física. Aprendizagem Significativa. Mapas Conceituais. Aprendizagem Colaborativa.

ABSTRACT

This Master's Thesis work is a report of an investigation, the contributions of the Virtual Object Learning and its potential in the construction/reconstruction of concepts of Physics discipline, by high school students of the Year Third, a State Public School Pelotas – RS. Presents a brief history of Physical Education in Brazil, trying to locate the beginning of research on the Teaching of Physics. Digital Technologies, their development and how is happening insertion in the classroom. The theoretical framework that sought to legitimize the data found in the study conducted by the individuals in the, is supported on the Theory of Meaningful Learning Ausubel; Novack; Hanesian (1980) and by the technique of Concept Maps in Moreira (2010) as an evaluation strategy. The analysis method to the data obtained was the Textual Analysis of Discourse and Galiuzzi Moraes (2007) highlighting two main categories - Meaningful Learning and Collaborative Learning. Motivation to learn generated by the methodology, adopting the Virtual Learning Objects, with the proposed activities and classes at Computer Laboratory, were the variables responsible for the results obtained. The integration of Ausubel's theory; Novack; Hanesian (1980) with the Learning Objects, as previous organizers to the process of Teaching and Learning, contributed significantly to construction/reconstruction of concepts of Physics discipline with meaning and significance for students.

Keywords: Virtual Learning Objects. Physical education. Meaningful Learning. Concept Maps. Collaborative Learning.

LISTA DE SIGLAS

ALAI – Agência Latino Americana de Informação

ATD – Análise Textual Discursiva

CEAD – Centro de Educação a Distância - UFPel

CLMD – Curso de Licenciatura em Matemática a Distância – UFPel

CNPq – Conselho Nacional de Pesquisa

CTS – Ciência – Tecnologia e Sociedade

DAU – Departamento de Assuntos Universitários

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

ENADE – Exame Nacional de Desempenho de Estudantes

E-TEC Brasil – Escola Técnica Aberta do Brasil

ETFPel – Escola Técnica Federal de Pelotas (IFSul)

EPEF – Encontro de Pesquisa em Ensino de Física

EUA – Estados Unidos

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – S.P.

ITA – Instituto de Aeronáutica do Estado de São Paulo

IFSul – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense Campus Pelotas

IESDE – Inteligência Educacional e Sistemas de Ensino

LDB – Lei de Diretrizes e Bases do Brasil

MC – Mapas Conceituais

MEC – Ministério da Educação e Cultura

PROGRAMA MAIS EDUCAÇÃO – Portaria Interministerial nº 17/2007 e regulamentado pelo Decreto 7.083/10 - Ministério da Educação

MAIS CULTURA – Cultura e Cidadania, Cultura e Cidades e Cultura e Economia – Governo Federal.

OA – Objetos de Aprendizagem

PhET – Physics Education Technology – University of Colorado Boulder – EUA

PIBID – Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica à Docência

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

Rede e-Tec Brasil (E-Tec) – Escola Técnica Aberta do Brasil

SBF – Sociedade Brasileira de Física

SI – Sistema Internacional de Medidas

SNEF – Simpósio Nacional em Ensino de Física

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

UAB – Universidade Aberta do Brasil

UFPEL - Universidade Federal de Pelotas - Rio Grande do Sul

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

USP – Universidade de São Paulo

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UNICID – Universidade da Cidade de São Paulo – São Paulo.

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 – Anfiteatro da Escola

Imagem 2 – Tomada parcial do Laboratório de Informática

Imagem 3 – Estudantes trabalhando no simulador John Travoltage

Imagem 4 – Mapas Conceituais elaborados pelos estudantes

Imagem 5 – Mapas Conceituais elaborados pelos estudantes

Imagem 6 – Mapas Conceituais elaborados pelos estudantes

Imagem 7 – Mapa Conceitual elaborado pelos estudantes

Imagem 8 – Alunos trabalhando no Simulador de Associação de Resistores

Imagem 9 – Mapa Conceitual elaborado pelos estudantes

Imagem 10 – Mapa conceitual elaborado pelos estudantes do Grupo C

Imagens 11 e 12 – Estudantes trabalhando na montagem de maquete

Imagens 13 e 14 – Detalhes de maquete

Imagens 15 e 16 – Detalhes de maquete

Imagens 17 e 18 – Alunos explicando o Mapa Conceitual de Instalação Elétrica Residencial

Imagem 19 – Mapa Conceitual elaborado pelos alunos do Grupo D

Imagem 20 – Mapa Conceitual elaborado pelo Grupo A

Imagem 21 – Resposta da primeira atividade (5.6.4.1)

Imagem 22 – Resposta da primeira atividade (5.6.4.1)

Imagem 23 – Resposta da segunda atividade (5.6.4.2)

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Estudo de Física por computador em casa.

Gráfico 2 – Importância do uso de simuladores no Ensino de Física

Gráfico 3 – Acessibilidade

Gráfico 4 – Uso das redes sociais

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Mapa Conceitual sobre a Teoria dos MC
- Figura 2 – Mapa Conceitual adaptado de Moreira (2010)
- Figura 3 – Atividade de Avaliação
- Figura 4 – Atividade de Avaliação
- Figura 5 – Simulador Construa um átomo
- Figura 6 – Simulador Balões e Eletricidade Estática
- Figura 7 – Simulador Gravity and Orbits
- Figura 8 – Simulador Tensão de Bateria
- Figura 9 – Simulador Circuito Bateria Resistor Figura
- Figura 10 – Simulador de Associação de Resistores
- Figura 11 – Simulador de Associação de Resistores.
- Figura 12 – Movimento de Elétrons
- Figura 13 – Google imagens
- Figura 14 – Google imagens
- Figura 15 – Google imagens
- Figura 16 – Google imagens
- Figura 17 – Google imagens
- Figura 17 – Google imagens
- Figura 18 – Google imagens
- Figura 19 – Figura de vídeo. “Como se formam os raios”
- Figura 20 – Simulador Gravitação e Órbitas
- Figura 21 – Simulador John Travoltage

Figura 22 - Simulador Monte um átomo

Figura 23 – Simulador Tensão de Bateria

Figura 24 – Simulador Circuito Bateria-Resistor

Figura 25 – Simulador Circuito Resistência em um fio

Figura 26 – Simulador Kit de Construção de Circuito AC/DC

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Primeira atividade (5.6.1.1)

Quadro 2 – Primeira atividade (5.6.2.1)

Quadro 3 – Primeira atividade (5.6.3.1)

Quadro 4 – Segunda atividade (5.6.4.2)

Quadro 5 – Primeira atividade (5.6.4.1)

Quadro 6 – Segunda atividade (5.6.4.2)

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Processo de Unitarização

Tabela 2 – Categorias Iniciais

Tabela 3 – Categorias Finais

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – Planos de Aula

Apêndice B – Conteúdos de Física para o Terceiro Ano

Apêndice C – Objetos de Aprendizagem

Apêndice D – Pseudônimos Adotados Para Referenciar os Sujeitos Desta Pesquisa

Apêndice E – Termo de Consentimento Esclarecido

SUMÁRIO

Introdução.....	19
CAPÍTULO I.....	25
1.1 Um Pouco da Minha História de Vida.....	25
CAPÍTULO II.....	31
2.1 Um Recorte da História Sobre o Ensino de Física no Brasil.....	31
2.2 O Ensino de Física Através dos Recursos Computacionais.....	44
2.3 As política Públicas na Educação.....	46
2.4 A <i>Internet</i> na Educação.....	48
CAPÍTULO III.....	53
3.1 As Relações com o Saber sob a ótica de Bernard Charlot.....	53
3.2 Algumas Considerações do Senso Comum na Epistemologia de Gaston Bachelard.....	55
3.3 A Dupla Ruptura Epistemológica em Boaventura De Souza Santos.....	63
CAPÍTULO IV.....	67
4.1 Aporte Teórico.....	67
4.1.1 Teoria da Aprendizagem Significativa.....	67
4.1.2 A Natureza dos Conceitos.....	70
4.1.3 As Formas de Aquisição e Utilização de Conceitos.....	71
4.1.4 Teoria da Assimilação.....	72
4.1.5 Formas de Aprendizagem Significativa.....	73
4.1.6 Organizadores Prévios.....	74

4.1.7 Condições Para a Aprendizagem Significativa.....	74
4.2 Objetos de Aprendizagem.....	74
4.3 Mapas Conceituais.....	77
4.3.1 Como os Mapas Conceituais Podem Ser Usados.....	78
4.3.2 Relações Entre Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa.....	79
4.3.3 Como Construir Um Mapa Conceitual.....	80
CAPÍTULO V.....	83
5.1 O Caminho Metodológico.....	83
5.2 A Problemática da Pesquisa.....	83
5.3 O Campo de Pesquisa (lócus).....	84
5.4 O Laboratório de Informática.....	85
5.5 A Apresentação do Pesquisador aos Sujeitos.....	87
5.5.1 O Primeiro Mapa Conceitual Construído Pelos Sujeitos da Pesquisa.....	87
5.5.2 A Apresentação dos Simuladores à Turma de Estudantes.....	87
5.5.3 Que Relações Estes Sujeitos Estabelecem Com o Computador	88
5.5.4 Aplicação do Questionário e Análise de Dados.....	89
5.5.4.1 Primeiro Foco: Interesse do Estudante no Estudo de Física Por Meio do Computador.....	89
5.5.4.2 Segundo Foco: Computadores e o Ensino de Física.....	91
5.5.4.3 Terceiro Foco: Acessibilidade no Uso do Computador.....	92
5.5.4.4 Quarto Foco: Uso das Redes Sociais.....	92
5.6 O Trabalho na Escola: O Desenvolvimento do Projeto de Pesquisa.....	94

5.6.1 Primeira Etapa: Objeto de Aprendizagem Sobre Processos de Eletrização.....	94
5.6.1.1 Atividade.....	95
5.6.2 Segunda Etapa: Objeto de Aprendizagem Sobre Associação de Resistores.....	99
5.6.2.1 Atividade.....	100
5.6.3 Terceira Etapa: Objeto de Aprendizagem – Maquete.....	103
5.6.3.1 Atividade.....	105
5.6.3.2 Atividade.....	105
5.6.4 Quarta Etapa: Exercício de Avaliação.....	108
5.6.4.1 Atividade.....	108
5.6.4.2 Atividade.....	110
CAPÍTULO VI.....	112
6.1 Encontro Com as Categorias.....	112
6.1.1 Recorte do Começo do Processo de Análise.....	113
6.1.2 Recorte das Categorias Iniciais.....	115
6.1.3 Recorte das Categorias Finais.....	116
CAPÍTULO VII.....	120
7.1 Captando o Novo: As Compreensões Alcançadas.....	120
7.2 Análise das Categorias Que Emergiram Nessa Pesquisa.....	120
7.2.1 Aprendizagem Significativa.....	120
7.2.2 Aprendizagem Colaborativa.....	127

7.2.3 Formação Dinâmica.....	128
Considerações Finais.....	130
Referências.....	135
Apêndice A.....	140
Apêndice B.....	161
Apêndice C.....	175
Apêndice D	183
Apêndice E.....	187

INTRODUÇÃO

Este texto de dissertação de mestrado teve origem no meu contexto de trabalho como Servidor Técnico em Educação, na função temporária de Laboratorista, nas aulas experimentais do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Esta atividade despertou em mim a curiosidade pela experimentação em laboratório, logo constatei que algumas atividades experimentais não são facilmente assimiladas pelos nossos sentidos, especialmente a visão. Deveria haver outra forma de ver aquilo que é “invisível aos nossos olhos”. Comecei então a pesquisar, através da *Internet*, sobre modelagem e simulações computacionais, quando percebi que essas modalidades de experimentação poderiam ser elementos motivadores para os processos de Ensino e Aprendizagem.

Outro fator motivador foi o trabalho de pesquisa que realizei no ambiente de Ensino a Distância do Curso de Licenciatura em Matemática a Distância (CLMD-CEAD-UFPel) em 2011, enquanto aluno do Programa de Pós Graduação em Educação do IFSUL. Nesse trabalho busquei pesquisar sobre as possíveis “Evidências da construção/reconstrução de conceitos da disciplina de Física na articulação da ferramenta assíncrona Fórum, no ambiente Moodle”.

Diante do universo de mudanças que ocorrem em nosso entorno, principalmente nas escolas, em consequência da sociedade da informação, os estudos de Lèvy (1999) propõe incluir a Educação a Distância, o que já está ocorrendo em grande escala no País, a exemplo da Universidade Aberta do Brasil (UAB) e Rede e-Tec Brasil (e-Tec), além do reconhecimento das experiências adquiridas pelos estudantes no contexto social extraescolar.

Não obstante o interesse por tais projetos e dos meus objetivos para a minha formação, concluí o “Curso de Especialização Lato Sensu em Tecnologias em Ensino a Distância”, no qual vivi a realidade do aluno de Ensino a Distância (EAD) no ano de 2010. Neste curso, o trabalho de pesquisa teve como objetivo a investigação da autonomia dos estudantes de EAD, no Curso de Licenciatura de Matemática a Distância da Universidade Federal de Pelotas (CLMD-CEAD-UFPel), cujo título é “Autonomia na Autoaprendizagem dos Estudantes de um Curso de Licenciatura em Matemática a Distância de uma Universidade Pública Federal do Rio Grande do Sul”. Obtive assim o título de “Especialista em Tecnologias de Educação a Distância”, pela Universidade Cidade de São Paulo (UNICID-SP).

Quando ao final da conclusão do Curso de Licenciatura em Física, realizei o Estágio Curricular Obrigatório, em uma escola de Ensino Médio da cidade de Pelotas, busquei uma

forma de facilitar o aprendizado dos alunos da turma do Terceiro Ano do Ensino Médio daquela escola. Durante o estágio nas aulas de Física, minha opção enfatizou a *Física do Cotidiano*. A partir dessa abordagem, a curiosidade dos alunos aumentava cada vez que entrava em novo tópico, pois o ensino da disciplina de Física voltado ao cotidiano das pessoas torna-se mais interessante e desperta a curiosidade.

Logo percebi que ao utilizar as tecnologias digitais atuais disponíveis na *Internet*, meu trabalho ficaria mais interessante e produtivo, o que me motivou a continuar pesquisando acerca dos processos de ensino/aprendizagem utilizando tecnologias digitais. Em vista disso, comecei a pesquisar os simuladores na área da Física encontrando no site da Universidade do Colorado¹ uma diversidade destes aplicativos, passando a estudá-los.

Tendo em mente que a formação dos estudantes de Ensino Médio em algumas escolas públicas, objetiva a educação aos moldes do Currículo Oficial adotado pela maioria dessas instituições, constatei que uma abordagem diferenciada e recontextualizada poderia contribuir significativamente para a formação de estudantes e professores.

Embora as simulações representem metaforicamente a realidade física de algum fenômeno que se pretenda explorar, elas são muito úteis para abordar experimentos difíceis de serem realizadas na prática, em razão da precariedade ou inexistência de laboratórios em algumas escolas públicas. A utilização das simulações contribui enormemente para solucionar tais questões da prática educativa, tanto em sala de aula como nos trabalhos a serem realizados em casa pelos estudantes.

É fato que alguns estudantes do Ensino Fundamental e Médio encontram problemas para a sua formação e o desenvolvimento do pensamento sistematizado acerca de algumas disciplinas na área das Ciências da Natureza, especialmente a Física. Neste caso, penso que os simuladores têm papel fundamental para auxiliar nos processos de Ensino e Aprendizagem, especialmente na fase inicial de sua formação.

Os alunos, para explorar uma dada simulação, não necessitam dominar o formalismo matemático. “Pelo contrário, se aos estudantes só forem fornecidas equações como modelo da realidade, eles serão colocados numa posição onde nada nas suas ideias comuns é parecido ou reconhecido como Física.” (FIOLHAIS e TRINDADE, 2003, p.264).

¹ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/

Desse modo, penso que o professor dispõe de outras possibilidades, novas perspectivas de abordar os conteúdos estudados no ambiente de aprendizagem escolar, ao fazer uso da realidade virtual que parece ser promissora e mais adequada à realidade dos estudantes. Nesse sentido, na proposta deste trabalho pretendi investigar quais as possíveis potencialidades poderiam ocorrer no processo de ensino e de aprendizagem dos estudantes, a partir da utilização dos Objetos de Aprendizagem², considerando-os como facilitadores e se a utilização de Mapas Conceituais³, enquanto ferramenta que pode complementar a aprendizagem contribui para que os alunos percebam o que aprenderam e o que ainda é possível de ser aprendido ao lerem o esquema que construíram.

Assim, este relatório reflexivo – minha dissertação – apresenta a seguinte sequência:

No **primeiro capítulo** escrevo os fatos e acontecimentos que deram origem à minha formação humana, acadêmica e profissional, procurando enfatizar os momentos mais significativos. Procuo situá-los no contexto em que eles se inscreveram. “A história particular de cada um de nós se entrelaça numa história mais envolvente da nossa coletividade.” (SEVERINO, 2007, p. 245). Nossas vivências na sociedade sofrem influências externas, inibindo muitas vezes nossas vontades e sonhos, modificando e transformando nossas expectativas.

No **segundo capítulo** faço um recorte sobre o cenário do Ensino de Física no País, desde a fundação das primeiras escolas, passando pelo surgimento da pesquisa em Ensino de Física no Brasil, demarcada pelo Primeiro Simpósio Nacional de Ensino de Física⁴ (SNEF) até os anos 2000. A partir de então, os pesquisadores passaram a preocupar-se com mais ênfase nas concepções epistemológicas dos professores e a aplicação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ambiente escolar.

Ainda neste capítulo registro alguns aspectos importantes relativos à incorporação dos Objetos Virtuais de Aprendizagem, encontrados em Dissertações e Teses em Ensino de Física, procurando algumas características e tendências que pudessem servir de base para este trabalho de pesquisa.

Na sequência escrevo um breve panorama das Políticas Públicas na Educação, relacionando alguns itens importantes na carreira docente, a função da escola no contexto

² Ver descrição na página 74 do capítulo IV.

³ Ver descrição na página 77 do capítulo IV.

⁴ Primeiro encontro oficial de professores de Física (cerca de 200 professores) de diversas regiões do País, na defesa dos seus propósitos em busca de soluções alternativas e/ou improvisadas para a devida efetivação do Ensino de Física.

social e as consequências das reformas nas escolas, quase sempre atreladas às transições político-partidárias.

Para finalizar esse Capítulo, escrevo a respeito da *Internet* e as novas tendências que surgiram em função dessa nova tecnologia, que revolucionou a vida das pessoas em todas as áreas, inclusive nas escolas.

No **terceiro capítulo** faço um apanhado a respeito de algumas dificuldades existentes no cenário educacional acerca dos saberes sob a ótica de Charlot (2000), que defende que precisamos refletir sobre o que ensinamos nas escolas. Levando em conta a cultura da conexão, o fluxo rápido das informações e das redes sociais que afetam diretamente o modo pelo qual as pessoas pensam e aprendem.

As considerações de Bachelar (2011) acerca das concepções do senso comum aparecem na segunda parte deste Capítulo, com o objetivo de contribuir para o entendimento do avanço da Ciência. Ele escreve que os obstáculos epistemológicos surgem em função da descontinuidade existente entre o conhecimento científico e o conhecimento comum, assim como o obstáculo pedagógico que acaba reforçando essa relação. Dando sequência retomo Santos (1995) que afirma que o conhecimento científico ao popularizar-se, se torna conhecimento do senso comum através do diálogo entre os discursos vulgares e os eruditos com a intenção de aproximá-los.

O **quarto capítulo** (aporte teórico) está composto por um recorte das principais características da teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel; Novack; Hanesian (1980). Os Mapas Conceituais na ótica de Moreira (2010) e as relações que estes apresentam com a teoria que legitima este trabalho. Associado à Aprendizagem Colaborativa, elemento que emergiu durante a consecução desta pesquisa.

No **capítulo cinco** apresento o caminho metodológico com a proposta qualitativa na perspectiva de Ludke e Menga (1986), associada ao método de Estudo de Caso de Gil (2010), para descrever algumas relações dos sujeitos dessa pesquisa com o uso do computador. Para a análise dos dados encontrados no trabalho me apoio na Análise Textual Discursiva – ATD – de Moraes e Galiuzzi (2007). Também apresento as questões de pesquisa, os objetivos complementares, as características principais da Escola (em especial o Laboratório de Informática) e os recursos que este apresentava para realizar as atividades que foram desenvolvidas com os sujeitos dessa pesquisa.

O desenvolvimento do trabalho na escola está composto de quatro etapas criteriosamente descritas, incluindo as atividades relativas a cada uma delas, assim como o registro das respostas dos alunos para cada questão resolvida.

O **sexto capítulo** apresenta o encontro com as categorias, amparado na ATD e dividido em três focos principais – Unidades de Significado e os Elementos Aglutinadores; Categorias Iniciais e Categorias Finais.

O **sétimo capítulo** está composto pela análise dos resultados na forma de metatexto – como previsto pela ATD – considerando as etapas dessa pesquisa, suas questões e os resultados que foram alcançados pelos alunos com a metodologia utilizada para a aprendizagem dos conceitos de Física com o uso dos simuladores.

E, finalizo com as **Considerações Finais** que retratam as possibilidades de termos na escola projetos que aproximam e integram os estudantes ao conhecimento escolar, dando sentido ao que é trabalhado na sala de aula.

O espírito científico é essencialmente uma retificação do saber, um alargamento dos quadros do conhecimento. Ele julga seu passado histórico, condenando-o. Sua estrutura é a consciência de seus erros históricos. (...) A própria essência da reflexão é compreender que não tínhamos compreendido.

GASTON BACHELARD, 1985

CAPÍTULO I

1. UM POUCO DA MINHA HISTÓRIA DE VIDA

Aqui apresento de forma resumida os principais momentos da minha vida dos quais tenho lembrança. Obviamente muita coisa acabou no esquecimento. Sou o primeiro de uma prole de sete filhos, quatro homens e três mulheres. Nasci sob os cuidados de uma parteira, aos treze dias do mês de dezembro de mil novecentos e cinquenta e cinco, na localidade denominada Santa Bárbara no interior de Canguçu-RS.

Nesta época meus pais eram jovens agricultores e a vida na colônia não oferecia nada, além de trabalho. Decidiram então ir morar na cidade em busca de uma vida melhor. Aos dois anos de idade conheci a cidade de Canguçu, com aproximadamente cinco mil habitantes, cidade linda com seu centro formado por uma praça, rodeado pelos prédios da Prefeitura, Escola, Igreja, Banco do Estado, Fórum, Delegacia de Polícia Civil, Brigada Militar e algumas casas comerciais. Na zona alta da cidade o Hospital de Caridade e o Colégio Franciscano.

Morávamos em uma casa muito acolhedora em um pequeno sítio bem próximo da cidade, formado por um gramado, um pequeno lago, um arroio, um quintal, algumas árvores frutíferas e alguns poucos canteiros de hortaliças para o consumo familiar. Minha mãe cuidava dos afazeres domésticos e meu pai trabalhava como artífice nas casas em construção da cidade. Próximo a este sítio ficava a Estação Férrea, (não havia estação rodoviária ainda). O transporte que a população utilizava para o seu deslocamento bem como para o escoamento da produção agrícola de Canguçu para Pelotas era feito por trem.

Tudo transcorria bem, quando em uma tarde do verão de 1960, uma tempestade de granizo destruiu parcialmente nossa casa, arrasou o sítio e obrigou minha família a voltar para o interior onde fomos morar com meus avós paternos. Foi uma mudança inesperada e difícil, tanto para mim quanto para eles, embora o clima familiar fosse harmonioso e eu tivesse todo o carinho e atenção além de um ambiente natural exuberante para desfrutar, sentia que algo não estava bem. Após algum tempo, aproximadamente três anos depois, em 1963 meus pais retornaram para a cidade e eu por alguma razão, da qual não faço a menor ideia, fui morar na casa dos avós maternos.

Nesta época, já com oito anos de idade comecei a estudar em uma Escola Comunitária Luterana da Colônia Triunfo, interior do município de Pelotas. Nesta escola os alunos eram alfabetizados em Língua Alemã, estudavam Matemática, História, Geografia e Religião.

As poucas coisas que me lembro desse primeiro ano escolar eram as leituras difíceis em Língua Alemã, decorar a tabuada e as histórias bíblicas aos sábados. Nosso professor, era também o pastor daquela comunidade e, exigia nossa presença nos cultos dominicais porque na segunda-feira, no início da aula, ele sempre tomava algum conteúdo do sermão proferido nos cultos das manhãs de domingo. Este era um momento bastante tenso para mim, pois não entendia dos assuntos dogmáticos praticados pelos mais velhos. A parte boa dessa fase da vida, talvez tenha sido o aprendizado de uma Língua Estrangeira Alemã. Em casa falávamos o dialeto Pomerano e eventualmente Português. O bom convívio com meus avós, não fosse a saudade de meus pais, me proporcionava uma vida simples e feliz.

Em 1964 de volta ao aconchego da família, voltei a morar com meus pais na cidade de Canguçu, quando recomecei meus estudos em uma escola municipal cujo nome era Escola Municipal Brasília. Cursava o segundo ano do antigo Ensino Primário e ia de mal a pior nos estudos. Mas o convívio com meus pais recompensava, era tudo o que eu realmente queria na ânsia de recuperar aquele tempo da ausência deles, e pouco ou nada importava a escola. Foi assim até o quarto ano.

Quando no começo do ano letivo de 1967, decidi que não iria mais para aquela escola. Tinha sérios problemas de relacionamento com a professora e os colegas. Sofria todo tipo de humilhação, talvez pelo meu sotaque estrangeiro e também por não estar alfabetizado em Língua Portuguesa. A atividade educacional daquela escola resumia-se em copiar conteúdo do quadro-negro, decorar e reproduzir a matéria de estudo no dia da prova que, diga-se de passagem, chamavam sabatina e era feita todo mês.

O processo de ensino da escola seguia a orientação de uma modificação do comportamento provocada pelo agente que ensina, pela utilização dos estímulos reforçadores, sobre o sujeito que aprende. “O professor ainda é um ser superior que ensina a ignorantes. O educando recebe passivamente os conhecimentos, tornando-se um depósito do educador” (FREIRE, 1985, p. 38), reforçando a ideia de que o professor transfere conhecimento, pois ele é detentor do saber e do poder estabelecido pela hierarquia.

Neste ano de 1967, depois de ter abandonado a escola, minha mãe decidiu matricular-me no Grupo Escolar Irmãos Andradas. Tive que recomeçar do Terceiro Ano, em função do meu histórico escolar muito ruim, tendo que passar novamente pelo processo de alfabetização, dessa vez em Língua Portuguesa. Felizmente os três anos seguintes foram de muito sucesso, e no Exame Final obtive o diploma de Curso Primário. Durante o transcorrer deste tempo, comecei a trabalhar como auxiliar de serviços gerais em um depósito de bebidas. Tinha apenas catorze anos, trabalhava em meio turno para complementar o orçamento doméstico e, com isso garantir o material escolar assim como o uniforme, obrigatório naquela época.

Em 1970 prestei o Exame de Admissão e ingressei no curso ginásial no Ginásio Estadual de Canguçu. O ano transcorreu normalmente, não fosse a dificuldade financeira da família numerosa, obrigando-me a migrar para o turno da noite para trabalhar durante o dia como ajudante de pintor de paredes.

Enquanto isso em 1971 aconteceu a Reforma do Ensino Primário e Médio, (Lei 5.692/71) com forte conotação política de dominação, pois foi imposta pelo poder público sem a participação da sociedade civil. O regime militar da época definiu um projeto de *equalização social, através da valorização da educação* e fez da política educacional um meio de “repressão dos professores e alunos perigosos ao regime, através do controle ideológico e político do ensino, visando eliminar a crítica social e política”. (GERMANO, 1994, p. 123). Durante o curso ginásial, experimentei o gosto amargo de uma reprovação na segunda série, pelo fato de não conseguir conciliar o estudo com o trabalho. Foi árduo, mas finalmente em 1974 concluí o curso.

Entre 1975 e 1978 ingressei no Ensino Médio no Curso Técnico de Contabilidade, curso que já não tinha mais o caráter propedêutico de preparo ao Ensino Superior, pois a política de educação do governo impunha na reforma que o sujeito concluísse sua formação no Ensino Médio e ingressasse no mercado de trabalho. “Trata-se de abreviar a escolarização dos mais pobres empurrando-os mais cedo para o mercado de trabalho, apesar do gigantismo do exército industrial de reserva no país” (GERMANO, 1994, p. 177).

Em 1979 fui morar em Pelotas, trabalhar como pedreiro e o gosto pelas atividades da construção civil inclinaram-me a fazer o curso de Técnico em Edificações na antiga Escola Técnica Federal de Pelotas (ETFPEL). Novamente o esforço e a perseverança fizeram parte da minha vida. Para conciliar a dura jornada de trabalho na construção, como pedreiro e o estudo no turno da noite. Foram três anos e meio de muito sufoco.

A Escola Técnica tinha como modelo um Ensino Profissionalizante, privilegiando a formação técnica, o saber fazer, associado a um mínimo de saber científico, contribuindo dessa forma para o mercado de trabalho “[...] na medida em que forma indivíduos eficientes, isto é, aptos a dar sua parcela de contribuição para o aumento da produtividade da sociedade. Assim, ela estará cumprindo sua função de equalização social” (SAVIANI, 2005, p.13).

Necessário ainda citar que as instituições de Ensino Médio da época tinham como objetivo legitimar o regime militar, sufocando mobilizações anti-regime, bem como reprimir o ingresso no ensino superior, que assim se elitizava ficando ao alcance de alguns poucos privilegiados.

Após ter concluído o curso, ingressei no mercado de trabalho como Técnico em Edificações, e em 1989 retomei os estudos na ETFPel para fazer o Curso Técnico de Eletrotécnica que concluí em 1992.

Entretanto, havia uma lacuna intelectual a ser preenchido – O Curso Superior – antigo sonho que perseguia desde os tempos de jovem. Em 2003 prestei vestibular na Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) ingressando no Curso de Licenciatura em Física.

A vida na academia também foi de momentos de muita tensão e nervosismo, algumas reprovações e a conciliação do estudo com o trabalho atrapalhavam minhas vivências na faculdade. Essa conciliação no curso superior era quase impossível, não fosse o fato de poder alternar meu horário de trabalho com o horário das aulas, jamais teria concluído o curso. Mas, enfim, acabei colando grau de Licenciado em Física em 2009.

E, como a vontade de saber não se esgota, segui minha formação através de um Curso de Especialização em Nível de Pós-graduação *Lato Sensu* em Tecnologias em Ensino a Distância. Posteriormente outro Curso de Especialização em Educação do Programa de Pós Graduação em Educação do IFSul. Dessa forma cheguei ao *stricto sensu* e, agora é o momento da defesa de dissertação de Mestrado em Educação e Tecnologia.

Na sequencia deste texto, apresento no próximo capítulo algumas considerações sobre o ensino de Física em nosso País.

O raciocínio é importante para provar as coisas, mas é a intuição que mostra a solução dos problemas. Acredito que nem sempre se pode ver as coisas com clareza. Há coisas que, por sua própria natureza, não podem ser vistas com muita clareza. São coisas crepusculares, e se quiserem vê-las com clareza, elas somem. E têm de ser vistas mesmo assim.

Mário Schenberg⁵

⁵ Fala de Schenberg – físico brasileiro – à Amélia Império Hamburger, do Instituto de Física da USP, publicada na revista *Ciência Hoje*, v.3, n.13, julho-agosto/1984, p.109 – que recoloca a compreensão da Física em outros patamares de concepção de ciência, conhecimento e mundo.(apud FERNANDES,Cleoni,NIEMEYER,Maria Odete.IN:LEITE,Denise (1999.)

CAPÍTULO II

2.1 Um Recorte da História Sobre o Ensino de Física no Brasil

A “Física é uma ciência da natureza e como tal se propõe a conhecê-la da forma mais precisa possível.” (PIETROCOLA, 2001, p. 12). A afirmação do autor deixa evidente que estudar Física não é simplesmente memorizar textos e fórmulas para aplicação em problemas sem significado, mas conscientizar as pessoas dos fenômenos naturais, bem como dos criados pela humanidade. Do mesmo modo, o ensino de Física poderia considerar uma abordagem sócio histórica de forma a encaminhar uma análise do papel educativo a que ela, a Física, se propõe enquanto disciplina obrigatória do currículo.

Todavia, uma abordagem histórica necessita de critérios adequados, pois a história é usada muitas vezes para enaltecer a autoridade de pensadores ou mesmo de instituições políticas e religiosas, esquecendo as contribuições paralelas ou mesmo anteriores que também contribuíram significativamente para tal.

Nesse sentido, proponho uma retrospectiva histórica dos principais acontecimentos do Ensino de Física no Brasil, não como faz o historiador, mas buscando alguns dos fundamentos que traçaram a longa trajetória da Educação Brasileira desde os tempos do Brasil Colônia. Embora sem a intenção de esgotar o assunto em uma abordagem de estado da arte, mas tentando resgatar os fatos históricos de forma simplificada, pois a disciplina de Física desde tempos remotos tem sido tratada como desnecessária conforme nos mostra o fragmento histórico que apresento a seguir.

De acordo com Mattos (1958) a história da educação no Brasil é dividida em seis períodos: Período Heróico (1549 a 1570), de Organização e Consolidação (1570 a 1750), Pombalino (1759 a 1827), Monárquico (1827 a 1889), Republicano (1889 a 1930) e Contemporâneo a partir de 1930.

A primeira escola, fundada por Nóbrega na Bahia em 1549, é considerado o marco inicial do sistema escolar brasileiro. Objetivava alfabetizar e doutrinar seminaristas e os filhos da nobreza do reino. Estas escolas eram chamadas de *eschollas de leer e escrever* e preparavam os estudantes para as *eschollas de grammatica*. Tais escolas tinham como diretriz a política colonizadora de D. João III e eram administradas pelos jesuítas. Ao longo de duzentos anos os padres jesuítas da Companhia de Jesus dedicaram seu trabalho educacional voltado ao Ensino de Humanidades.

De acordo com Junior (1979) a época de Nóbrega (1549 a 1570) pode ser considerada um período democrático por não distinguir raça, classe social das pessoas que frequentavam as escolas. O período de 1570 até 1759 foi marcado por privilégios, exclusividades e discriminação racial e social transformando as escolas em um lócus das classes mais privilegiadas. Fechadas às ciências experimentais, as escolas da época dedicavam-se exclusivamente ao ensino da Escolástica em primeiro plano, Letras Teológicas e Jurídicas e, no plano superior Medicina, sem preocupar-se com as Ciências Naturais.

Em análise realizada no código administrativo, curricular e disciplinar jesuítico *O Ratio atque Institutio Studiorum Societatis Jesu*⁶, nele consta segundo Júnior (1979), o primeiro sinal de instrução científica nas aulas de Meteorologia. Nessas aulas eram realizadas algumas atividades de observação celeste com o propósito de descrever a Geografia física do céu. De forma intuitiva os jesuítas desenvolviam aulas de astronomia ao ar livre, ensaiando assim as primeiras atividades experimentais acerca da natureza.

Na procura de eventuais focos de cunho científico, em 1637, período da invasão holandesa, acontecem no Brasil Colonial as primeiras atividades científicas, sob iniciativa do Conde de Nassau. Um grupo de pessoas vindas de Pernambuco, começam a desenvolver o campo das Ciências Naturais (Medicina, Botânica e Zoologia) e, dentre elas destaca-se na área da Física J. Marcgrave (Físico e Astrônomo), realizando observações meteorológicas e astronômicas no primeiro observatório construído por Maurício de Nassau, na América do Sul, além de escrever sobre a topografia e o clima brasileiro.

Entretanto em 1644 os holandeses são expulsos das terras brasileiras culminando com a morte de Marcgrave e também todo o seu acervo científico, fazendo desaparecer a concretização das primeiras iniciativas de ensino científico, bem como as atividades do ensino de Física para os jovens aprendizes da época, que se dedicavam a preparação e aperfeiçoamento de lentes de observação astronômica, fazer previsões acerca do clima dentre outras práticas.

Outro talento brasileiro, o padre Bartolomeu Lourenço Gusmão (1684 a 1724), considerado o primeiro inventor americano, estudou em Lisboa, a Física dos Fluídos e é considerado um predecessor da aeronáutica do compatriota Santos Dumont, com a construção

⁶ Abreviado por "Ratio Studiorum" era o Plano de Estudos da Companhia de Jesus redigido pelos jesuítas sob a direção geral da ordem P. Acquaviva garantindo a uniformidade dos procedimentos da mente e coração dos educadores jesuítas e dos alunos. (FRANCA, 1952, p. 154)

de um aerostato, (balão de gás) que funcionava pelo Princípio de Arquimedes que batizou com o nome de “Passarola”.

Em 1759, os jesuítas são expulsos do Brasil e por consequência o sistema educacional entrou em colapso, apesar dos esforços dos padres carmelitas, beneditinos e franciscanos abrirem seus conventos para os estudantes continuarem seus estudos em aulas isoladas de Gramática, Grego e Retórica.

Mas com a reforma e a criação de Faculdades da Universidade de Coimbra (1772) pelo Marquês de Pombal, culminou com a formação de alguns jovens brasileiros naquela instituição, abrindo novos horizontes à cultura brasileira, especialmente na figura de José Bonifácio de Andrada e Silva que se formou em Leis e Filosofia, tornando-se figura ilustre de seu tempo. Após a reforma da Universidade de Coimbra, foi fundada no Rio de Janeiro, a primeira Academia Científica com algumas iniciativas a exemplo da criação do Horto Botânico e de intercâmbio com as instituições estrangeiras, dando origem a Academia Nacional de Medicina e a Academia Brasileira de Ciência que não garantiram a evolução do pensamento científico, como também não contribuíram para o desenvolvimento do ensino de Física no Brasil. Ainda nessa época, o poeta inconfidente, Silva Alvarenga, após formar-se na Universidade de Coimbra, fundou no estado do Rio de Janeiro uma Sociedade Científica em 1786, fechada por motivos políticos pelo conde de Resende.

O bispo Azeredo de Coutinho no ano de 1800 fundou o Seminário de Olinda, marcando a renovação educacional com a introdução nos currículos escolares das cadeiras de Física, Química, Mineralogia, Botânica e Desenho. Assim o ensino passou a valorizar não somente a formação sacerdotal e humana, mas tornou-se capaz de corresponder às necessidades da sociedade nordestina, agora relativamente urbanizada e mais industrial, necessitando de técnicos que incrementassem o desenvolvimento da região. Mas esse incremento tecnológico/científico acabou arrefecendo em função da revolução pernambucana em 1817 e a retirada de Azeredo de Coutinho para Portugal.

O reinício da atividade cultural acontece com a vinda da família real para o Brasil em 1808, quando D João VI fundou a Imprensa Régia, a Biblioteca Pública, a Escola de Cirurgia na Bahia e, no Rio de Janeiro a Academia Médico Cirúrgica onde constavam em seus currículos, noções de ciências físicas para atender as necessidades das técnicas de cirurgia, em detrimento da pesquisa científica que proporcionasse novas descobertas experimentais. Nas palavras de Azevedo:

[...] a verdade é que o gosto dos fatos, o espírito crítico e investigador e o entusiasmo pelo método experimental podiam desenvolver-se entre nós como por toda parte; a causa principal desse desinteresse do brasileiro é antes o tipo de ensino quase exclusivamente literário, livresco e retórico, que se implantou no Brasil, desde a Colônia até os fins do Império. (JUNIOR, 1979, p.51)

Após a proclamação da independência uma nova orientação da política educacional, motivada pela Revolução Francesa, entra em cena para o desenvolvimento do espírito científico, com a fundação do Colégio D. Pedro II, em 2 de dezembro de 1837. A criação deste educandário dá um novo impulso no ensino secundário na História da Educação Brasileira, segundo relato de Júnior (1979) seguiu a orientação dos colégios franceses.

Com a introdução de um curso regular de seis a oito anos contendo as disciplinas de *Latim, Grego, Francês Inglês, Gramática Nacional, Retórica, Geografia, História, Ciências Físicas e Naturais, Matemática, Música Vocal e Desenho*. No plano de estudo do estatuto desenvolvido pelo decreto nº 8 de 31 de janeiro de 1838, ficou reservado para os últimos três anos o estudo da matemática as ciências físicas, fato este que representou uma vitória dos estudos científicos em lugar dos estudos literários.

Apesar disso, ainda era insipiente o espaço destinado ao estudo de Matemática, Física e Química em função da política educacional da época que valorizava preponderantemente as cadeiras de estudos humanísticos para o ingresso nas escolas de nível superior.

No grau de ensino superior em 1832 foi criada a primeira cadeira de Física nos cursos de Medicina nas Academias fundadas por D. João VI e segundo os registros de Júnior (1979), a precária formação em ciências no ensino preparatório e a política de apadrinhamento para o ingresso nas Academias era crítico. Consta que o Dr. Antônio Teixeira da Rocha em um desabafo à Assembleia narrou o que segue:

[...] muitos sujeitos tem sido admitidos como ouvintes nas aulas do primeiro ano, sem terem os preparatórios exigidos por lei. Supondo senhores, que estuda Física, por exemplo, um moço que não tem a menor noção de Matemática, o que já tem muitas vezes acontecido, e julgai se ele entenderá as demonstrações das Leis de Atração, as teorias de Óptica, do Calórico, etc... Veem-se esses moços obrigados a dividir a sua atenção por um sem número de cousas, pelo estudo dos preparatórios e pelo das ciências físicas do ano malfeito como acabo de provar, e o resultado é ficarem sem conhecimento algum de valor, em um verdadeiro caos, do qual dificilmente nunca sairão. (ALMEIDA JÚNIOR, 1979, p. 54).

Em fins do século XVIII, criou-se na Alemanha um novo conceito de ensino secundário mais voltado para o saber científico, em função da Revolução Industrial que ocorria na Europa. Este fato teve alguma influência nas escolas brasileiras, mas de forma insipiente, pois se resumia a experimentos demonstrativos, manipulados pelos professores, sem a participação

direta dos estudantes. Além disso, a falta de material didático e do despreparo dos professores e a razões de ordem social e econômica, novamente o Ensino de Física acabou reduzido a noções gerais em duas aulas no quinto e no sétimo ano.

Finalmente no começo da década de 1870, muitos brasileiros adeptos das ideias do Positivismo, com o intuito de desenvolver uma formação mais ampla, integral do cidadão para o exercício das atividades em sociedade e, não apenas preparar os estudantes para o ingresso nos cursos superiores. Começam a enfatizar atitudes mais críticas, chamando a atenção para atividade intelectual capaz de animar a atividade educativa. Quanto a isso Júnior (1979) reescreve nas palavras de Rui Barboza:

A ciência é toda observação, toda exatidão, toda verificação experimental. Perceber fenômenos, discernir relações, comparar as analogias e dessemelhanças, classificar as realidades e induzir as leis, eis a ciência, eis portanto o alvo que a educação brasileira deve ter em mira. (p. 60).

Apesar desse discurso as aulas continuaram no processo de memorização e repetição mecânica e o processo educacional continuava com o velho método mnemônico sem a preocupação de fazer ciência através do raciocínio lógico e científico. Ainda de acordo com Júnior (1979) durante o período imperial não houve nenhum progresso sensível no campo das ciências, especialmente na Física. Pois o quadro docente era formado por pessoas sem nenhuma preparação didática, atuando nas escolas e academias de forma improvisada, não havendo portanto nenhum progresso considerável até mesmo no Ensino Superior.

Acontecimentos como a chegada de muitos imigrantes europeus e a nova experiência do regime político republicano, culminaram em acontecimentos importantes como a realização da primeira reforma do ensino público que atendesse a demanda na área da instrução e educação da época, pelo então ministro da Instrução Benjamim Constant, pelo decreto nº 891 de 8 de novembro de 1890, que abrangia desde a Instrução Primária, Secundária e Ensino Superior, marcando o rompimento, ainda que lentamente, com o velho sistema humanístico de ensino do País.

Júnior (1980) em artigo publicado de sua autoria, sobre a política educacional brasileira, mais especificamente sobre Ensino de Física no Brasil, descreve que para o ensino médio o ministro Benjamim Constant “[...] propôs um currículo enciclopédico, em um curso de sete anos, onde além do estudo clássico havia também o estudo das ciências fundamentais classificadas na ordem lógica de Augusto Comte.” (p. 55).

O autor cita ainda, algumas críticas ao currículo da época em que o Ensino de Física era limitado a noções gerais com a utilização excessiva de problemas numéricos, sem nenhuma abordagem experimental no que se refere às aulas práticas de laboratório associado à escassa carga horária disponibilizada pelos educandários. Seguiram-se ainda algumas tentativas de ajustar o Ensino Médio a uma política educacional que promovesse o caráter de Ensino Científico, entretanto sem êxito.

Algumas questões registradas no artigo “A Evolução do Ensino de Física no Brasil” de autoria de Júnior (1980), acerca do Projeto Substitutivo de 18 de agosto de 1891, corroboram a inexequibilidade e a ausência do caráter científico da estrutura curricular que prevalecia naquela época.

Art. 1º - Serão título para a matrícula nos cursos superiores da União os exames terminais feitos nos estabelecimentos particulares de ensino, uma vez que abranjam a Língua Materna, duas Línguas Estrangeiras, Aritmética, Álgebra, Geometria, Trigonometria, a Mecânica Elementar e Astronomia, a Física e a Química, a Botânica, Zoologia e Filosofia, História e Geografia Geral e Pátria, Noções de Economia Política e Instrução Cívica, Desenho e Música vocal.

Emenda - Poderão ser admitidos à matrícula em qualquer das Academias da República dos candidatos que houverem prestado exame de todas as matérias preparativas exigidas, menos uma.

§ 8º - As provas serão escritas e orais, versando aquelas sobre as línguas e matemática e estas sobre as outras.

§ 11º - As questões de ciências serão sorteadas dentre as que, sobre o programa do Ginásio Nacional, organizar em cada matéria diariamente em cada comissão.

§13º - O prazo da prova oral é de 10 minutos para cada examinador. (ALMEIDA JÚNIOR, 1980, p. 55).

Observamos uma exagerada característica enciclopédica imposta pelo exame de ingresso no Ensino Superior, bem como uma grande quantidade de conteúdo livresco que os candidatos precisavam memorizar em detrimento das questões de ciências, relegadas a tomadas orais, como mostra o parágrafo 11, acima citado.

Um projeto de lei de Setembro de 1903, tenta otimizar as condições para que os educandários disponibilizem mobiliário adequado para as salas de aula, laboratórios e gabinetes com o propósito pedagógico adequado para desenvolver o ensino e a prática das ciências. Além disso, foi nomeado um delegado para fiscalizar as ações previstas para a melhoria do ensino e, em Novembro do mesmo ano a Comissão de Instrução ao examinar as causas da desorganização generalizada do ensino preparatório, constatou que os professores eram mal remunerados, sem a devida formação competente com algumas raras exceções.

Durante o primeiro Período Republicano os problemas fundamentais de organização do processo educacional, submetidos a diretrizes excessivamente rígidas pelo sistema instrucional da época, cerceavam a liberdade das escolas organizarem seus próprios métodos. Caracterizava-se por uma ilusória formação científica inspirada na filosofia de Comte, em detrimento do desenvolvimento da área experimental que deveria legitimar a instrumentalização dessa formação científica.

Paralelamente o Ensino Superior seguia o mesmo caminho, embora em menor escala. O diploma de nível superior proporcionava aos cidadãos status social importante e por consequência privilégios na vida social e econômica.

[...] a preeminência dos estudos literários sobre os estudos científicos permanecia tão fortemente marcada no sistema cultural do país, que ainda constituíam e deviam figurar por muito tempo, como instituições solitárias, sem irradiação, as raras escolas ou institutos prepostos ao ensino científico, não aplicado, ou a pesquisa no domínio das ciências naturais. (AZEVEDO, 1958, p. 623).

Por outro lado no governo de Washington Luís Pereira no estado de São Paulo, através da Lei nº 1750 de Dezembro de 1920, aconteceram algumas alterações importantes no Ensino de Ciências e o programa de ensino das Escolas Primárias em seu primeiro ano, praticavam noções básicas acerca das propriedades dos corpos, tais como *a transparência, opacidade, brilho, dureza, porosidade, dilatação* e no Segundo Ano Primário as primeiras noções a respeito das Ciências Física e Naturais. Nas Escolas Normais Praticavam 6 (seis) aulas semanais de Física e Química. Nas escolas Complementares 7 (sete) aulas de Ciências Físicas e Naturais (Física, Química e Biologia).

A lei determinava também em seu Artigo 103 que nas Escolas Primárias ficava banido o processo de instrução voltado exclusivamente para a memorização de conteúdos, passando a valorizar a prática da observação e a experimentação intuitivas sob a orientação dos professores. E no Artigo 153 da mesma lei, consta que para fosse possível efetivamente a prática do método intuitivo as escolas seriam aparelhadas do material necessário, além da formação dos professores.

Apesar deste importante passo dado pelo governo do Estado de São Paulo em função da necessidade de consciências científicas e também pela perspectiva da industrialização do estado paulista, a carência de um corpo docente devidamente preparado para a prática pedagógica, pela falta de Faculdades de Licenciatura, bem como, pela tradição escolástica que persistia no meio docente opondo-se a transformações profundas que o sistema de ensino

urgentemente necessitava, o Ensino de Ciências Naturais, especialmente a Física ainda não apresentava nenhum progresso sensível.

Entretanto na década de 1920 um movimento ideológico de grandes expectativas que segundo Júnior (1980) dá os primeiros passos para um programa político de ação cultural e escolar democrático. Nesse cenário o liberal, Francisco Campos, Ministro de Estado dos Negócios de Educação e Saúde Pública do Governo do Presidente Getúlio Vargas e reformador do Ensino Primário e Normal de Minas Gerais, determinou uma nova reforma do ensino secundário passando esta instituição a ter um caráter *formativo-educativo* dividido em duas partes, compondo-se de uma formação comum nos primeiros cinco anos e outra formação específica científica com duração de dois anos. Apesar das expectativas almejadas com a reforma, as escolas continuaram a atender aos apelos da sociedade ajustada ideologicamente à época, aos moldes do velho sistema de sociedade aristocrática.

Em 25 de Janeiro de 1934, o então governador do Estado de São Paulo fundou a Universidade de São Paulo congregando as Faculdades de Direito, Medicina, Engenharia e as já existentes Ciências Econômicas e de Filosofia, Ciências e Letras. A Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, além dos cursos a ela inerentes como o próprio nome indica, apresentam na seção de Ciências Físicas pelo Art. 8º do Estatuto no seu inciso II, as cadeiras de Ciências Matemáticas, Ciências Físicas (Física Geral e Experimental, Física Matemática e História da Física).

No corpo docente da seção de Ciências Físicas constam os nomes de pessoas pioneiras na área do ensino de Física: “Abrahão de Moraes (Física Matemática), David Bohm (Física Teórica e Matemática), Hans Stammreich (Física Superior), Mário Schenberg (Mecânica), Oscar Sala (Física Geral) e Phillip Smith (Eletrônica).” (JÚNIOR, 1980, p. 63). Segundo o autor começava nesta época a preparação de pesquisadores brasileiros e professores do Ensino Médio e, entre eles o professor de Física. Apesar de a pesquisa ser parte obrigatória nesta modalidade de formação do espírito científico, a falta de recursos limitou o grupo de professores-pesquisadores às pesquisas de laboratório, como também relegaram ao segundo plano a formação de professores de Física, que necessitavam de preparação prático-didática para suas futuras atividades no campo educacional.

Após a Segunda Guerra Mundial, tornou-se necessário preparar mais professores e pesquisadores para acelerar o processo industrial dirigido para a tecnologia com a pretensão de defender o País. Apesar dessa eminente necessidade da Nação Brasileira, o processo

educacional não evoluía, mantendo suas características metodológicas de memorização de conteúdos desconectados da realidade de espírito empreendedor científico e de pesquisa. A baixa remuneração dos professores obrigava-os a se dividirem em mais de um emprego, ou escola, deixando-os sem tempo para formação continuada ou mesmo para preparação de aulas.

Por outro lado, algumas iniciativas pessoais, mesmo sem poder contar com o apoio oficial, alguns professores pesquisadores, unificaram esforços no sentido de estudar um meio sistemático de troca de experiências e no dia 26 de Janeiro de 1970, no campus da Universidade de São Paulo (USP), aconteceu o primeiro encontro oficial de professores de Física (cerca de 200) de diversas regiões do País, na defesa dos seus propósitos em busca de soluções alternativas e/ou improvisadas para a devida efetivação do Ensino de Física. Trata-se de acordo com Júnior (1980) do Primeiro Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), coordenado pelo professor Oscar M. Ferreira e consta no Boletim nº 4 da Sociedade Brasileira de Física.

[...] o principal objetivo de nosso Simpósio foi realmente alcançado: todos nós, de agora em diante, temos consciência de que os problemas que julgávamos nossos, de nossa região, são nacionais (...). Ao mesmo tempo em que nos alegrávamos por sentir que não éramos os piores, em condições, entristecíamos-nos ao ver que nos igualamos por baixo. De positivo, sentimos vontade imensa em todos de melhorar. (SBF, 1970, p.328).

A professora mineira Beatriz Alvarenga, ao elogiar as contribuições dos grupos participantes de alguns estados representados naquele simpósio, entendeu que os problemas relacionados ao Ensino de Física eram semelhantes e os chamou de “Pesquisa de Campo”, solicitando esforços no sentido de obter soluções a serem debatidos num segundo encontro.

Os principais pontos relatados e passíveis de crítica nesse primeiro simpósio, segundo o trabalho de Júnior (1980), remetem ao número reduzido de professores formados em Física no Ensino Médio; As faculdades de Filosofia tinham como meta principal a formação de pessoas com sólidos conhecimentos em Matemática e Física, sem, no entanto considerar a formação pedagógica necessária para a efetiva prática docente no Ensino Médio.

Não havia formação continuada, considerando-se que o egresso da faculdade de Filosofia estaria pronto para atuar na carreira de professor; haveria uma desorientação generalizada quanto a – *o que, como e quando ensinar os conteúdos de Física*; a dificuldade de encontrar material didático e a literatura existente era escassa, com múltiplas orientações e sem aplicabilidade orientada para o Ensino Médio e, finalmente, as exigências dos Exames

Vestibulares acabavam por obrigar os professores, a preparar seus alunos para a consecução desta modalidade de ingresso no Ensino Superior, herdada do sistema imperial de ensino que, acabavam priorizando o preparo dos estudantes para a realização do exame de ingresso aos cursos superiores, em detrimento da formação programada pelo currículo das escolas de Ensino Médio.

Em Janeiro de 1973, aconteceu o II Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) em Belo Horizonte (BH) e, em consequência das repercussões do primeiro, que havia ocorrido três anos antes, algumas entidades como a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), o Departamento de Assuntos Universitários (DAU), o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e algumas secretarias de Turismo, contribuíram com auxílios financeiros para a concretização do Simpósio. Entretanto, segundo Júnior (1980), o Simpósio acabou perdendo um pouco o status “[...] de novo diagnóstico e apresentação dos progressos conseguidos no Ensino de Física.” (p.69). Consta ainda nos registros do mesmo autor, a inquietação de muitos professores preocupados com que esses encontros acabassem por ser transformar em *muro de lamentações*, sem atitudes comprometidas por parte dos professores participantes para a solução dos problemas por eles levantados e tentarem resolver esses questionamentos.

Por outro lado, grupos representantes do estado de São Paulo (Hamburger, Caniato e Fuad) e do estado de Minas Gerais (Beatriz Alvarenga) relataram suas experiências educacionais que vinham realizando, inclusive com desenvolvimento de material de ensino para suas práticas pedagógicas, constituindo-se mais tarde esse material em subsídio para a (reciclagem) Formação Continuada dos professores secundários. Bem como a proposta do Projeto Educacional para a Universidade, apresentada pelo professor Ernst Hamburger, que objetivava a preocupação de suplantando parte das diversidades regionais que emergiram nas discussões do simpósio anterior.

O III Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) realizado no estado de São Paulo de 25 a 30 de Janeiro de 1976, com mais de 500 (quinhentos) participantes apresentaram cento e oito (108) comunicações acerca do Ensino de Física. Entre as comunicações surgiram algumas soluções dos problemas enfrentados pelos professores nos afazeres escolares. Neste Simpósio foi elencado o lema *Educação para a liberdade* com o objetivo de formar uma consciência política educacional com a finalidade de nortear e discutir formas adequadas no

ensino com os seguintes questionamentos: “[...] por que, para quem e para quê? ensinar Física em um País como o Brasil.” (JÚNIOR, 1980, p. 70).

Entre as atividades realizadas neste simpósio com alguns participantes vindos do exterior, algumas empresas especializadas em material de laboratório apresentaram em seus *stands* instrumentos de medidas físicas para fins didáticos. Também algumas escolas representadas pelos seus alunos, apresentaram aparatos de laboratório confeccionados com materiais alternativos para experiências de laboratório.

O encerramento deste simpósio ficou marcado pelos relatos de alguns participantes reiterando a triste e precária situação das escolas brasileiras, bem como do descaso das instituições representativas do País em relação à pesquisa em Ensino de Física. Por outro lado firmou-se um comprometimento mais efetivo por parte dos professores e da comunidade científica nas resoluções das políticas educacionais a seguir relacionadas:

1. Geral descontentamento pela implantação, no País, de uma reforma no Ensino Médio, elaborada sem a participação da quase totalidade dos professores.
2. Consequências danosas que poderiam advir da implantação da Lei nº 5692/71: Superficialidade no Ensino de Física, em vista da diminuição de carga horária, ausência de preparo do aluno, quer para sua formação geral, quer para seu encaminhamento profissional ou universitário.
3. Pedido para que a Sociedade Brasileira de Física encaminhe ao MEC a exigência que a Resolução 30 venha a ser revogada.
4. Ao lado da aprendizagem das diferentes teorias da Física, consideração essencial em compreender o ambíguo papel que a Ciência e a Física, em particular, têm em nossa sociedade: Como é produzida? A quem serve? E com quais objetivos?
5. Organização de Grupos Regionais de Trabalho em intercâmbio constante com a finalidade de trocar experiências e apresentar propostas concretas para a melhoria do Ensino de Física, nos vários níveis. (ATAS DO III SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, v1, p. 338).

Assim de acordo com Barros (2002), fica registrado o surgimento da pesquisa em Ensino de Física no Brasil, notadamente demarcado pelo Primeiro Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF). Os docentes dos Institutos de Física das Universidades de São Paulo e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com o intuito de contribuírem para a melhoria do sistema educacional, iniciam com a pesquisa nesta área e estabelecem os primeiros programas de Mestrado no Ensino de Física.

Em 1986, após a formação de vários grupos de pesquisa em Ensino de Física no Brasil, surgiu a necessidade de tornar os encontros mais acadêmicos, dedicados às linhas de discussão sobre as políticas científicas. Surge então além do SNEF, o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) possibilitando um amplo espaço de discussão e divulgação de pesquisas, relatos de propostas de experiências no Ensino de Física.

Pesquisadores da área de Ensino de Física, nos últimos 40 anos (1970-2010) tiveram seu interesse voltado para o delineamento das tendências desta modalidade. Assim de acordo com Barros (2002) a questão da aprendizagem em Física centrou-se no desenvolvimento curricular do Ensino Superior, com a produção de materiais didáticos e análise dos projetos de ensino voltados para o Ensino Médio. Nos anos 80 as pesquisas estiveram voltadas para a sala de aula no Ensino Médio, na formação de conceitos com foco nas concepções alternativas, aplicação de tecnologias na sala de aula (vídeo e computador), ensino experimental e produção de material didático.

Autores como Barros (2002), Moreira (2000), Carvalho E Vannucchi (1996) apontam uma grande diversificação de temas com destaque para Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS); Física no Cotidiano; Física Moderna e Contemporânea, contribuição do ensino informal (visitação a museus, centros de ciências) e a utilização de equipamentos de baixo custo para as práticas escolares. Nessa década surgem as questões relacionadas aos novos currículos para a Licenciatura em Física, ensino cognitivista e o uso das Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTICS).

Nos anos 2000, Barros (2002) relata que as pesquisas continuaram com foco na alfabetização científica, na temática CTS, surgindo assim novas linhas de investigação como a avaliação do desempenho dos estudantes em provas nacionais – Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE), implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), aplicação das tecnologias educacionais em sala de aula e Ensino por Projetos.

Salem e Kawamura (2009) amparados na consulta ao Catálogo de Dissertações e Teses defendidas entre os anos de 1972 a 2005, concluem que nos anos 70, a pesquisa no Ensino de Física voltou-se para análise de projetos de ensino nacionais, por meio de relatos e resultados das práticas e métodos de ensino das atividades e vivências na sala de aula. Nos anos 80 há um incremento de pesquisas em diversas áreas, como História e Filosofia da Ciência, concepções alternativas, estrutura conceitual, ensino experimental, formação de professores e currículo. E na década de 90 continua o interesse dos pesquisadores voltado à História e Filosofia da Ciência, Ensino Experimental, Formação de Professores e Prática Docente, com o surgimento de pesquisas também na área de Física Moderna e Contemporânea bem como CTS. Na década de 2000 continuaram as mesmas tendências relatadas anteriormente bem como um aumento das investigações nas áreas de divulgação científica.

A partir dos trabalhos consultados pelos autores, nesses 40 anos, a pesquisa no Ensino de Física buscou inicialmente analisar os projetos de ensino nacionais e livros didáticos, melhoria do Currículo do Ensino Superior na modalidade de Bacharelado e Licenciatura. Nos anos 80 foi a vez da sala de aula do Ensino Médio, investigando as concepções trazidas pelos estudantes para o ambiente escolar e a formação inicial e continuada de professores de Física. Nos anos 90 predominam as pesquisas centradas na alfabetização científica, contribuição do ensino informal para a aprendizagem de Física assim como na temática da CTS. E nos anos 2000 os pesquisadores começaram a preocupar-se não somente com o Ensino de Física, mas também, os temas que preocupam a Educação como um todo, tais como a implementação dos PCN, as concepções epistemológicas trazidas pelos professores e a aplicação das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ambiente da sala de aula.

2.2 O Ensino de Física Através dos Recursos Computacionais

O mapeamento de algumas produções referentes à inserção do computador no Ensino de Física teve como objetivo uma revisão das principais modalidades pedagógicas do seu uso. Sem a intenção e longe de esgotar a produção acadêmica da área, foi realizada uma busca na área do Ensino de Física, acerca de recursos computacionais e objetos de aprendizagem que são o foco central deste trabalho.

A busca se deu através de artigos publicados em periódicos da área de Educação tais como artigos publicados em periódicos específicos na área de Ensino de Física. De forma que a busca nesses canais de difusão do conhecimento foi norteada por duas categorias essenciais: Ensino de Física e Objetos de Aprendizagem relacionados também ao Ensino de Física.

Da análise feita em alguns artigos no Ensino de Física pode se observar alguns resultados favoráveis para o uso educacional dos computadores nesta modalidade de ensino. Entretanto a preocupação se restringe em analisar se houve uma mudança significativa na aprendizagem dos estudantes com o uso dos objetos de aprendizagem, que começam a despontar no contexto de sala de aula como ferramenta com a pretensão de propiciar aos estudantes uma aprendizagem significativa.

Em 2005 a dissertação de mestrado defendida por Vogler (2005), no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA-SP) com o título de “Objetos de aprendizagem para aplicações no Ensino de Física”. Vogler (2005) teve como objetivo discutir a importância da utilização de recursos computacionais como ferramentas auxiliares no processo de ensino-

aprendizagem, principalmente quanto à utilização dos objetos de aprendizagem na sala de aula.

A dissertação de mestrado de Bastos (2005), na Universidade do Rio de Janeiro (UFRJ) intitulada “Curso hipermídia interativo de Física: Adaptação de um curso presencial através do uso de objetos de aprendizagem”. Esse trabalho é uma proposta de adaptação de um curso presencial, para um curso virtual utilizando a plataforma interativa para a internet do Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

Outra dissertação de mestrado defendida por Dorneles (2005), na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) cujo título é “Investigação de Ganhos na Aprendizagem de Conceitos Físicos Envolvidos em Circuitos Elétricos por Usuários da Ferramenta Computacional *Modellus*”. Neste trabalho o autor pesquisou o desempenho dos estudantes com atividades de simulação e modelagem computacional no estudo de circuitos elétricos utilizando o *software Modellus* em comparação aos alunos expostos ao sistema tradicional de ensino. Concluiu que os alunos do grupo experimental obtiveram melhorias significativas se comparados ao grupo de controle.

Em 2008 a tese de doutorado defendida por Meurer (2008), na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) com o título de “Ensino de Ciências na 5ª Série através de software educacional: O despertar para a Física”. Esse trabalho apresenta a produção de quatro Objetos de Aprendizagem (OA) para o aprendizado de conceitos de Física da 5ª Série do Ensino Fundamental, fundamentado nas teorias de Ausubel e Piaget para a construção dos OA e sua aplicação no ambiente de sala de aula, com o objetivo de despertar o interesse dos alunos para o aprendizado de Física.

Também foram encontrados dois trabalhos referentes à utilização de objetos de aprendizagem na Revista Brasileira de Ensino de Física e o Ensino de Física. O primeiro artigo é de Sales et al. (2008) com o título de “Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de Física Moderna com a utilização do Objeto de Aprendizagem Pato Quântico” e o segundo artigo de autoria de Betz; Lima; Mussatto (2009) intitulado “Dualidade onda-partícula: Um objeto de aprendizagem baseado no interferômetro de Mach-Zender”. Nestes trabalhos a conclusão e a avaliação de usabilidade dos OA podem apresentar-se como uma ferramenta de auxílio ao professor para uma melhor compreensão dos fenômenos quânticos.

Nos anais de eventos nacionais de Ensino de Física foram encontrados trabalhos referentes ao uso de Objetos de Aprendizagem escritos por Romero; Andrade; Pietrocola, (2009) intitulado “Parâmetros para análise de roteiros de objetos de aprendizagem” e o artigo de Borcelli; Costa (2008) cujo título é “Animação interativa: um material potencialmente

significativo para a aprendizagem de conceitos de Física”. Este último trabalho tem como objetivo avaliar o uso de uma simulação interativa como um material potencialmente significativo, para oportunizar a aprendizagem de conceitos físicos e tem como referencial teórico a Aprendizagem Significativa de Ausubel et al. (1980).

De posse destes levantamentos estatísticos encontrados e leitura dos mesmos, que serviram como fonte para este estudo, com a leitura/elaboração das resenhas individuais de cada trabalho selecionado, foi necessária uma análise do conjunto dessas pesquisas de forma que pudessem ser analisadas articuladamente em uma abordagem qualitativa desses estudos. Importante ressaltar que as principais características e tendências dessas produções serviram como base para procurar pontos que sirvam de comparação ou contraposição a esta pesquisa.

Nos trabalhos consultados os métodos de avaliação da aprendizagem são em sua maioria testes antes e após o uso dos OA, ou questionários de opinião sobre o uso dos objetos, no intuito mais da validação técnica dos mesmos do que uma real análise do seu conteúdo pedagógico.

Importante ressaltar que o uso de OA nas práticas dos afazeres pedagógicos deve pressupor uma avaliação criteriosa quanto a sua utilização, pois evidentemente que uma simulação tem um forte apelo emocional. Além disso, a apresentação de ferramentas como as animações são convenientes porque modificam a rotina da sala de aula. Entretanto, a aparência elegante e a qualidade visual do OA não garante que o estudante se aproprie dos conceitos por ele veiculados. Também deve estar investido de potencial pedagógico para alcançar seu objetivo. É necessário observar a ação do estudante sobre o OA para perceber se o modo de interação, oferecido pela interface da simulação, é potencialmente capaz de promover reflexão sobre os conceitos por ele transmitidos.

2.3 As Políticas Públicas na Educação

Em relação aos estudos sobre políticas públicas para a educação em nosso País, percebo que embora haja iniciativas por parte dos governos de ampliarem os programas de formação continuada, de criar propostas de políticas de reajuste salarial e tentativas de reformulação do plano de carreira que contemplem as demandas concernentes de incentivo aos profissionais da educação, essas se apresentam muito aquém do quadro real das necessidades destes trabalhadores.

Ainda percebemos que algumas reformas educacionais acabaram alterando a vida dos professores assim como a sua formação, em uma conjuntura socioeconômica o que apresenta novas exigências e situações de vivências paradoxais. De um lado as tarefas são ampliadas

com alto grau de exigência, por outro, nada lhes é dado em troca como subsídio. Desse modo a carreira continua apresentando dificuldades há muito existentes, apontadas na literatura reforço esta ideia com as seguintes palavras: “Passando por tempos difíceis, de desprestígio social, salários aviltantes, com péssimas condições de trabalho [...]” (LIBÂNEO; OLIVEIRA; TOSCHI, 2005, p. 277). Por consequência novas gerações não são atraídas para ocupar o digníssimo compromisso de educador, fato evidenciado pela atual carência desses profissionais em inúmeras áreas do conhecimento.

Neste sentido, devemos recusar colocar sobre a escola o compromisso de transformar isoladamente a ordem social existente, uma vez que ela não é o único componente capaz de gerar tal transformação no complexo sistema de formação dos indivíduos. A escola, sendo entendida como parte integrante de um vasto contexto social a outras instituições, é apenas um dos segmentos do processo de transformação. Por isso toda vez que a sociedade defrontar-se com mudanças significativas em suas bases sociais e tecnológicas, novas atribuições serão exigidas dela.

Partindo do pressuposto de que a educação "tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho" (art. 2º da Lei 9.394/1996), percebo quando da concretização prevista pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), que tal finalidade através da oferta da educação escolar encontra obstáculos para ser plenamente alcançada, em função de não haver uma política pedagógica adequada por parte do governo estadual. Observo desse modo que a educação fica sempre a mercê das transições político-partidárias e de seus interesses. Uma política sem base epistemológica, aplicada ao sistema educacional, pode trazer mais problemas do que soluções, uma vez que no contexto escolar do Ensino Médio, os educadores acabam frustrando suas expectativas na tentativa de suprir as demandas da atual sociedade, para as quais muitas vezes não se sentem preparados.

Observando os movimentos que ocorrem na nossa sociedade e que repercutem na escola e vice-versa, além da interação entre ambas penso que não acontecerá de forma efetiva, a tão sonhada *Educação Libertadora* de Freire em nossas escolas. A menos que voltemos nosso olhar para a análise e avaliação das ações em questão, buscando o envolvimento de todos os sujeitos participantes. Precisamos ser capazes da auto-observação, da observação dos outros, para então a partir desse olhar, termos condições de refletir sobre de que forma essas ações podem transformar a realidade, analisando-as criticamente, para assim vislumbrarmos novos horizontes, elaborando ou reelaborando teorias para a fundamentação das práticas

pedagógicas, que levem ao grande objetivo das escolas, que é formar cidadãos dignos, aptos para o trabalho, capazes de atuarem com criticidade na sociedade, tornando-a melhor.

Neste contexto escolar tão diversificado, permeado de diferenças de ordem social e cultural, com sujeitos ativos (alunos, pais, professores e funcionários), de variadas procedências, seres únicos, com essências coerentes com suas vivências, temos a importante presença do professor. Que com um olhar sensível a estas pluralidades e de apropriação da realidade na qual a escola se insere, bem como da realidade do ambiente escolar para o qual deve trabalhar, tem a grande tarefa de executar a *educação libertadora* dentro de uma dinâmica didática, pedagógica, envolvente e que esteja em constante avaliação para que busque contemplar os objetivos a que se propõe.

2.4 A Internet na Educação

Na atualidade, enquanto instituição social, a *Internet* vem revolucionando o modo de vida das pessoas em muitas esferas: social, econômica, política e profissional. E a produção do conhecimento, do saber, desde os anos 90 tem se modificado em ritmo acelerado. Dessa forma graças ao surgimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), a *Internet* pode chegar, também, às escolas, interferindo nos processos de ensino/aprendizagem dos professores e dos estudantes.

Com estas tecnologias emergem novas competências para os processos de ensino, modificando profundamente o modo de interagir com os conteúdos didáticos de modo geral, e o professor em sua formação inicial, muitas vezes não teve contato com as mesmas. Neste cenário, como poderia o professor que atua na área das Ciências da Natureza, especialmente da disciplina de Física, beneficiar-se com o uso de estratégias de ensino e aprendizagem apoiado pelas tecnologias? Obviamente que o uso do computador em sala de aula não é garantia de obter-se um ensino direcionado para a aprendizagem, porque o fazer pedagógico com as tecnologias digitais não pode estar voltado simplesmente do uso pelo uso destas, mas, contextualizadas com a realidade do aluno.

Uma condição que se apresenta na proposta “Metas Educativas 2012: a educação que queremos para a geração dos Bicentenários⁷” realizada na XVIII Conferência Iberoamericana de Educação, em El Salvador, no dia dezanove de maio de 2008, lemos entre outras metas - o

⁷ Trata-se de uma primeira versão cujo objetivo é facilitar o debate para que seja possível chegar a um acordo entre todos os países sobre a educação que queremos para a geração dos bicentenários. (Tradução Livre). Disponível em <portalmec.gov.br> Acesso em 20/01/2014

comprometimento dos Ministros de Educação destes países afirmando que “[...] a certeza de que a educação é a estratégia fundamental para avançar na coesão e na inclusão social.” (METAS EDUCATIVAS 2021, p. 3).

Entre as metas fixadas pelos países envolvidos, está a incorporação das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), considerando a seguinte organização:

- 1) aquelas que se relacionam com o desenvolvimento da infra-estrutura e o equipamento das escolas e
- 2) as que abordam questões que tem a ver com as definições pedagógicas necessárias para definir o sentido de seu uso nos contextos escolares. (IDEM, p.46).

No panorama mundial alguns países procuram reduzir a lacuna existente na *infra-estrutura digital da educação pública*, e também baixar o número de alunos usuários por computador, promover a conexão do maior número de educandários à *Internet*, bem como, estabelecer padrões de competências⁸ no uso das TICs para todos os níveis, com o objetivo de adaptar adequadamente as instituições a essas mudanças.

Dessa forma é relevante a formação continuada dos professores como uma das formas de atualizarem suas competências de modo que lhes proporcionem a seus alunos um processo de ensino e aprendizagem com o uso da tecnologia. Segundo relatório da UNESCO os professores podem estar preparados para a utilização das vantagens que a tecnologia proporciona, desse modo as instituições de ensino, presenciais ou virtuais, necessitam de professores que estejam habilitados para o uso das novas tecnologias e, ao mesmo tempo, tenham incorporado em seus conhecimentos conceitos e competências em TICs. Considerando ainda os modos de padrão de competência:

As simulações interativas em computação, os recursos educacionais digitais e abertos e as sofisticadas ferramentas de levantamento de dados e análise, são Apenas alguns dos recursos que permitem aos professores oportunidades antes inimagináveis para o entendimento conceitual. (UNESCO-MÓDULOS DE PADRÃO DE COMPETÊNCIA, p.1).

Assim para os professores responderem adequadamente às novas demandas para a apropriação dos conceitos de Física, os objetivos devem ser definidos no sentido de criar uma personalidade investigativa e crítica por parte do aluno. Já o professor, quando utilizar estas novas mídias, inclusive com apoio de ambientes virtuais, terá de construir conhecimentos sobre os aplicativos computacionais, como os Objetos de Aprendizagem (OAs), além de

⁸ Padrões de Competência em TIC para professores. Diretrizes de Implementação. Versão 1.0. Disponível em <http://www.unesco.org/en/competency-standards-teachers>.

estratégias como os Mapas Conceituais⁹, objetivando agregar valores ao processo educacional.

Considero relevante registrar que a partir do surgimento dos primeiros computadores, de acordo com Fiolhais e Trindade (2003), alguns profissionais da educação começaram a preocupar-se com a utilização destas máquinas no processo pedagógico. Seria possível dividir aproximadamente em três períodos a utilização de computadores no ensino. O primeiro foi moldado pela Teoria Behaviorista, com as máquinas de ensinar de Skinner (Instrução Programada). O segundo pela Teoria Cognitivista, em que o paradigma dominante segue a construção do conhecimento através de sistemas tutoriais, no qual a diferença em relação ao anterior, é que haveria a possibilidade do software orientar o aprendiz na escolha da trajetória a seguir em substituição ao tutor humano.

No decênio dos anos 90, segundo Fiolhais e Trindade (2003), seguindo os avanços tecnológicos, acontece o aparecimento de um terceiro período fundamentado na Teoria do Construtivismo, em que o estudante constrói sua visão de mundo por meio das experiências pessoais. Desse modo o estudante começa a interação com a máquina por meio de hipertextos¹⁰, possibilitando a aprendizagem não linear até então vigente nos sistemas educacionais.

O acesso cada vez mais facilitado ao computador a partir de meados dos anos 90, possibilitou que uma parte da população se apropriasse das novas práticas de aprendizado através dessa ferramenta, surgindo assim os primeiros *nativos digitais*¹¹. Diante dessa nova geração de estudantes, o professor de Ciências, especialmente da disciplina de Física, pode se sentir despreparado para desempenhar seu ofício pois nesse novo paradigma, novas competências, novas formas de aprender, de ensinar e de interagir, que não foram contempladas quando da sua formação acadêmica inicial, serão necessárias.

Dessa forma, os professores para dar conta das novas demandas, procuram atualizar-se como podem para o uso de recursos tecnológicos cada vez mais complexos. Entretanto, essa

⁹“ De um modo geral, mapas conceituais, ou mapas de conceitos, são diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos.” (MOREIRA, 2010, p. 11)

¹⁰ O hipertexto está relacionado à própria evolução da tecnologia computacional, oferecendo ao usuário interfaces interativas. (FIOLHAIS E TRINDADE, 2003)

¹¹ Um nativo digital é aquele que nasceu e cresceu com as tecnologias digitais presentes e sua vivência. (MARC PRENSKY, 2001)

atualização passa pela *construção de sentido*¹² do uso dessas tecnologias e as implicações que demandam nos processos de ensino e aprendizagem.

Para desenvolver atividades em um laboratório de informática com os alunos, muitas vezes o professor pode ter dificuldade para decidir que parâmetros adotar, que função ele pode desempenhar e como avaliar estes alunos com a intenção de favorecer o processo educacional. Frente aos recursos tecnológicos e da infraestrutura que as escolas apresentam, o professor poderá muitas vezes não encontrar formas de aplicar o conhecimento que possui. Diante disso poderá buscar atividades prontas e atrativas que geralmente atendem as demandas do ensino quanto ao emprego das tecnologias, mas não ao conteúdo da disciplina de Física e ao aprendizado dos conceitos dessa disciplina pelos estudantes do Ensino Médio.

Nessa perspectiva, apresento no próximo capítulo minhas primeiras leituras que contribuíram para a construção deste projeto sobre o ensino de Física.

¹² Produzir sentido é ensinar crianças e jovens a se interrogarem, manifestarem dúvidas, pôr em xeque suas incertezas, cultivarem a vida interior, abraçarem o itinerário que conduz às fontes e aos limites da existência. (FREI BETO, 2004, p.1)

Diante do real, aquilo que acreditamos conhecer claramente ofusca aquilo que deveríamos saber. Quando se apresenta à cultura científica, o espírito nunca é jovem. Ele é mesmo muito velho, pois tem a idade de seus preconceitos. Ter acesso à ciência significa rejuvenescer espiritualmente, aceitar uma brusca modificação que deve contradizer um passado.

GASTON BACHELARD, 1996.

CAPÍTULO III

3.1 As Relações com o Saber sob a ótica de Bernard Charlot

O Ensino de Física, tradicionalmente apresenta algumas dificuldades de aprendizagem, assim como o desinteresse por boa parte dos estudantes no cenário nacional em muitas escolas públicas. Para uma grande parcela dos estudantes, a Física não passa de um conjunto de códigos e fórmulas matemáticas para serem memorizadas fazendo com que o estudo desta disciplina não tenha nenhuma relação com suas experiências cotidianas.

Sabemos que o modelo de ensino tradicional, não condiz com a realidade da sociedade contemporânea. Parece haver um entrave por conta do tradicionalismo exacerbado no desdobramento das questões diretamente ligadas às possibilidades de desenvolvimento de metodologias e recursos tecnológicos que estão a serviço da educação. De acordo com Prensky (2001) “os alunos de hoje pensam e processam as informações de forma bem diferente de gerações anteriores.” (p.1). Eles nasceram e cresceram em um ambiente em que o uso de computadores, telefones celulares e toda a gama de brinquedos e jogos eletrônicos faz parte do mundo em que estão inseridos.

A relação destes sujeitos e das instituições com os saberes, com as atividades a ela relacionadas vem se alterando com o tempo, à medida que o aprendizado informal e colaborativo, tem contribuído de forma intensa no desenvolvimento das pessoas que interagem com as tecnologias da informação. Por conta disso, os professores reclamam que seus alunos não estudam e estes por sua vez rebatem dizendo que os professores não ensinam.

De sorte que as perguntas a seguir merecem uma reflexão: “Por que não estudam? Qual sentido tem para eles ir à escola? Qual sentido tem para eles estudar, ou não estudar, na escola? Qual sentido tem para eles aprender, compreender, quer na escola, quer fora dela?”. (CHARLOT, 2011, p. 17)

As questões da problemática na relação com o saber¹³ são fundamentais. Diz o autor que estas importam no processo de pesquisa da relação com o saber têm conotação antropológica, pois a “[...] educação é o movimento pelo qual a criança se hominiza, se socializa, entra em uma cultura; e se singulariza, torna-se sujeito.” (Idem, p.18), de sorte que o

¹³ Segundo Charlot uma definição mais descritiva da relação com o saber é: “[...] é a relação com lugares, pessoas, atividades etc., em que se aprende, e uma outra que é mais ampla – a relação com o saber é a própria estrutura do sujeito enquanto ele tem que aprender.” (CHARLOT, 2011, p. 17)

sujeito não será educado caso não encontre um patrimônio cultural pré-construído pelas gerações anteriores. O autor também escreve que reencontra a questão da relação com o saber com a palavra *interessante*. “O que significa um professor interessante? O que significa uma aula interessante?” (Ibidem, p.18). E responde que uma aula interessante do ponto de vista da psicanálise “[...] é uma aula em que um conteúdo intelectual satisfaz um desejo profundo [...]” (Ibidem, p. 18).

Nesse cenário percebo minimamente duas situações: Uma referente à questão didática e outra à pedagógica, onde a primeira remete à situação ensino-aprendizagem e a segunda à relação aluno-professor. Entretanto, existe uma relação de dependência do aluno com o professor e vice versa, de modo que se o aluno não estuda, o professor acaba sendo culpado juntamente com o aluno, porque não ensinou. Sendo assim o professor tem de enfrentar múltiplas contradições, inclusive ameaças, agressões etc. Uma possível articulação se expressa no seguinte pensamento:

A relação pedagógica tem três segmentos: O professor, o saber e o aluno. A situação é boa quando uma relação entre dois termos requer o terceiro termo. O professor é necessário para que funcione a relação entre o aluno e o saber. O saber é necessário para que funcione a relação ente o professor e o aluno. O aluno é necessário para que funcione a relação entre o professor e o saber, como relação pedagógica, que é diferente do gosto do professor pela sua disciplina. (CHARLOT, 2011, p. 25)

Nesta perspectiva considero que são necessários dois componentes importantes em termos de formação de professores: “[...] uma formação técnica, profissional, um saber como ensinar. E [...] um trabalho pedagógico, político-pedagógico, a ser feito, juntamente com o trabalho profissional.” (CHARLOT, 2011, p. 25, 26), para poder enfrentar as questões do fracasso escolar em seus diferentes níveis na relação pedagógica, assim como na relação político-pedagógica.

Assim, voltando-me novamente para a cultura atual de conexão e colaboração, bem como do fluxo veloz das informações, das redes sociais e tecnológicas, percebo que estas se tornaram agentes do conhecimento e o Ensino de Ciências praticado nas escolas, transformou-se em alguns casos, motivo de “dor de cabeça” tanto para os alunos, como também para os professores.

Por um lado as cargas horárias deficitárias, a falta de laboratórios, entre outros aspectos, estão entre algumas das causas apontadas pelos estudiosos. Por outro os alunos perguntam:

Por que eu preciso estudar isto? Os conteúdos de ciências (Física, Matemática, Química, Biologia), apresentam uma série de barreiras para o seu ensino, quando relacionados aos saberes cotidianos, especialmente para os Nativos Digitais¹⁴.

Nas palavras de Siemens (2004) até pouco tempo atrás (40 anos) a formação construída pelos aprendizes podia durar por toda a vida para iniciar uma carreira profissional, porque o transcurso das informações era lento. A informação durava décadas ao contrário de hoje em que o conhecimento cresce exponencialmente. O autor afirma que o conhecimento mundial dobrou nos últimos 10 anos e segue vertiginosamente dobrando a cada 18 meses e aponta algumas tendências importantes na aprendizagem:

A aprendizagem informal é um aspecto significativo de nossa experiência de aprendizagem. A educação formal não mais cobre a maioria de nossa aprendizagem. A aprendizagem agora ocorre de várias maneiras – através de comunidades de prática, redes pessoais e através da conclusão de tarefas relacionadas ao trabalho.

A aprendizagem é um processo contínuo, durando por toda a vida. Aprendizagem e atividades relacionadas ao trabalho não são mais separadas. Em muitas situações, são as mesmas.

A tecnologia está alterando (reestruturando) nossos cérebros. As ferramentas que usamos definem e moldam nosso modo de pensar. (SIEMENS, 2004, p. 1).

A aprendizagem hoje é um processo que pode fugir do controle das pessoas. Ela ocorre em ambientes nebulosos onde os saberes estão em constante estado de mudança

. O autor defende que estarmos conectados à informação que nos capacita a aprender mais, é mais importante que o nosso estado atual de conhecimento. A habilidade em reconhecer estas mudanças em aprender deve ser a prioridade dos agentes envolvidos com os processos de Ensino e Aprendizagem.

3.2 Algumas Considerações do Senso Comum na Epistemologia de Gaston Bachelard

Embora Bachelard (2011) tenha uma posição polêmica em relação ao Ensino de Ciências e, dependendo do ponto de vista, as vezes utópico, penso que suas colocações acerca do contexto deste trabalho, têm importantes contribuições no que se refere ao ensino de Física, considerada uma vilã pela comunidade discente contemporânea, pois é uma área do

¹⁴ “Nativos Digitais - São as gerações que passaram a vida inteira cercados e usando computadores, vídeo games, tocadores de músicas digitais, câmeras de vídeo, telefones celulares e todos os outros brinquedos e ferramentas da era digital.” (PRENSKY, 2001, p. 1).

conhecimento científico com características epistemológicas que contrapõe claramente o senso comum¹⁵ das pessoas.

Fundamentalmente caracterizada enquanto proposta epistemológica, a filosofia de Bachelard (2011) afasta a visão de que toda a epistemologia tece um discurso de segunda ordem sobre a atividade científica objetivando normalizá-la. Ele entende que o epistemólogo não deve prescrever o que deve ser feito, mas refletir sobre o conjunto de fatores condicionantes que influenciam os cientistas nos afazeres do seu cotidiano.

Cientistas sabem o quanto é difícil atacar uma base científica solidamente estabelecida. Einstein ao escrever acerca do Princípio da Simultaneidade¹⁶ foi duramente criticado pela comunidade científica do seu tempo, entretanto não se manteve em silêncio. Preferiu correr o risco construindo um novo conhecimento socializando-o, condição necessária para o contexto da produção científica. Assim, de acordo com a filosofia bachelardiana, “[...] uma epistemologia que se proponha a refletir e a contextualizar os processos de construção do saber científico não pode prescindir de uma análise histórica.” (OLIVEIRA, 2001, p. 61).

Em outras palavras, é necessário emitir juízos de valor acerca dos fatos científicos, para separar intencionalmente os saberes que contribuíram dos que não contribuíram para o avanço científico. Surge então um aparente paradoxo - de um lado a negação do velho conhecimento e de outro o novo conhecimento. Bachelard (1985) afirma que é necessário reagrupar, hierarquizar o saber em um contexto de conhecimento ampliado. O não-euclidismo e o não-newtonismo são apenas aparentes do ponto de vista científico. Não são negações como a filosofia bachelardiana supostamente defende, mas formas de olhar a aparente materialidade que está implícita nestes saberes. A mecânica newtoniana e a geometria euclidiana continuam valendo, entretanto não são o espelho da verdade final, embora elas tenham sido consideradas assim em sua época durante anos. Isto é, de verdades absolutas e gerais, essas teorias mudaram de status universal para outro restrito às suas particularidades, ocupando uma posição específica no quadro geral da Geometria e da Física ampliadas.

A Geometria de Euclides e a Mecânica Clássica de Newton constituíam-se nos dois principais pilares do conhecimento científico desde o seu nascimento até o século XIX. A Lei

¹⁵ “O senso comum é prático e pragmático; reproduz-se colado às trajetórias e às experiências de vida de um dado grupo social e nessa correspondência se afirma fiável e securizante.” (SANTOS, 1995, p. 56)

¹⁶ “Segundo esse princípio, oriundo da física galileana, dois eventos que ocorrem simultaneamente em um dado sistema de coordenadas ocorrerão também simultaneamente em outro sistema qualquer que se movimente em relação a ele.” (OLIVEIRA, 2001, p. 60)

de Gravitação Universal valendo-se da representação geométrico-mecânica levava a resultados previsíveis. Mas não explicavam alguns fenômenos, entre eles a anomalia da órbita de Mercúrio, que somente pode ser tratada com a teoria relativística, determinando não somente sua órbita elíptica, como também, sua própria trajetória em torno do Sol, ainda que lentamente num período completo de três milhões de anos.

Assim a colocação do óbvio (determinismo) passou a ter caráter relativístico fazendo com que as respostas imediatas passassem a ser questionadas pela introdução da Relatividade, colocando em xeque o pensamento científico. Bachelard (1985) diz que:

A Relatividade atacará [...] a primitividade da ideia de simultaneidade, como a geometria de Lombatchevsky atacou a primitividade da ideia de paralelismo. Por uma súbita exigência, o físico contemporâneo pedir-nos-á para associar à ideia pura de simultaneidade de dois acontecimentos. É dessa ideia inaudita que nasceu a Relatividade. (BACHELARD, 1985, p. 44).

Partindo da ideia de que um trem de comprimento quase infinito, movendo-se com velocidade próxima à da luz, em que dois observadores, um colocado dentro do trem e, outro situado fora deste em um ponto estacionário, ambos os sujeitos enxergam movimentos diferentes de um mesmo evento em um mesmo intervalo de tempo. O observador que está dentro do trem, situado no vagão central, ao disparar dois raios de luz em sentidos opostos percebe que os dois raios de luz chegam simultaneamente nas extremidades da composição. Por sua vez, o observador que está situado fora do trem verá o raio de luz chegar primeiro na extremidade traseira da composição.

De acordo com a teoria da Mecânica Clássica de Newton se um evento é simultâneo em um dado sistema de coordenadas em movimento, deveria ser também para outro sistema de coordenadas que se deslocasse inercialmente em relação a ele. De forma que os dois observadores deveriam ver, num mesmo intervalo de tempo as mesmas coisas. Entretanto como a velocidade da luz é considerada constante, em qualquer sistema de coordenadas, o observador estacionário verá a luz chegar primeiro na extremidade posterior da composição, porque ela está se aproximando e a extremidade da frente está se afastando de sua posição estacionária. E para o observador que está no interior do trem, a velocidade de aproximação da parte de trás se aproxima com a mesma velocidade com que a parte da frente da composição, permitindo com que veja os eventos acontecerem simultaneamente.

A velocidade da luz levou Einstein a tirar conclusões ainda mais polêmicas ao afirmar que o comprimento de um móvel se anula ao atingir a velocidade da luz e a massa do mesmo

umentar até o infinito. Desta forma a teoria da Relatividade estabelece um domínio de aplicação para a Mecânica de Newton, restrito às velocidades moderadas.

Considerando este panorama da Física ao passar da Mecânica Clássica de Newton para a Mecânica da Relatividade de Einstein, Bachelard (1985) logra êxito com sua filosofia da negação caracterizando o pensamento científico do século XX, ao defender que um novo sistema de referência exige um novo patamar teórico. Segundo ele, há um rompimento com o velho conhecimento, restringindo sua validade geral e absoluta reordenando-o a um limite de aplicação, embora continue válido no contexto geral.

Surge então um novo paradigma para o enfrentamento de problemas pelos cientistas da época e sua definição pode ser vista como “[...] aquilo que os membros de uma comunidade científica partilham e, inversamente, uma comunidade científica consiste em homens que partilham um paradigma.” (KUHN 1998, p. 219). Esta definição dada por Kuhn com sentido circular é válida porque os cientistas enfatizam suas observações em certezas paradigmáticas. De sorte que as observações que não se assentem em um paradigma aceito pela comunidade científica, são considerados erros ou permanecem como problemas a serem enfrentados na posteridade.

Os obstáculos epistemológicos na visão bachelardiana, estão enraizados no inconsciente humano e em sua obra *Formação do Espírito Científico*, o epistemólogo discute amplamente o que entende por obstáculos. E afirma que o realismo presente nas concepções primeiras acerca da cultura geral, remete a certeza alimentada pelas intuições primeiras.

A Teoria do Geocentrismo durante muito tempo foi aceita pela comunidade, pelo simples fato de as pessoas aceitarem a aparente posição estacionária da Terra. Esta é uma experiência que remete a pensar que o que se vê deve coincidir com o que está acontecendo. Outro caso típico, entre inúmeros, da intuição primeira, está relacionado ao tempo de queda de dois corpos de massas diferentes. De modo geral as pessoas apostam que corpos mais *pesados* atingem o solo antes dos corpos mais *leves*, apesar de serem lançados simultaneamente de um mesmo ponto, em relação a um dado sistema de coordenadas. A resposta a questões desse tipo remetem a pensar ao que parece óbvio. Dificilmente as condições do sistema, ou mesmo dadas estas condições mudariam a resposta das pessoas porque, nesse caso, teriam que fazer um esforço de pensamento suficiente para contrariar suas convicções naturais.

A física galileana para superar o obstáculo realista, em uma época em que não havia a tecnologia de precisão como nos tempos contemporâneos, no sentido de desfazer a relação de dependência entre os tempos de queda dos corpos em queda livre no vácuo, certamente enfrentou sérias dificuldades para superar o pensamento científico vigente naquela época. E as dificuldades são ainda maiores quando o pensamento científico sai dos limites do mundo macroscópico e mergulha no infinitamente pequeno – o mundo microscópico.

Thomson (1897) ao anunciar a descoberta do elétron, propôs um modelo para explicar a constituição da matéria, tirando do átomo o estatuto de partícula fundamental, atribuindo a este o formato de minúscula esfera carregada positivamente e em seu interior, os elétrons estariam distribuídos de forma a estabelecer o equilíbrio elétrico. Este modelo proposto por Thompson foi derrubado pelas experiências de Rutherford entre 1907 e 1911 submetendo lâminas de ouro e alumínio muito finas à ação de feixes de partículas alfa, sendo que estas deveriam atravessá-las facilmente, o que não acontecia. Algumas partículas alfa sofriam consideráveis desvios, derrubando a ideia de continuidade da matéria e após inúmeras tentativas desse experimento, não havia alternativa senão apresentar outro modelo atômico capaz de explicar satisfatoriamente o fenômeno.

Assim a suposição cabível no momento seria de que as finas lâminas de ouro utilizadas nas experiências seriam compostas por átomos massivos, extremamente pequenos e com carga positiva, circundados por grandes áreas vazias, onde estariam os elétrons. Dessa forma as partículas alfa que colidissem nos núcleos sofreriam os desvios previstos e os que atravessassem os vazios seguiriam sua trajetória normalmente.

Esta novidade tão importante para o momento científico da época trouxe para os cientistas razões suficientes para superar o realismo da continuidade da matéria. Obviamente tornou-se necessário abandonar a ideia de que os corpos seriam formados da sobreposição contínua de partículas, mas que haveria a necessidade de aceitar a descontinuidade da matéria sendo constituída de distribuição de massas e vazios.

Entretanto para elucidar o novo modelo atômico, surgiu a necessidade de uma analogia para explicar algo tão insólito quanto a ideia de vazios entre os átomos constituintes da matéria. Não havia outra forma senão uma analogia realista ao Sistema Solar, por conservar conceitos amplamente aceitos fundamentados no pensamento realista. De forma que os núcleos corresponderiam ao Sol e as regiões vazias entre os núcleos ocupados pelas órbitas descritas pelos elétrons, aos planetas do Sistema Solar. Por outro lado, o conhecido Modelo

Planetário, servia para explicar o átomo de Hidrogênio, mas falhava ao tentar explicar os espectros emitidos pelos átomos polieletrônicos.

De acordo com Oliveira (2001) o surgimento da Mecânica Quântica construída para examinar os fenômenos do mundo submicroscópico, coloca o pensamento realista em total desconforto, porque nesta dimensão não há como conferir ao átomo as qualidades de concretude inerentes aos objetos que se possam manipular a olhos nus.

Se o realismo se apresenta como obstáculo epistemológico cuja superação exige a constante construção/reconstrução dos meios explicativos utilizados pela razão, a generalidade também se coloca nessa perspectiva. [...] quanto menor é a base racional da ciência e mais rudimentar a técnica experimental utilizada, mais forte é a tendência em se fazer generalizações precipitadas. (OLIVEIRA, 2001, p. 74).

Segundo Bachelard (2011) o senso comum é tanto mais difícil de ser superado, quanto mais a ciência avança, pois as generalizações fáceis e imediatas estão arraigadas no espírito materialista do conhecimento vulgar, que permeia a sociedade desde tempos remotos até a atualidade.

A afirmação de Oliveira (2001) de que alguns filósofos e cientistas defendem que não existe uma diferença de vulto entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, mas que o segundo seria uma versão mais refinada do primeiro, estaria associado ao próprio desenvolvimento da tecnologia que proporcionou a evolução científica nos moldes contemporâneos.

Bachelard (2011) aponta que a passagem do conhecimento comum ao científico se dá por rupturas, muito embora reconheça as dificuldades trazidas por essa ideia e aponta algumas razões para defender sua argumentação. Assim a relação de continuidade entre o conhecimento comum e o científico é historicamente defendida como um processo linear. A lentidão do processo evolutivo da ciência teria uma ligação entre passado, presente e futuro. Partindo das experiências cotidianas, para posteriormente sofrer aprimoramento, se transformaria em conhecimento científico, estaria acessível democraticamente a todas as pessoas, mas reconhecendo suas distinções, pois “[...] o conhecimento científico não é superior ao conhecimento comum em todas as instâncias da vida: ambos resolvem problemas nos campos do existir que lhe são próprios.” (OLIVEIRA, 2001, p. 77).

De acordo com Bachelard (1971), a “[...] profunda descontinuidade epistemológica é que a ‘educação científica’, que julgamos suficiente para a cultura, não visa senão a física e a química mortas, no sentido em que dizemos que o latim é uma língua ‘morta’.” (p.18). Os

conteúdos programáticos adotados pelas instituições oficiais de ensino apresentam conceitos científicos, aparentemente sem relação direta com a rotina vivenciada pelos aprendizes, revelando uma grande distância entre o mundo científico e o do sujeito da aprendizagem.

Quando afirma que “[...] é em termos de obstáculos que se deve pôr o problema do conhecimento científico.” (BACHELARD, 2006 p. 165), não é considerando os obstáculos externos, como a complexidade, o alto grau de abstração necessários para a assimilação do conhecimento científico, mas é na própria movimentação que o espírito humano faz para assimilá-lo, que os obstáculos aparecem. E, entre estes o primeiro é a opinião. Não podemos e nem devemos opinar sobre algo que não conhecemos. “Ela constitui o primeiro obstáculo a ultrapassar.” (Idem, 2006, p. 166).

Na visão bachelardiana, há ainda vários outros obstáculos epistemológicos, como: “conhecimento geral, experiência primeira, obstáculo verbal, conhecimento utilitário e pragmático e obstáculo animista.” (TRÓPIA e CALDEIRA, 2011, p. 370). Não é possível incorporar novos conhecimentos às concepções primeiras já estabelecidas, é necessário mostrar ao aluno razões para evoluir, isto é, proporcionar um confronto entre os saberes empíricos (estáticos e fechados) por conhecimentos abertos ao diálogo.

Nessa linha de pensamento, considero relevante, apresentar outro conceito de obstáculo epistemológico introduzido por Bachelard em sua prática pedagógica, na educação básica que é o de obstáculo pedagógico. Autores como Andrade (2002); Halmenschlager e Gehlen (2009) enfatizam “[...] que a noção de obstáculo pedagógico é recorrente, buscando formas de compreender de forma sistemática o que se ensina e o que se aprende em ciências.” (TRÓPIA e CALDEIRA, 2011, p. 371). Dito de outro modo, os professores não compreendem que seus alunos trazem em sua estrutura cognitiva concepções alternativas que podem impedir de entender o conhecimento científico. Trópia (2011) revisitado por Mello (2005) apresenta uma metáfora muito significativa quando diz que “[...] o aprendizado deve ser iniciado por uma catarse intelectual e afetiva, [...]” (p. 371) porque o aprendiz, ao entrar em contato com a realidade escolar, não vê razão para aprender tal saber.

Na educação, a noção de obstáculo pedagógico é igualmente desprezada. Muitas vezes me tenho impressionado com o facto de os professores de ciências, mais ainda, se possível, do que os outros, não compreenderem que não se compreenda. Muito poucos são aqueles que investigaram a psicologia do erro, da ignorância e da irreflexão. (...) Os professores de ciências imaginam que o espírito começa à semelhança de uma lição, que é sempre possível refazer um estudo indolente repetindo uma aula, que é sempre possível fazer compreender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não refletiram no facto de que o adolescente chega à

aula de Física com conhecimentos empíricos já constituídos: trata-se, então, não de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, eliminar os obstáculos já acumulados pela vida cotidiana. (BACHELARD, 2006, p.168).

Um dos grandes problemas em relação ao obstáculo pedagógico surge porque os professores de ciências se consideram porta-vozes autorizados do conhecimento científico, desprezando ou ignorando a causa pela qual seus alunos não aprendem o conteúdo apresentado em aula. É fundamental que se pense em seduzir os aprendizes, ouvindo suas expectativas e convicções. A leitura que eles fazem do mundo que ocupam, pois nem todos tem interesse por uma cultura científica rigorosa e nem poderia ser assim em função da diversidade de inteligências e aptidões que a complexidade do ser humano apresenta.

De acordo com Oliveira (2001) o obstáculo pedagógico na ótica filosófica bachelardiana faz parte da cultura docente disseminada sobre a negação do fracasso discente, em função da não aceitação das formas autoritárias de conduzir o processo de aprendizagem. Afirma ainda que, tal cultura abre as portas para um saber estéril com o objetivo de preparar os estudantes apenas para as formas de acesso à Universidade. Dessa forma o obstáculo pedagógico é alimentado por recursos explicativos supostamente facilitadores a exemplo das metáforas que acabam por obstruir o pensamento científico.

No entanto, no ensino de ciências, especialmente na Física os recursos gráficos como imagens, animações, simulações entre outros, são objetos de aprendizagem indispensáveis “[...] precisam não só ser apresentadas antes da racionalização matemática, como também tem a função de dar concretude a noções profundamente abstratas.” (OLIVEIRA, 2001, p. 97). Contudo, os professores, precisam tomar cuidado para não substituir os conceitos científicos por metáforas de cunho realista e animista apenas por comodidade, mas adotar uma postura crítica e questionadora, que o Ensino de Ciências deve desenvolver no sentido de que, a construção do conhecimento é sempre um constructo provisório em constante evolução.

Nessa perspectiva o processo educativo, poderia propiciar de algum modo modificar as crenças e os hábitos de quem aprende. Essa é a tônica filosófica epistemológica bachelardiana no sentido de romper com as concepções realistas, imediatistas e não problematizadoras do senso comum. Entretanto essa ruptura epistemológica não contempla as aspirações da coletividade. Nesse sentido a escola deveria contemplar o desenvolvimento no Ensino de Ciências e das outras disciplinas “[...] uma abordagem que possa responder minimamente ao variado leque de expectativas da clientela que nela ingressa.” (OLIVEIRA, 2001, p. 115). Em sala de aula os professores deveriam ser agentes de um processo de ensino que contemplasse

não o saber científico em nova linguagem, nem o saber cotidiano, mas produzir o conhecimento com estatuto próprio, o escolar.

3.3 A Dupla Ruptura Epistemológica em Boaventura De Souza Santos

Santos (1995) defende que o conhecimento científico e o conhecimento do senso comum se fundam, originando um saber mais amplo capaz de interpretar a complexidade do mundo. Segundo o autor a ruptura com o senso comum promovida pela ciência moderna teve sua importância para alavancar o progresso da ciência, entretanto agora apresenta sinais de esgotamento.

“O novo paradigma seria o que o autor denomina de segunda ruptura epistemológica, capaz de permitir a interpenetração entre a racionalidade científica e os elementos simbólicos e míticos presentes no senso comum.” (OLIVEIRA, 2001, p.127)

Santos (1995), em seu livro “Um discurso sobre as Ciências”, afirma que: “[...] o conhecimento do senso comum, o conhecimento vulgar e prático com que no cotidiano orientamos as nossas ações e damos sentido a nossa vida.” (p. 55), é o mais importante para o cidadão comum, muito embora a ciência moderna o considere falso e ilusório do ponto de vista epistemológico.

O senso comum é prático e pragmático; reproduz-se colado às trajetórias e às experiências de vida de um dado grupo social e nessa correspondência se afirma fiável e securizante. O senso comum é transparente e evidente; desconfia da opacidade dos objectivos tecnológicos e do exoterismo do conhecimento em nome do princípio da igualdade do acesso ao discurso, à competência cognitiva e à competência linguística. [...] o senso comum aceita o que existe tal como existe; privilegia a acção que não produza rupturas significativas no real. Por último, o senso comum é retórico e metafórico; não ensina, persuadi. (SANTOS, 1995, p.56).

O autor afirma ainda que o senso comum pode *legitimar prepotências*, mas se for trabalhado pelo conhecimento científico poderá gerar uma nova racionalidade, ou seja, uma nova maneira de pensar. Para que esse panorama aconteça, segundo o autor é necessário inverter a ruptura epistemológica, que representa “[...] o salto qualitativo do conhecimento do senso comum para o conhecimento científico; na ciência pós-moderna o salto mais importante é o que é dado do conhecimento científico para o conhecimento do senso comum.” (Idem, p. 57), ou seja, todo o conhecimento científico ao popularizar-se se converte em senso comum. Surge assim, a dupla ruptura epistemológica defendida pelo autor no sentido de destruir a hegemonia da ciência moderna, tomando o cuidado de não dispersar as expectativas que ela gera.

A dupla ruptura epistemológica seria uma desconstrução não ingênua, mas na intenção de orientar e garantir a emancipação, a criatividade da existência individual e social, estando sujeita a algumas considerações de orientação, sendo a primeira delas o diálogo entre os discursos vulgares e os discursos eruditos, de modo que eles se falem e nessa medida se aproximem. A segunda orientação seria a progressiva superação da dicotomia *contemplação/ação*, pois o pensamento ocidental, fundamentado na filosofia grega, conserva e manifesta tais contradições. Ainda segundo o autor “[...] desde Bacon e Descartes, que a ciência moderna pretende conhecer o mundo não para contemplar, mas para dominar e transformar e neste sentido a sua racionalidade é instrumentalista.” (SANTOS, 1995, p. 47).

Na terceira e última orientação o autor afirma que é necessário encontrar um equilíbrio entre *adaptação* e *criatividade*. A sociedade de consumo tem um preço *invisível*, é sedutora, criando dependências de toda ordem para o indivíduo e dificultando sua identidade pessoal. Para encontrar o equilíbrio entre *adaptação* e *criatividade* o indivíduo obrigatoriamente terá que refletir sobre os custos e os benefícios da sociedade de consumo.

A superação e não a ruptura se dá na medida em que a curiosidade ingênua, sem deixar de ser curiosidade, pelo contrário, continuando a ser curiosidade, se criticiza. Ao criticizar-se, tornando-se então, permito-me repetir, curiosidade epistemológica, metodicamente "rigorizando-se" na sua aproximação ao objeto, conota-se seus achados de maior exatidão.

PAULO FREIRE, 1996

CAPÍTULO IV

4.1 Aporte Teórico

Neste Capítulo será descrita de forma sucinta a base teórica que norteia esta pesquisa nos moldes da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, bem como dos Mapas Conceituais de Joseph D. Novak.

Pode-se afirmar que David Ausubel é um construtivista-cognitivista, pois sua teoria remete a pensarmos que o conhecimento é construído pelo sujeito da aprendizagem, assim como a construção do conhecimento segundo esta teoria leva em conta o meio físico e social em que o sujeito está inserido e as consequências advindas dessa inserção para a organização interna das estruturas cognitivas¹⁷ do aprendiz.

4.1.1 Teoria da Aprendizagem Significativa

O conceito básico que norteia a teoria de Ausubel (1980) é a Aprendizagem Significativa. A aprendizagem receptiva significativa se refere à aquisição de novos conceitos. Ela exige que o aluno esteja disposto a aprender e o professor apresente material potencialmente significativo. Assim segundo o autor pressupõe-se que:

Que o material de aprendizagem por si só pode ser relacionado a qualquer estrutura cognitiva apropriada, de forma não arbitrária e substantiva, e que as novas informações podem ser relacionadas às ideias básicas relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno. (AUSUBEL; NOVACK; HANESIAN, 1980, p.32).

Ausubel; Novack; Hanesian (1980) defendem que a aprendizagem significativa não implica na aprendizagem de material significativo mas, o material de aprendizagem terá de ser potencialmente significativo, assim como deve haver disposição por parte do aluno de aprender significativamente. Caso contrário a aprendizagem poderá ser de simples memorização com base no método de decorar.

Podemos distinguir três tipos de aprendizagem receptiva significativa.

A primeira denominada de representacional está muito próxima da aprendizagem automática, ocorre quando fica estabelecida a equivalência representacional de forma não arbitrária e está “[...] presente na estrutura cognitiva de quase todas as pessoas, em torno do

¹⁷ A estrutura cognitiva pode ser vista como “...conceitos, ideias, proposições já existentes em sua estrutura de conhecimentos (ou de significados) com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação.” (MOREIRA, 2010, p. 18)

primeiro ano de vida - tudo tem um nome e o nome significa aquilo que o seu referente significa para uma determinada pessoa.” (AUSUBEL; NOVACK; HANESIAN, 1980, p. 33).

A segunda, a aprendizagem proposicional pode ser subordinativa, superordenada ou combinatória. A subordinativa ocorre quando uma proposição logicamente significativa de determinada disciplina tem relação significativa com a estrutura cognitiva do aprendiz. Pode ser considerada derivativa se o material de aprendizagem reforça o que já existe na estrutura cognitiva e, correlativa se for uma extensão de proposições anteriormente adquiridas.

A aprendizagem proposicional é superordenada quando há relação de uma nova proposição com determinadas ideias subordinadas na estrutura cognitiva existente. E por fim a aprendizagem proposicional combinatória acontece quando uma “[...] proposição potencialmente significativa não pode ser relacionada às ideias superordenadas nem às subordinativas, mas é relacionável a um conjunto de conteúdos relevantes a esta estrutura.” (Idem, p. 33).

A terceira é conhecida como aprendizagem receptiva significativa, considerada muito “[...] importante para a educação porque é o mecanismo humano por excelência de aquisição e armazenamento de uma vasta quantidade de ideias e informações representadas por algum campo de conhecimento.” (Ibidem, 1980, p. 33). A aprendizagem é dita significativa no processo educativo quando uma nova informação agrega significado para o aprendiz renovando o que o indivíduo traz em sua bagagem cognoscente.

Ausubel; Novack; Hanesian (1980) defendem que o processo de ensino/aprendizagem se desenvolve a partir da identificação de conhecimentos prévios que os estudantes trazem em sua estrutura cognitiva. De acordo com os autores, a aprendizagem significativa ocorre quando um novo conceito é incorporado ao que já existe na estrutura cognitiva do indivíduo, passando a ter um novo significado para ele. Esse processo ocorre quando o aprendiz consegue expressar com sua própria linguagem o novo aprendizado. Nesse caso consideramos que a nova informação ancorou-se em conceitos ou proposições relevantes, que os autores denominam de Subsunoçores.¹⁸

Por outro lado quando o aluno não consegue ligar uma nova informação a algo que ele tenha conhecimento e, este novo conteúdo é incorporado pela estrutura cognitiva do aprendiz

¹⁸ Subsunoçores são os “[...] aspectos relevantes da estrutura cognitiva que servem de ancoradouro para a nova informação.” (MOREIRA, 2010 p.18)

sem que haja interação com conceitos relevantes, ou seja, a informação é simplesmente memorizada, ocorre segundo essa teoria a Aprendizagem Mecânica. Nesse caso o estudante só consegue expressar a nova ideia repetindo-a literalmente sem que tenha havido nenhuma interação significativa para ele. É o caso da memorização de fórmulas, leis e algoritmos sem significado apresentados nas aulas tradicionais de Física.

De acordo com Ausubel; Novack; Hanesian (1980), a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa não são excludentes, mas podem complementar-se, pois nos casos em que a aprendizagem acontece com conteúdos completamente novos, sem que haja nenhuma relação com o que o estudante já conheça anteriormente, a aprendizagem mecânica deve ser considerada, pois mais tarde o estudante fará relações que antes ele não havia percebido. Temos ainda as teorias da Aprendizagem por Descoberta e a Aprendizagem por Recepção. Estas duas teorias fazem referência à forma como o aprendiz recebe os conteúdos que irá aprender. Na aprendizagem por recepção o conteúdo é apresentado aos estudantes de forma acabada, ao passo que a aprendizagem por descoberta, como o próprio nome sugere, o estudante descobre o que deve aprender.

Para esses autores a Aprendizagem Significativa diferencia-se em três categorias: a Aprendizagem Representacional, a Aprendizagem de Conceitos e a Aprendizagem Proposicional. A seguir descrevo algumas ideias sobre cada uma dessas modalidades de aprendizagem.

A Aprendizagem Representacional é o tipo de aprendizagem humana relacionada à atribuição de significados a determinados símbolos individuais e aos eventos aos quais eles se referem. Tais símbolos são convenções que permitem ao aprendiz conhecer e organizar o mundo exterior e interior.

A Aprendizagem de conceitos é por extensão representacional, porém em níveis mais abrangentes e abstratos. Tais conceitos são representados por “[...] objetos, eventos, situações ou propriedades que possuem atributos essenciais comuns que são designados por algum signo ou símbolo” (AUSUBEL; NOVACK; HANESIAN, 1980, p 47). Os conceitos são adquiridos pelos indivíduos de duas formas: A formação de conceitos adquiridos pelas crianças em idade pré-escolar a partir de experiências diretas baseadas em situações de descoberta. E a outra esta relacionada com a assimilação de conceitos e ocorre na faixa etária de quando os estudantes estão recebendo instrução formal nas escolas.

Assim para a formação de conceitos ocorrer, de acordo com os autores, os atributos essenciais necessários são a experiência direta e os estágios sucessivos de formulação de hipóteses, teste ou generalização. De forma que em estágios mais avançados do desenvolvimento cognitivo os conceitos tendem a:

- 1) Atingir níveis mais complexos de abstrações;
- 2) exibir maior precisão como também tornam-se mais diferenciados;
- 3) Ser adquiridos mais por meio da assimilação de conceito do que pela formação de conceito (exceto no caso de pessoas criativas, a formação de conceito é um fenômeno relativamente raro após o estágio das operações lógico-abstratas);
- 4) Ser acompanhados pela conscientização da conceitualização das operações envolvidas. (AUSUBEL; NOVACK; HANESIAN, 1980, p. 73).

4.1.2 A Natureza dos Conceitos

Apesar dos objetos físicos reais que nos cercam, dos eventos que vivenciamos e das situações que enfrentamos no cotidiano, vivemos em um mundo de conceitos. A realidade psicológica que vivenciamos está apenas relacionada indiretamente às propriedades físicas do mundo. No entendimento dos autores “A realidade, falando de modo figurativo, é percebida através de um filtro conceitual ou categórico.” (AUSUBEL; NOVACK; HANESIAN, 1980, p. 73). O conteúdo de uma mensagem falada ou escrita, ainda que bem elaborada, é uma versão potencialmente simplificada da realidade à qual se refere do mundo físico. A experiência consciente real é muito mais abrangente em detalhes do que a mensagem comunicada pelo indivíduo, de forma que ao tentar elucidar um fato ou conceitualizar um objeto ou evento dificilmente conseguirá elaborar uma representação sensorial completa e fiel da realidade.

É devido à influência dos conceitos existentes na estrutura cognitiva, que os seres humanos percebem o mundo à sua volta de forma simplificada em vez de uma representação fidedigna do mesmo. Entretanto a formação dos conceitos é fator determinante tanto culturalmente quanto experientialmente para a aquisição destes, tornando possível a criação de uma linguagem com significados específicos de uma cultura, com intuito de facilitar a comunicação. Assim os autores defendem que:

- 1) O estabelecimento na estrutura cognitiva de constructos genéricos e abrangentes (e de suas combinações proposicionais) em relação aos quais novos significados correlativos podem ser adquiridos e retidos mais eficientemente como parte de uma estrutura organizada de conhecimento e
- 2) A manipulação, a inter-relação e a reorganização de ideias envolvidas na formulação e teste de hipóteses e, portanto, na solução criativa de problema. (AUSUBEL; NOVACK; HANESIAN, 1980, p. 74)

Sendo, portanto, através do estabelecimento de relações de equivalência que as informações vão aos poucos formando os conceitos, os quais padronizam e simplificam a realidade e, por consequência facilitam a aprendizagem receptiva. “Os conceitos libertam o pensamento, a aprendizagem e a comunicação do domínio do mundo físico.” (Idem, 1980, p. 75). Eles tornam possível a compreensão do abstrato quando da inexistência de experiência empírico-concreta, podendo ser usadas para categorizar um conteúdo novo como também para assimilar novos conceitos. E de acordo com essa linha de pensamento desses autores, o agrupamento de conceitos combinados de forma potencialmente significativos resultam na formação e compreensão das proposições e estas por sua vez, são consideradas descrições da realidade, mas em constante mudança à medida que o processo vai evoluindo.

4.1.3 As formas de aquisição e utilização de conceitos

A aquisição de conceitos se dá principalmente em crianças em idade pré-escolar a partir de experiências empírico-concretas. “É um tipo de aprendizagem por descoberta envolvendo, pelo menos na forma primitiva, processos psicológicos subjacentes como a análise discriminativa, abstração, diferenciação, formulação e teste de hipóteses e generalização.” (AUSUBEL; NOVACK; HANESIAN, 1980, p. 77). Mas pode ocorrer também em situações do cotidiano e no laboratório em indivíduos mais velhos em nível mais sofisticado em relação aos processos psicológicos inerentes ao caso.

Entretanto em linhas gerais, quando os aprendizes alcançam idade mais avançada até a idade adulta, a aquisição de conceitos se dá pelo processo de assimilação. A aprendizagem de novos significados acontece pelo contato com os atributos essenciais dos conceitos e relacionam estes a ideias relevantes existentes em suas estruturas cognitivas. Pelo fato dos conceitos escolares serem geralmente apresentados aos aprendizes em idade escolar, o processo implícito de aprendizagem é o de aprendizagem receptiva significativa, o que não significa que este processo seja considerado passivo. Pois o indivíduo passa igualmente pelos processos de abstração, diferenciação, formulação e teste de hipóteses e generalização antes de estabelecer um novo significado no processo de assimilação do novo conceito.

A aprendizagem significativa por descoberta representa outro tipo de emprego cognitivo da bagagem de conceitos que o aluno já tem em sua estrutura cognitiva e acontece quando na solução de um problema, o aluno é capaz de formular como sendo um caso especial de um conceito mais geral. E o tipo mais complexo de solução de problemas exige que os “[...] conceitos e proposições existentes podem ser desdobrados, elaborados, qualificados ou

reorganizados de modo a satisfazer as exigências particulares das relações entre meios e fins que o aluno é obrigado a descobrir.” (AUSUBEL; NOVACK; HANESIAN, 1980, p. 79). Embora haja diferença entre aquisição e uso de conceitos, estes tem a função principal de facilitar a formação de novos conceitos mais por assimilação do que por formação conceitual. Além disso os conceitos são utilizados “[...] principalmente para categorização perceptual da experiência, na solução de problemas e na percepção dos significados de conceitos e proposições previamente estabelecidos.” (Idem,1980, p. 79).

4.1.4 Teoria da Assimilação

A Teoria da Assimilação é introduzida por Ausubel; Novack; Hanesian (1980) para explicitar o processo de aquisição e organização dos significados na estrutura cognitiva do indivíduo. Ela ocorre quando um novo conceito ou proposição, potencialmente significativo, é assimilado por um conceito ou ideia mais abrangente previamente existente na estrutura cognitiva do estudante. Nesse processo tanto a nova informação quanto o subsunçor acabam modificados pela interação. Os autores admitem admite três estágios do processo de assimilação. Tal que no primeiro, a nova informação permanece dissociável de seu subsunçor temporariamente sendo reproduzíveis como ideias independentes. Em seguida as novas informações tornam-se espontâneas e menos dissociáveis de seus subsunçores (assimilação obliteradora) e, no terceiro estágio as novas informações transformam-se em um novo conceito (subsunçor). Esse processo interativo entre as novas informações e os subsunçores é o ponto fundamental da teoria de assimilação de aprendizagem de Ausubel; Novack; Hanesian (1980).

4.1.5 Formas de Aprendizagem Significativa

Para Ausubel; Novack; Hanesian (1980) dependendo da natureza do conhecimento a ser aprendido e da estrutura cognitiva do estudante, a assimilação pode se dar por subordinação, superordenação ou combinatória. No processo de subordinação a assimilação acontece quando uma nova informação fica hierarquicamente subordinada ao conceito preexistente. A nova informação ao ser assimilada pelo subsunçor passa a alterá-lo, podendo acontecer de duas formas: - Derivativa e Correlativa. Sendo que na primeira não acontece qualquer alteração para a ideia para a qual está relacionado e a Correlativa quando acontece um incremento no sentido ou significado de um conceito conhecido.

Havendo a aprendizagem de novos conceitos podemos inferi-los à aprendizagem correlativa, ou seja, havendo a interação entre o novo conhecimento e o já existente, ambos se modificam. Desta forma, a estrutura cognitiva, está constantemente se reestruturando em função da interação entre as novas informações e as já existentes gerando um processo dinâmico em que os conhecimentos deste processo vão adquirindo novos significados. A medida que este processo vai sendo repetido acontece o aperfeiçoamento dos significados conceituais na estrutura cognitiva do aprendiz, ficando mais elaborados, mais diferenciados e levando à Diferenciação Progressiva¹⁹ do conceito subsunçor.

O processo de Superordenação acontece quando uma nova informação é mais abrangente do que os conceitos existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. E o processo de aprendizagem combinatória acontece quando a nova informação não é relacionável a subsunçores particulares, indo se associar independentemente aos conceitos originais.

Nas aprendizagens superordenada e combinatória as novas aprendizagens poderão ser reconhecidas de forma que haja relação com os elementos existentes na estrutura cognitiva, sendo essa relação definida como reconciliação integrativa²⁰.

A reconciliação integrativa e a diferenciação progressiva são processos relacionados que acontecem quando da aprendizagem significativa. A aprendizagem “[...] que resultar em reconciliação integrativa, resultará também em diferenciação progressiva adicional de conceitos e proposições.” (MOREIRA, 2010, p. 19).

4.1.6 Organizadores Prévios

Segundo a teoria de Ausubel; Novack; Hanesian (1980) os subsunçores podem ser adquiridos pelo aprendiz utilizando a aprendizagem mecânica para a memorização do conhecimento e, partindo disso estruturar gradualmente o conhecimento sobre algum tópico considerado que permita a ancoragem de novas informações. O organizador prévio constitui então um instrumento a ser apresentado ao aprendiz antes de um novo assunto a ser aprendido, o que poderá servir de *ponte cognitiva* entre o que o estudante sabe e o que ele irá aprender significativamente. O organizador prévio serve então para a manipulação da

¹⁹ Imagine-se o conceito de “conservação”; sua aquisição diferenciada em ciências é progressiva: à medida que o aprendiz vai aprendendo significativamente o que é conservação da energia, conservação da carga elétrica, conservação da quantidade de movimento, o subsunçor “conservação” vai se tornando cada vez mais elaborado, mais diferenciado, mais capaz de servir de âncora para a atribuição de significados a novos conhecimentos. (MOREIRA, 2010, p. 19)

²⁰ [...] é o estabelecimento de relações entre idéias, conceitos, proposições já estáveis na estrutura cognitiva, ou seja, relações entre subsunçores. (MOREIRA, 2010, p. 19)

estrutura cognitiva do aprendiz com a finalidade de resgatar significados esquecidos, ou que não estejam sendo utilizados, apesar de existirem.

4.1.7 Condições para a Aprendizagem Significativa

Para que aconteça aprendizagem significativa Ausubel; Novack; Hanesian (1980) escrevem que são necessárias duas condições não excludentes, onde uma se refere ao estudante que necessariamente tem de mostrar predisposição para o estudo e a outra diz respeito ao material a ser aprendido que necessariamente tem de ser potencialmente significativo para o estudante, ou seja, tem de ser incorporável à estrutura cognitiva do aluno, através de subsunçores adequados, de maneira não arbitrária e substantiva.

4.2 Objetos De Aprendizagem

Os Objetos de Aprendizagem são recursos educacionais que podem fornecer a capacidade de simular e animar fenômenos, podendo ser encarados como recursos importantes no processo de ensino e aprendizagem de Ciências e especialmente de Física. São localizados na Internet por meio de repositórios e, uma de suas características mais importantes do ponto de vista econômico para a utilização de materiais educacionais é o custo zero, pois muitos são disponibilizados gratuitamente na rede. É comum associarmos o nome objetos de aprendizagem ao uso do computador e da internet, mas estes segundo Behar (2009) podem ser quaisquer materiais ou recursos que auxiliem no processo de ensino e aprendizagem, tais como textos, vídeos, filmes, imagens, dentre outros. Audino e Nascimento (2010) após analisarem vários conceitos defendidos por autores como Miranda (2004), Hesemeier (2002), Martins (2004) dentre outros, acerca dos objetos de aprendizagem elaboram e sugerem outro conceito com vistas a colaborar com a educação e, vem contribuir com esta pesquisa, diz o seguinte:

[...] definimos objetos de aprendizagem como sendo recursos digitais dinâmicos, interativos e reutilizáveis em diferentes ambientes de aprendizagem elaborados a partir de uma base tecnológica. Desenvolvidos com fins educacionais, eles cobrem diversas modalidades de ensino: presencial, híbrida ou a distância; diversos campos de atuação: educação formal, corporativa ou informal; e, devem reunir várias características, como durabilidade, facilidade para atualização, flexibilidade, modularidade, portabilidade, entre outras. Estes ainda apresentam-se como unidades autoconsistentes de pequena extensão e fácil manipulação, passíveis de combinação com outros objetos educacionais ou qualquer outra mídia digital (vídeos, imagens, áudios, textos, gráficos, tabelas, tutoriais, aplicações, mapas, jogos educacionais, animações, infográficos, páginas web). Por meio da hiperligação. Além disso, um objeto de aprendizagem pode ter usos variados, seu conteúdo pode ser alterado ou reagregado, e ainda ter sua interface e seu layout modificado para ser adaptado a outros módulos ou cursos. No âmbito técnico, eles são estruturas autocontidas em sua grande maioria, mas também contidas, que, armazenados em repositórios, estão

marcadas por identificadores denominados metadados. (AUDINO e NASCIMENTO, 2010, p. 141).

De acordo com esses autores os objetos de aprendizagem são recursos que podem proporcionar, frente a combinação de diferentes mídias digitais, situações de aprendizagem na qual o professor assume a posição de mediador e o aluno a posição de sujeito ativo dentro do processo de ensino e aprendizagem. Acreditam ainda, que os objetos de aprendizagem devem ser vistos pelos atores envolvidos no processo educacional como recursos potencializadores de ensino e aprendizagem. Além disso, os objetos de aprendizagem devem preferencialmente transcender os limites de recursos já existentes (tradicionalmente usados) e ainda, o educador deverá ter uma postura ativa e singular na construção do conhecimento implícito do objeto de aprendizagem. Junte-se a isso a evolução das tecnologias que surgem a todo momento, torna-se necessário a atualização e a capacitação contínua dos professores sob pena de ficarem à margem e deslocados frente ao crescente desenvolvimento tecnológico.

Devemos também levar em consideração as vantagens e desvantagens do uso de objetos de aprendizagem como ferramentas para o ensino. Na Física temos situações em que os objetos de aprendizagem na forma de simulações, auxiliam muito para a compreensão de conceitos altamente abstratos, tornando-os mais concretos. Desta forma encontramos na literatura atual inúmeros defensores do uso de simulações computacionais no ensino de ciências e dentre os benefícios citados, Medeiros e Medeiros (2002) apresentam os seguintes benefícios:

Fornecer um feedback para aperfeiçoar a compreensão dos conceitos; permitir aos estudantes coletarem uma grande quantidade de dados rapidamente; permitir aos estudantes gerarem e testarem hipóteses; engajar os estudantes em tarefas com alto nível de interatividade; envolver os estudantes em atividades que explicitem a natureza da pesquisa científica; apresentar uma versão simplificada da realidade pela destilação de conceitos abstratos em seus mais importantes elementos; tornar conceitos abstratos mais concretos; reduzir a ambiguidade e ajudar a identificar relacionamentos de causas e efeitos em sistemas complexos; servir como uma preparação inicial para ajudar na compreensão do papel de um laboratório; desenvolver habilidades de resolução de problemas; promover habilidades do raciocínio crítico; fomentar uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos; auxiliar os estudantes a aprenderem sobre o mundo natural, vendo e interagindo com os modelos científicos subjacentes que não poderiam ser inferidos através da observação direta; acentuar a formação dos conceitos e promover a mudança conceitual. (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002, p. 80).

Frente a este amplo espectro de possibilidades educacionais citadas pelos autores, das simulações no ensino de Ciências especialmente no ensino de Física, torna-se necessário verificar também quais limitações estas podem desencadear, pois certamente será necessário, apesar da argumentação favorável, levar em consideração qual base de sustentação

epistemológica pedagógica proporcionaria tais resultados no processo de ensino. Obviamente esta é uma preocupação fundamental para evitar problemas que poderão comprometer o resultado desejado pelo professor e pelos estudantes.

Assim sendo, a modelagem computacional traz em sua estrutura simplificações e aproximações dos fenômenos reais e isto deve ficar bem claro para o estudante. A investigação feita através de experimentos de qualquer fenômeno real e a da simulação são potencialmente diferentes. Tal diferença deve ser identificada para que não aconteça uma concepção equivocada do fenômeno. A simples utilização de simuladores não garante a aprendizagem, pois aparentemente parece limitar a percepção de erros experimentais que provavelmente ocorreriam em um laboratório real. Os simuladores são em geral predeterminados e não oferecem a possibilidade de verificação de tais erros, enfim, ficam limitados aos escores programados que demandam soluções falsas e nestes casos o professor deve ficar atento para estas situações.

Outras desvantagens que devem ser consideradas são a velocidade de conexão da rede de computadores, *hardware* com problemas de armazenamento de dados. Entretanto estes problemas podem ser resolvidos com a utilização de mídias digitais como o *CD* e o *pendrive* para gravar os programas das simulações para trabalhar em sala da aula.

4.3 Mapas Conceituais

Os mapas conceituais consistem em diagramas representando, de forma hierárquica, conceitos relativos a determinado conhecimento. Os conceitos aparecem em caixas e as relações entre eles são feitas a partir de linhas retas, ou setas, contendo sobre elas uma palavra-chave, ou frase de ligação. Dois conceitos ligados por uma palavra-chave formam uma proposição, que por sua vez representa a unidade fundamental que compõe a estrutura cognitiva.

Segundo Moreira (2010) os Mapas Conceituais podem ser usados para análise do currículo e o ensino sob o enfoque da aprendizagem significativa e implicam em:

- i. Identificar a estrutura de significados aceita no contexto da matéria de ensino;
- ii. Identificar os subsunçores (significados) necessários para a aprendizagem significativa da matéria de ensino;
- iii. Identificar os significados preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz;
- iv. Organizar sequencialmente o conteúdo e selecionar materiais curriculares, usando as idéias de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa como princípios pragmáticos;

v. Ensinar usando organizadores prévios, para fazer pontes entre os significados que o aluno já tem e os que ele precisaria ter para aprender significativamente a matéria de ensino, bem como para o estabelecimento de relações explícitas entre o novo conhecimento e aquele já existente e adequado para dar significados aos novos materiais de aprendizagem. (MOREIRA, 2010, p. 22).

Mapas conceituais são diagramas que indicam as relações existentes entre os conceitos, ou palavras que representem conceitos. De acordo com Moreira (2010) “O importante é que o mapa seja um instrumento capaz de evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos no contexto de um corpo de conhecimentos, de uma disciplina, de uma matéria de ensino.” (p.15). Como exemplo se um aluno faz um mapa conceitual unindo dois conceitos por uma linha, ele deverá ser capaz de explicar a relação pertinente que ele percebe nessa construção. Assim dois conceitos e uma palavra-chave formam uma proposição evidenciando o significado da relação conceitual implícita. Daí a necessidade do uso de palavras-chave sobre as linhas ligando conceitos. Além disso, os mapas conceituais devem ser explicados por quem os elaborou, pois eles não são autoexplicativos. “Reside aí o maior valor de um mapa conceitual.” (MOREIRA, 2010, p. 15).

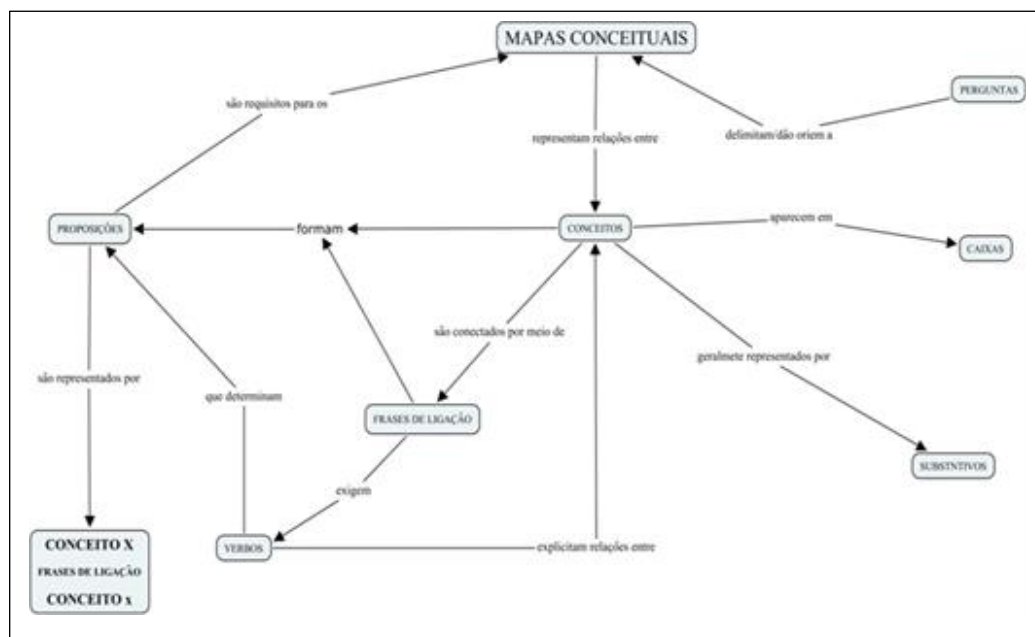


Figura 1. Mapa conceitual sobre a Teoria dos Mapas Conceituais. Fonte Autor

4.3.1 Como Podem Ser Usados os Mapas Conceituais

Segundo Moreira (2010) “O mapeamento conceitual é uma técnica muito flexível e em razão disso pode ser usado em diversas situações para diferentes finalidades [...]” p. 16. Pode-se utilizar a técnica do mapa conceitual para estudar uma unidade de estudo de um programa

de ensino, até mesmo o programa completo. A diferença segundo o autor está no grau de generalidade e inclusividade dos conceitos incluídos no mapa em questão.

Um mapa envolvendo apenas conceitos gerais, inclusivos e organizacionais pode ser usado como referencial para o planejamento de um curso inteiro, enquanto que um mapa incluindo somente conceitos específicos, pouco inclusivos, pode auxiliar na seleção de determinados materiais instrucionais. (MOREIRA, 2010, P. 16).

O que significa dizer mapas conceituais são mecanismos importantes para orientar a atenção do planejador de currículo para a diferença entre o conteúdo curricular e o instrumental, qual seja aquilo que se espera que seja aprendido e o que serve de meio para a aprendizagem. Também servem para analisar conteúdos curriculares contidos nas fontes de conhecimento (artigos científicos, livros, arquivos em pdf, etc.), com o objetivo de adequá-los para a instrução.

Ainda segundo Moreira (2010) os “[...] mapas conceituais podem ser usados para mostrar relações significativas entre conceitos ensinados em uma única aula, em uma unidade de estudo ou em um curso inteiro.” (p. 16). Assim os mapas conceituais são materiais didáticos que podem facilitar a aprendizagem, embora não sejam auto-instrutivos, quer dizer, devem ser explicados pelo professor e, também os alunos devem estar familiarizados com estes materiais de forma que quando eles estiverem utilizando desse recurso, enquanto técnicas de análise de textos, experimentos de laboratório, ou ainda de outra forma possam apropriar-se deles como um recurso de aprendizagem. De outro modo o uso dos mapas conceituais enquanto instrumento de avaliação, podem servir para obter uma ideia da organização conceitual que o estudante dá a um determinado conhecimento.

4.3.2 Relações entre Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa

Moreira (2010) relaciona alguns itens a serem adotados quando o processo de ensino tem como lastro a teoria ausubeliana, descritos no item 3.3 (Mapas Conceituais). Assim os mapas conceituais são ferramentas importantes para serem utilizadas enquanto recursos, nas etapas relacionadas, bem como obter evidências da aprendizagem significativa na avaliação da aprendizagem. Como a aprendizagem remete a atribuição de significados idiossincráticos, teremos de considerar que não existem mapas conceituais “corretos”, mas cada construção de um mapeamento conceitual deve atribuir aos conceitos envolvidos nestes, as relações significativas existentes entre elas. Dito de outra forma, um professor não poderá exigir que seu aluno construa uma mapa “correto” de algum material de ensino, mas verificar se há alguma evidência de que o aluno está aprendendo significativamente o conteúdo.

Do contrário o processo de ensino que se utiliza de mapas conceituais poderá desencadear em aprendizagem mecânica, pois devemos levar em consideração o dinamismo que os mapas apresentam enquanto ocorre o aprendizado. “Se a aprendizagem é significativa, a estrutura cognitiva está constantemente se reorganizando por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa [...]” (MOREIRA, 2010, p. 24), pois mapas conceituais traçados em tempos diferentes serão diferentes. Por isso a análise destes materiais deve ser qualitativa, isenta de escores numéricos, pois o objetivo principal é o de perceber se o estudante aprendeu significativamente e se é capaz de explicar o material aprendido baseado no seu mapa conceitual.

Cabe salientar ainda que mapas conceituais apesar de serem grandes facilitadores no processo de aprendizagem significativa, não são usados com frequência nas técnicas voltadas para o ensino, porque a maioria dos professores acredita que tais ferramentas dão margem a múltiplas interpretações, donde preferem a “segurança” de ensinar os conteúdos da forma habitual pelo processo de memorização e reprodução para as avaliações convencionais vigentes nas escolas.

Nesse sentido os “[...] mapas conceituais são instrumentos que podem levar a profundas modificações na maneira de ensinar, de avaliar e de aprender.” (MOREIRA, 2010, p. 26), pois além de promoverem a aprendizagem significativa entram em choque com as técnicas de ensino que valorizam a aprendizagem mecânica. Sendo assim, para aproveitar toda a sua potencialidade torna-se necessário utilizá-los na perspectiva construtivista-interacionista, que é a tônica desta pesquisa.

4.3.3 Como Construir um Mapa Conceitual²¹

Segundo a orientação de Moreira (2010) um mapa conceitual poderá ser construído seguindo algumas orientações por ele sugeridas que deverão ser observadas, mesmo que haja liberdade de outras formas de construção destes recursos didáticos. Em um primeiro momento deve-se identificar os conceitos chave do conteúdo a ser explorado, relacionando-os em uma lista que pode variar entre seis a dez, o número destes. A seguir deve-se organizá-los do mais inclusivo ao mais específico, completando o diagrama de acordo com o princípio da diferenciação progressiva. Escrever os conceitos dentro de caixas retangulares. Conectar os conceitos com linhas, rotulando-as com palavras-chave de forma a sugerir uma proposição

²¹ Existem vários aplicativos para a construção de mapas conceituais. Segundo Moreira (2010) o mais potente é o Cmap disponível em: (<http://cmap.ihmc.us>). Mas também é possível construí-los com papel e lápis.

O educador democrático não pode negar-se o dever de, na sua prática docente, reforçar a capacidade crítica do educando, sua curiosidade, sua submissão. Uma de suas tarefas primordiais é trabalhar com os educandos a rigorosidade metódica com que devem se "aproximar" dos objetos cognoscíveis. E esta rigorosidade metódica não tem nada que ver com o discurso "bancário" meramente transferido do perfil do objeto ou do conteúdo. É exatamente neste sentido que ensinar não se esgota no "tratamento" do objeto ou do conteúdo, superficialmente feito, mas se alonga à produção das condições em que aprender criticamente é possível. E essas condições implicam ou exigem a presença de educadores e de educandos criadores, instigadores, inquietos, rigorosamente curiosos, humildes e persistentes. Faz parte das condições em que aprender criticamente é possível e pressuposição por parte dos educandos de que o educador já teve ou continua tendo experiência da produção de certos saberes e que estes não podem a eles, os educandos, ser simplesmente transferidos. Pelo contrário, nas condições de verdadeira aprendizagem os educandos vão se transformando em reais sujeitos da construção e da reconstrução do saber ensinando, ao lado do educador, igualmente sujeito do processo. Só assim podemos falar realmente de saber ensinando, em que o objeto ensinado é apreendido na sua razão de ser e, portanto, aprendido pelos educandos.

CAPÍTULO V

5.1 O Caminho Metodológico

Neste capítulo caracterizo a abordagem metodológica do trabalho como uma pesquisa qualitativa, na perspectiva de Ludke e Menga (1986), onde os sujeitos são vinte e dois (22) estudantes de uma turma do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Pelotas. De acordo com as autoras, essa modalidade ajuda a explicar a ação pedagógica que será desenvolvida, assim como conhecer e compreender melhor alguns problemas da escola, fazendo emergir elementos preciosos para melhor compreender o papel dessa e as relações que se processam neste ambiente.

Este grupo de alunos identificados pelos pseudônimos²² escolhidos por eles, dentre uma lista de nomes de homens e de mulheres ligados a História da Filosofia e a Prêmios Nobel de Física, caracteriza um estudo de caso. De acordo com Gil (2010) esta modalidade de pesquisa se constitui em um estudo profundo, exaustivo de um ou poucos objetos, sendo considerado pelo autor um dos processos mais adequados para o delineamento de fenômenos contemporâneos dentro de um contexto real. E entre os propósitos a que se propõe o estudo de caso, o autor sugere então “[...] explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos.” (GIL, 2010, p. 38) como é o caso do uso das tecnologias digitais nos processos de Ensino e Aprendizagem e “[...] descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação.” (Idem, p. 38) cuja ideia corrobora para consecução desta pesquisa.

5.2 A problemática da pesquisa

O cotidiano nas escolas tem apontado para algumas peculiaridades no sentido de apropriação das novas tecnologias pelos professores de Ciências e os desafios inerentes a sua aplicação. Dessa perspectiva, busco **uma compreensão sobre as possibilidades da utilização dos objetos de aprendizagem para a construção/reconstrução de conceitos da disciplina de Física**, com as contribuições dos objetos virtuais de aprendizagem no ensino da disciplina de Física do Ensino Médio.

Neste sentido, ponderei sobre algumas questões instigantes e motivadoras para a construção da proposta:

²² Pseudônimos: Uma breve descrição destes é encontrada no Apêndice D.

- 1) Quais transformações poderiam ocorrer na aprendizagem dos estudantes ao utilizarmos Objetos de Aprendizagem (OA) na construção/reconstrução de conceitos físicos?
- 2) Seriam os Objetos de Aprendizagem (OA) facilitadores para o processo de aprendizado de conceitos físicos?
- 3) A compreensão dos conceitos físicos estudados no terceiro ano do Ensino Médio poderia ser avaliada total ou parcialmente com o uso pedagógico dos Mapas Conceituais (MC)?

Para a análise dos dados que foram coletados da interação dos sujeitos da pesquisa com os Objetos de Aprendizagem escolhidos com esta intenção, optei pela Análise Textual Discursiva (ATD), pois os pesquisadores que percorrem os caminhos da ATD em seus trabalhos “[...] passam por diferentes metamorfoses, sempre com base em emergências auto organizadas” (MORAES e GALIAZZI, 2007, p.163).

De um lado as metamorfoses relacionadas a como conceber e lidar com os objetos de pesquisa e, de outro, as metamorfoses relacionadas aos caminhos da análise, tentando encontrar novos caminhos ainda que incertos.

Desta forma, de acordo com os autores, emerge um pesquisador capaz de dar um novo sentido ao ato de escrever, sofrendo metamorfoses que o façam compreender no processo de escrita, ao criar novos conhecimentos e não apenas comunicar algo já conhecido. Há ainda a necessidade de assumir-se autor do processo de produção da escrita, manifestando voz própria, ainda que em diálogo com outras vozes.

De outro modo a Análise Textual Discursiva exige do pesquisador aceitar os desafios do pensamento livre e criativo, abandonando os caminhos pré-estabelecidos e construir os próprios, superando o paradigma dominante, mesmo que isso represente conviver com a insegurança de um caminho a ser construído.

5.3 O Campo de Pesquisa (lócus)

O lugar onde desenvolvi este projeto é a Escola Técnica Estadual Professora Sylvia Mello, situada no bairro Fragata, município de Pelotas, no estado do Rio Grande do Sul. A escola possui atualmente aproximadamente 1500 alunos, funcionando em três turnos, oferecendo para a comunidade o Ensino Fundamental, Médio e o Curso Técnico em

Contabilidade. Apresenta ainda adesão aos programas MAIS EDUCAÇÃO, ESCOLA ABERTA, SEGUNDO TEMPO, MAIS CULTURA e PIBID-UFPEL.



Imagem 1. Anfiteatro da Escola. Fonte Autor

A escola começou a utilizar desde 2004 a Metodologia de Projetos na perspectiva de melhorar a qualidade do ensino, incrementar as práticas pedagógicas, contextualizar os conteúdos, aperfeiçoar seus espaços internos e externos para motivar a produção do conhecimento e melhorar as inter-relações entre todos os seus segmentos. (BOZZATO, 2014, p. 15).

5.4 O Laboratório de Informática da Escola

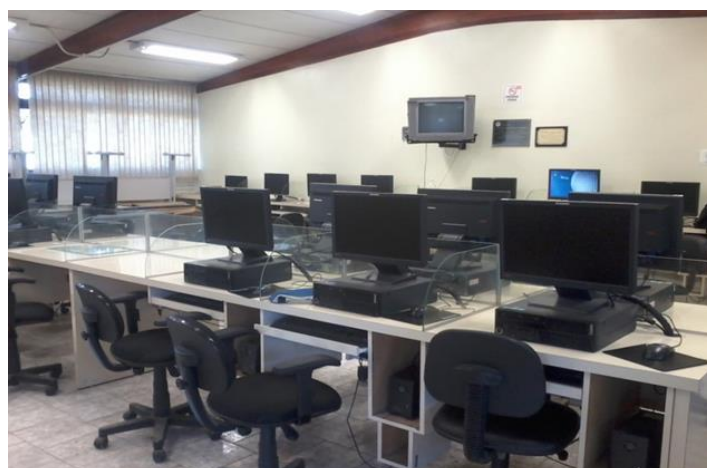


Imagem 2. Tomada Parcial do Laboratório de Informática. Fonte do Autor

O Laboratório de Informática da Escola tem uma área de aproximadamente 40,00 m² e possui 30 computadores, uma impressora jato de tinta, interligados por meio de rede física e uma lousa branca. Além de mesas para a colocação de material extra e uma bancada para servir de apoio aos pertences dos alunos durante sua estada na sala. Este laboratório visa atender aos estudantes e professores da escola no desenvolvimento de seus trabalhos e pesquisas. Funciona em turno integral adequado às necessidades de seus usuários nos três turnos (manhã, tarde e noite).

Para utilizá-lo, o professor deve agendar suas aulas com a administração da escola, verificando a disponibilidade na agenda de reserva. Os estudantes têm acesso ao laboratório acompanhados do professor em horário inverso ao das aulas e no horário normal das aulas. Os softwares liberados aos professores e alunos são o Windows, Word, Power Point e o acesso a navegadores para *Internet*, sendo esse restrito apenas a assuntos educacionais.

O ambiente utilizado é o Phet Interactive Simulations (Simulações Interativas) da Universidade do Colorado, desenvolvido pela instituição americana com o objetivo de disseminar e socializar a utilização de simuladores para o Ensino de Ciências (Biologia, Física, Matemática e Química).

Os simuladores PhET funcionam em computadores na linguagem *Java* ou *Flash* por meio do acesso à Internet. Basta estar conectado ao portal da PhET, clicar no ícone da simulação que aparecer na página. Possuem em geral menos de quatro (4) MB e podem ser baixados para a memória do computador, ou serem executados *On Line*. Os *Applets Flash* não podem ser salvos, entretanto os aplicativos em *Java* são automaticamente guardados em cache pelo *WebStart* de seu computador.

Este ambiente virtual permite ao professor realizar suas atividades pedagógicas no processo de ensino e aprendizagem embasado em qualquer teoria de aprendizagem, entre elas a teoria construtivista cognitivista de Ausubel *et al.* (1980). As múltiplas possibilidades de ensino por meio do uso das tecnologias digitais visam a interatividade como fonte para a aquisição do conhecimento. A interação, portanto, se dá entre o estudante e a máquina, entre seus pares (estudante-estudante) e entre o professor e os estudantes, entre estes e o conhecimento, objetivando estabelecer uma aprendizagem ativa, individual, coletiva e significativa.

5.5 A Apresentação do Pesquisador aos Sujeitos

No início do primeiro trimestre de 2014 fui apresentado à Prof.^a Ângela, regente da disciplina de Física da turma do Terceiro Ano onde desenvolvi o projeto, nesse tempo eles já estavam trabalhando com o conteúdo sobre os Processos de Eletrização. Após apresentação à turma, passei então a falar sobre o trabalho de pesquisa que seria desenvolvido com os estudantes. Estes manifestaram muita disposição em cooperar com a pesquisa e grande entusiasmo em trabalharem no laboratório de informática.

Como a Prof.^a Ângela precisou entrar de licença por conta de problemas pessoais e pela falta de um professor substituto, tornei-me de fato na condição de estagiário, o professor dessa turma, composta por vinte e dois (22) alunos.

Foi necessário então dar uma pequena pausa no trabalho que estava sendo desenvolvido, para apresentar aos alunos a nova dinâmica das aulas de Física, tanto na sala de aula como no Laboratório de Informática. Mas antes de abordar as atividades previstas com os OA, apresentei aos alunos o conceito de Mapa Conceitual (MC), de acordo com o plano de aula introdutório constante no anexo A desta dissertação e passamos a construir um MC.

5.5.1 O Primeiro Mapa Conceitual Construído pelos Sujeitos da Pesquisa.

Nessa tarefa os alunos, com base no conteúdo que já conheciam – os Processos de Eletrização construíram um Mapa Conceitual sobre esse tópico, seguindo a técnica de construção dos MC, seus elementos e suas características. De acordo com a Moreira (2010), a correta construção de um Mapa Conceitual é definida como “[...] diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos.” (p.11), embora não exista, de acordo com o autor, um mapa certo. Toda construção elaborada na forma de MC tem a intensão de transmitir uma ideia, conceito ou informação e que necessita ser explicado por quem o construiu. Mapas Conceituais elaborados por diferentes autores sobre um mesmo assunto podem apresentar estruturas muito diferentes e serem condizentes com a proposta a que se referem, através da explicação.

5.5.2 A Apresentação dos Simuladores à Turma de Estudantes

A apresentação dos simuladores foi realizada em uma aula através de uma atividade livre com um simulador escolhido pelos alunos, com o objetivo de compartilhar expectativas e curiosidades para a descoberta do uso desses.

Na sequência sobre a atividade realizada, compartilhando as expectativas, dúvidas e aprendizagens realizadas, dificuldades e facilidades encontradas, finalizamos a aula com alguns comentários sobre as aprendizagens desenvolvidas nesse dia.

5.5.3 Que Relações Estes Sujeitos Estabelecem Com o Computador.

Quando se pretende levantar informações sobre os hábitos dos estudantes, através da utilização do questionário é necessário um planejamento inicial para a elaboração das perguntas com a finalidade de atender a problemática da pesquisa. O questionário é um procedimento de pesquisa muito utilizado para coletar informações de forma informal sobre atitudes, opiniões, comportamento entre outras questões. Este é um instrumento feito em forma de perguntas podendo ser abertas ou fechadas, múltipla escolha etc. e, quando aplicado criteriosamente, esta técnica proporciona elevada confiabilidade. Para Gil, (2010) tem algumas vantagens, entre elas o baixo custo, pois utiliza materiais de fácil acesso como o lápis, papel, formulários para serem utilizados nas respostas dos pesquisados. Apresenta as mesmas questões para todas as pessoas incluídas na pesquisa, conferindo com isto uniformidade nas perguntas e respostas obtidas.

Por outro lado, de acordo com o autor, como todo instrumento de pesquisa, tem suas limitações. Entre elas podemos citar a inviabilidade de comprovação de algumas respostas, ambiguidade, nem sempre permite verificar a seriedade das respostas, como também verificar as reações relacionadas aos conteúdos das questões.

Usando esse instrumento em um primeiro momento foram feitas algumas questões à turma 3013. Com a análise dos dados obtidos verifiquei que o questionário não contemplava a realidade investigada, pois apresentava um número excessivo de perguntas, causando muitas dúvidas aos estudantes. Desta forma, reestruturei o instrumento descartando algumas perguntas e outras foram reformuladas com vistas a obtenção de subsídios melhores acerca do uso do computador pelos estudantes para a aprendizagem de conceitos de Física.

Assim o questionário reformulado apresenta apenas quatro questões. A primeira pergunta trata das opiniões dos estudantes acerca do uso do computador para estudar em casa; a segunda faz referência à utilização de simuladores para estudar os conceitos de Física; a terceira diz respeito à acessibilidade à rede de Internet doméstica e, a quarta questão interrogou os estudantes quanto a utilização das redes sociais e quais as que utilizam. Todas

as questões referentes do questionário foram subjetivas, solicitando que informação fosse dada por escrito.

5.5.4 Aplicação do Questionário e Análise Desses Dados.

O questionário foi aplicado após algumas intervenções com o uso dos Simuladores na turma em estudo, perfazendo um total de 22 questionários, obtendo-se 88 respostas. Após a leitura das respostas, as questões foram organizadas de forma a contemplar:

1. A constatação do uso do computador pelos estudantes em suas casas.
2. A utilização do computador em sala de aula como motivador para o processo de aprendizagem de conceitos da disciplina de Física através dos Simuladores.

Dessa forma a classificação das respostas baseou-se em quatro focos de interesse, isto é, as respostas semelhantes foram agrupadas entre si para facilitar a tabulação dos dados e sua posterior quantificação, permitindo assim, uma clara visualização e compreensão destes.

5.5.4.1 Primeiro foco: Interesse do estudante no estudo de Física por meio do computador

Você estuda Física por computador na sua casa?

Dos 22 estudantes da turma, 88% destes responderam que sim à pergunta e consideram importante o uso do computador para estudar Física em suas casas, além do material escolar como as anotações nos cadernos e dos livros didáticos, acreditam que o computador é um meio facilitador e estimulador para realizarem suas tarefas de casa. A seguir algumas respostas transcritas dos alunos que participaram da pesquisa:

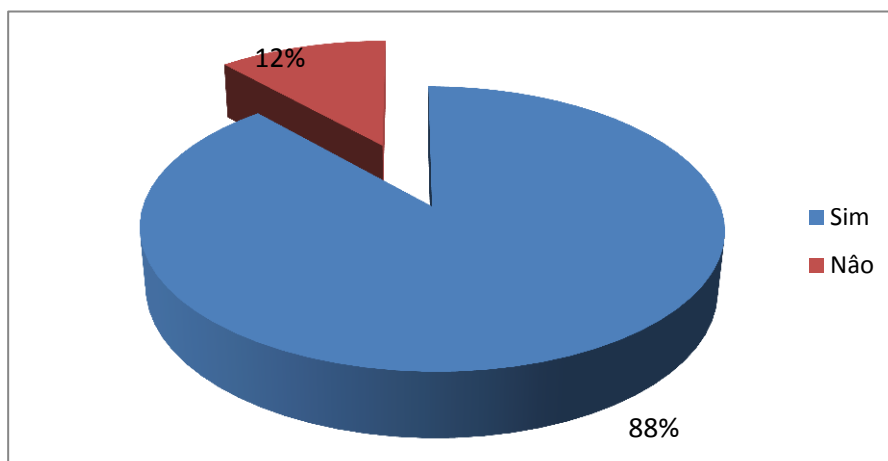


Gráfico 1- Estudo de Física por computador em casa. Fonte Autor

Sempre [...] estudo pelo computador para fazer alguma pesquisa ou tirar alguma dúvida da matéria dada em sala de aula. (MARIE CURIE).

Sim. Eu estudo para as provas, faço exercícios [...] para mim, eu entendo mais lendo pela tela do computador do que lendo um livro ou textos impressos. (HIPÁCIA).

Sim. Todos os trabalhos que faço em casa são pela Internet. (EINSTEIN).

Sim, é difícil alguém que não o faça, já que estamos cada vez mais ligados à tecnologia. (HIPÁRQUIA)

Os estudantes que responderam negativamente a mesma questão (12%) alegaram ser desnecessário o uso do computador e não gostam de utilizar este meio para estudar. Gostam de estudar pelas anotações de seus cadernos, nos livros e eventualmente utilizam o computador para pesquisar sobre algumas questões que não estejam contemplados no material disponibilizado em aula.

[...] Não. Para certos conteúdos não, porque existem certas coisas que eu não entendo se não tem alguém me explicando. (THEANO).

Não. Prefiro estudar por livros, mas uso computador para fazer pesquisas. (ARIOTEIA DE FILOS).

Não costumo estudar por computador. (CATALINA)

5.5.4.2 Segundo Foco: Computadores e o Ensino de Física

O simulador é útil para a aprendizagem do conteúdo ensinado em aula?

A maioria dos estudantes considera muito importante o uso de simuladores virtuais no Ensino de Física.

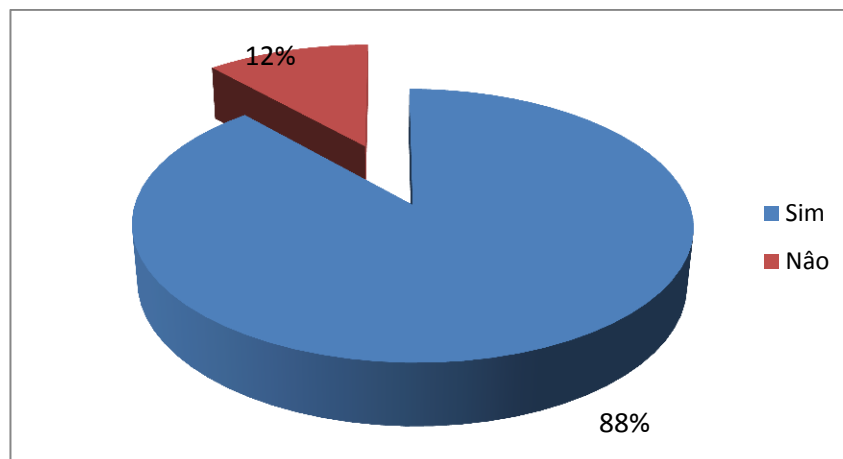


Gráfico 2 – Importância do uso de simuladores no Ensino de Física. Fonte Autor

Eles acreditam que o uso de simuladores no Ensino de Física pode tornar as aulas mais dinâmicas, facilitar na compreensão dos conteúdos, aumentar o interesse dos estudantes para a disciplina e também servir de auxiliar em outros conteúdos no aprendizado escolar.

Sim. O uso de simuladores é ótimo para o aprendizado, porque estimula o aluno a aprender. (ARIOTEIA DE FILOS).

Sim. Eu achei melhor que as aulas normais, que são só matéria e matéria, gostei muito mais da aula com o simulador.” (THOMSON).

Sim. Em minha opinião o simulador é muito útil, pois hoje nas aulas a gente aprende usando muito a imaginação, e isto complica muito. (HELOÍSA).

Sim, com ele a gente percebe muito bem como as coisas, se comportam, é mais fácil de entender o conteúdo. (THEANO).

Sim. Esse método de usar simuladores é bem interessante, ajuda e muito na aprendizagem, o conteúdo fica mais claro. (HIPÁTIA).

Sim. Porque é uma maneira mais prática de aprender o conteúdo e também menos cansativa. Me sinto mais a vontade e interessada. (HIPÁRQUIA).

Sim. Pois através dele que eu entendi melhor o conteúdo sobre Indução. (EINSTEIN).

5.5.4.3 Terceiro foco: Acessibilidade no uso do computador

Você tem acesso à Internet em casa?

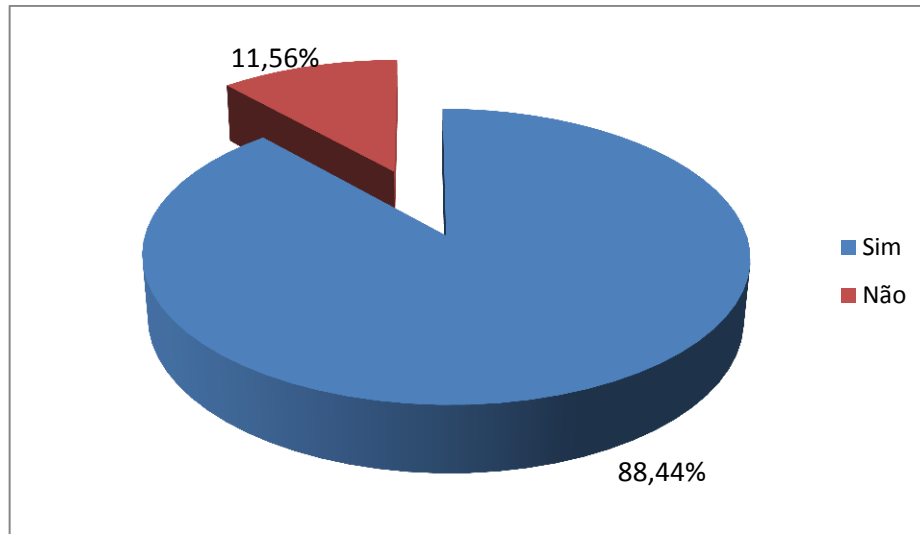


Gráfico 3 – Acessibilidade. Fonte Autor

Do total de alunos (88,44%) respondeu afirmativamente, enquanto que (11,56%) não tem acesso à Internet.

5.5.4.4 Quarto foco: Uso das redes sociais

Quais redes sociais você mais utiliza?

Dos entrevistados, a respeito de quais redes sociais eles mais utilizam, 50% somente o *Facebook*, 38% além do *Facebook*, acessam outras redes de relacionamento e 12% nenhuma.

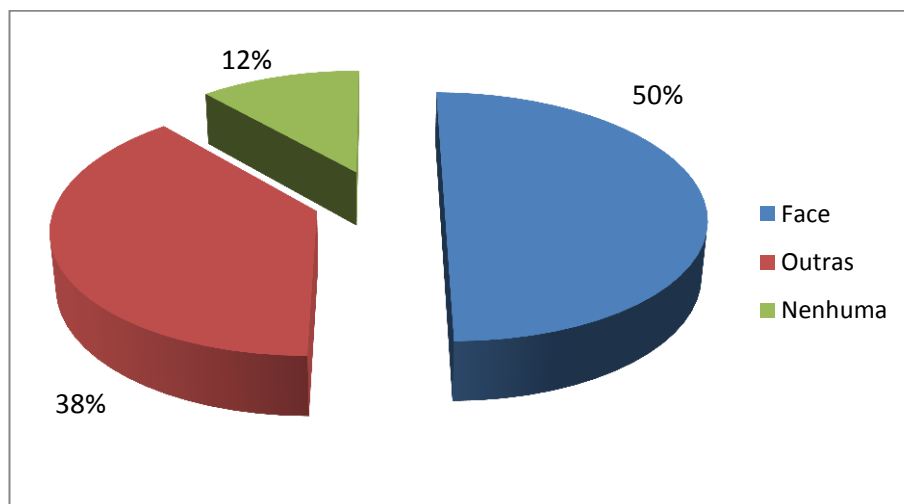


Gráfico 4 – Uso das redes sociais. Fonte Autor

Em relação à habilidade da utilização do computador, os dados levantados me permitem inferir que os estudantes pesquisados estão inseridos digitalmente, ainda que de modo tímido. Entretanto durante as aulas eles mostraram razoável habilidade operacional no uso das ferramentas computacionais referentes à utilização dos simuladores. A importância de os estudantes responderem que o uso do computador para o aprendizado de Física é interessante, tornando as aulas mais dinâmicas e, o entusiasmo dos mesmos em relação aos tópicos estudados foi corroborado pelo bom desempenho dos mesmos, durante as aulas e avaliações realizadas por meio de testes e construção de Mapas Conceituais.

De acordo com Prensky (2001) “[...] os alunos de hoje não são os mesmos para os quais o nosso sistema educacional foi criado.” (p.1). Eles representam as primeiras gerações que cresceram cercados de computadores, vídeo games, celulares e toda gama de brinquedos eletrônicos. E isto deixa claro o resultado deste ambiente onipresente e o grau de interação com a tecnologia digital. Nossos alunos pensam diferente das gerações anteriores, pois fazem parte de uma geração denominada pelo autor de *Nativos Digitais* podendo ser considerados *Falantes Nativos* da linguagem digital dos computadores, vídeo games e internet, ao passo que nós – a grande parte dos docentes – podemos ser considerados os *Imigrantes Digitais*, pois necessitamos nos inteirar dessa nova forma de comunicação, embora tenhamos sempre um *pé no passado* mantendo *sotaque* à semelhança de falar uma língua estrangeira.

“Como educadores, nós precisamos pensar sobre como ensinar tanto o conteúdo Legado²³ e o Futuro²⁴ na língua dos Nativos Digitais.” (PRENSKY, p. 4, 2001), onde o primeiro remete ao velho currículo escolar e, o segundo abrange uma nova gama tecnológica digital presente na vida cotidiana.

5.6 O trabalho na escola: o desenvolvimento do projeto de pesquisa

Após a interpretação dos questionários pude perceber quem eram os meus sujeitos e que relações estabeleciam com os computadores. Então passei a desenvolver meu projeto delimitando-o em quatro etapas, descritas detalhadamente a seguir:

5.6.1 Primeira Etapa: Objeto de Aprendizagem sobre Processos de Eletrização

²³“O conteúdo Legado inclui ler, escrever, aritmética, raciocínio lógico, compreensão do que há escrito e das ideias do passado, etc. – tudo do nosso currículo tradicional.” (PRENSKY, p. 4, 2001)

²⁴ “O conteúdo Futuro é em grande escala, o que não é surpreendente, digital e tecnológico [...] inclui software, hardware, robótica, nanotecnologia, genoma, etc. também inclui ética, política, sociologia, línguas e outras coisas que os acompanham.” (Idem)

Nesta etapa da pesquisa de campo foi selecionado um Objeto de Aprendizagem denominado John Travoltagem da PhET Simuladores, com o objetivo de servir de motivação e reforço do tema Processos de Eletrização, conteúdo que já tinha sido trabalhado pela professora Ângela em sala de aula na forma tradicional de ensino.

No laboratório de informática os estudantes trabalharam de forma individual, para que através da observação eu pudesse verificar suas reais habilidades com relação ao uso dos computadores e a interação deles com o simulador. Também foram orientados a trocarem informações entre eles, com o objetivo de possibilitar a aprendizagem colaborativa e a aprendizagem significativa que é um dos focos deste trabalho de pesquisa.

Durante a aula, enquanto os alunos interagiam com o Simulador John Travoltagem, houve atendimentos personalizados. Nesse momento fui esclarecendo as dúvidas acerca do uso do aplicativo. Após a apresentação do Simulador os alunos responderam algumas questões em relação à primeira atividade proposta.

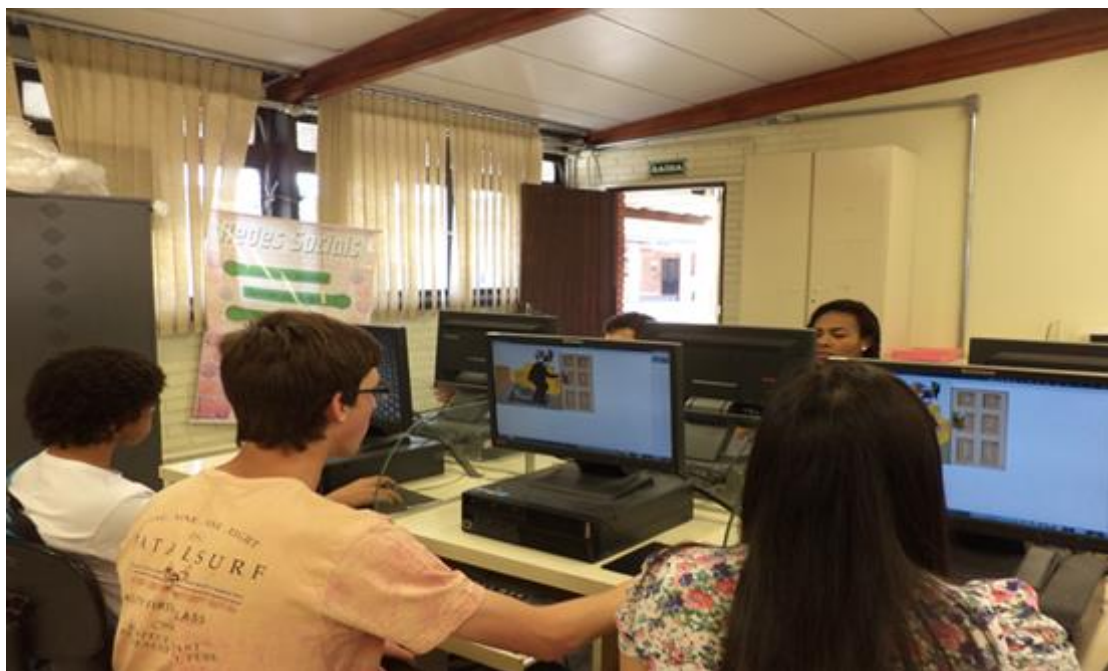


Imagem 3 – Estudantes no laboratório de informática trabalhando com o simulador John Travoltagem.

Fonte do Autor

Como o simulador escolhido serviu de reforço e de motivação para o entendimento dos fenômenos de eletrização, que os sujeitos já tinham visto, selecionei outro Objeto de Aprendizagem – um vídeo, do *You Tube*, cujo título é “Como se formam os raios” com a finalidade de reforçar neles a curiosidade e o interesse pelo conteúdo estudado.

5.6.1.1 Atividade

Questão 1

Por que em dias secos, ao abrir a porta da nossa casa, às vezes sentimos a sensação de choque elétrico?

Questão 2

Explique com suas palavras o que você entende por Força Elétrica. Faça uma analogia com a força gravitacional.

Questão 3

Construa um Mapa Conceitual sobre os Processos de Eletrização

Quadro 1. Primeira atividade (5.6.1.1). Fonte Autor

Respostas referentes à questão 1:

Quando dois corpos condutores, estando pelo menos um deles eletrizado, ou seja, carregado, entram em contato, as cargas elétricas tendem a se equilibrar, sendo redistribuídas entre os dois, fazendo com que ambos troquem cargas entre si. É isso que entendo que acontece quando tocamos a fechadura das portas da nossa casa. (FERMI).

Pelo que pude entender nas explicações dadas em aula, as superfícies ficam trocando cargas elétricas por alguma razão. E quando elas se tocam novamente elas descarregam. (ARISTOCLEIA).

Na aula com o simulador entendi o que acontece quando pisamos em uma superfície seca, arrancamos alguns elétrons do piso que se acumulam em nosso corpo. Depois ao tocarmos em um metal que é condutor essas cargas passam para ele com certa facilidade. É quando temos a sensação de choque elétrico. (THEANO).

No simulador deu pra entender melhor o processo de eletrização por atrito. Os corpos antes neutros ao serem atritados trocam cargas entre si. Os elétrons são arrancados do piso quando caminhamos e vão para o nosso corpo. Ficamos carregados com excesso de elétrons. Quando tocamos um metal este recebe a carga e temos a sensação de choque. (EINSTEIN).

Quando dois corpos condutores, estando pelo menos um deles eletrizado, ou seja, carregado, entram em contato, as cargas elétricas tendem a se equilibrar, sendo

redistribuídas entre os dois, fazendo com que ambos troquem cargas entre si. É isso que entendo que acontece quando tocamos a fechadura das portas da nossa casa. (FERMI).

Na aula com o simulador entendi o que acontece quando pisamos em uma superfície seca, arrancamos alguns elétrons do piso que se acumulam em nosso corpo. Depois ao tocarmos em um metal que é condutor essas cargas passam para ele com certa facilidade. É quando temos a sensação de choque elétrico. (THEANO).

No simulador deu pra entender melhor o processo de eletrização por atrito. Os corpos antes neutros ao serem atritados trocam cargas entre si. Os elétrons são arrancados do piso quando caminhamos e vão para o nosso corpo. Ficamos carregados com excesso de elétrons. Quando tocamos um metal este recebe a carga e temos a sensação de choque. (EINSTEIN).

Respostas referentes à questão 2:

O estudo da Gravitação nos permite compreender alguns fenômenos que acontecem constantemente. Quando falamos em gravidade, sabemos que a intensidade da força de atração entre os corpos varia proporcionalmente com a massa dos corpos, mesmo sem ter contato direto entre eles. (MIRIAN).

Entendo por Força Gravitacional a força que exerce uma atração, seja sobre a Terra com respeito ao Sol ou, na Terra, com respeito a força que faz as coisas serem atraídas para o chão. Força Elétrica é a força que surge da interação das cargas de todos os corpos (cargas positivas e negativas), que também exerce um tipo de força de atração. (THEANO).

De acordo com os estudos realizados em sala de aula sobre Força Gravitacional, entendi que é a força de atração que os corpos exercem entre si. E a Força Elétrica é a interação das cargas elétricas, sendo elas positivas ou negativas. Onde as cargas de sinais iguais se repelem e sinais contrários de atraem. (ARISTOCLEIA).

A Força Gravitacional é um fenômeno natural que ocorre entre corpos fazendo com que se atraiam. E Força Elétrica é a interação de uma carga ou mais cargas elétricas com outras cargas elétricas. Cargas de sinais contrários se atraem e sinais iguais se repelem. (HIPÁCIA).

Força Gravitacional é uma atração que corpos materiais têm entre si. E nada mais é do que uma energia própria do campo gravitacional da Terra. Força Elétrica é uma força que surge entre duas partículas eletrizadas. Essa força depende de uma constante dielétrica que faz ela ficar mais fraca em certos meios, como na água. (THOMSON).

Mapas Conceituais referentes à questão 3:

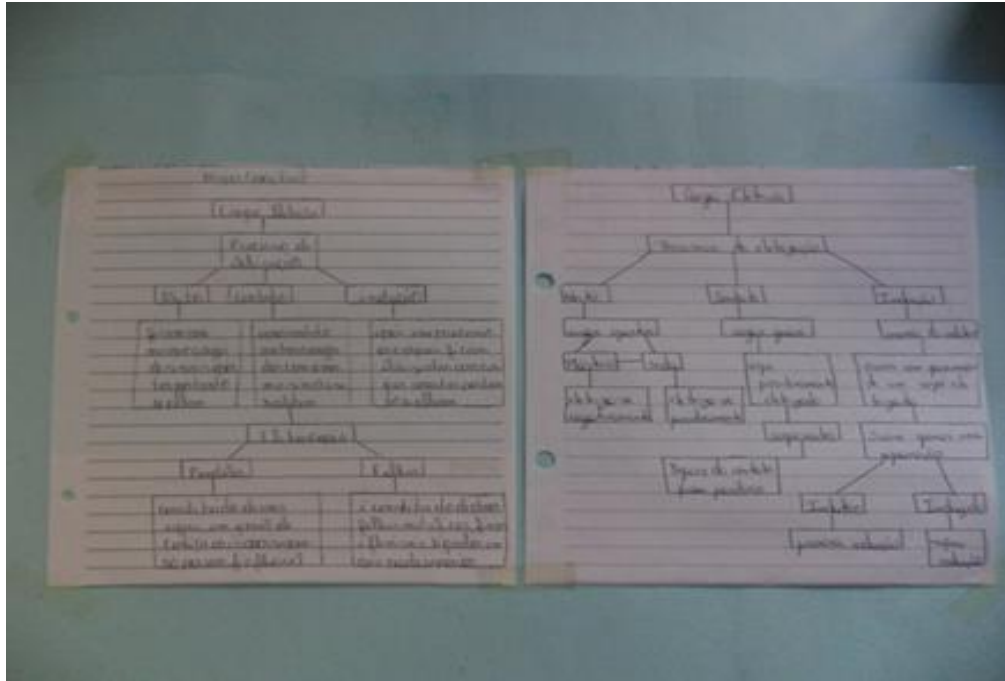


Imagem 4. Mapas Conceituais feitos pelos sujeitos. Fonte do Autor

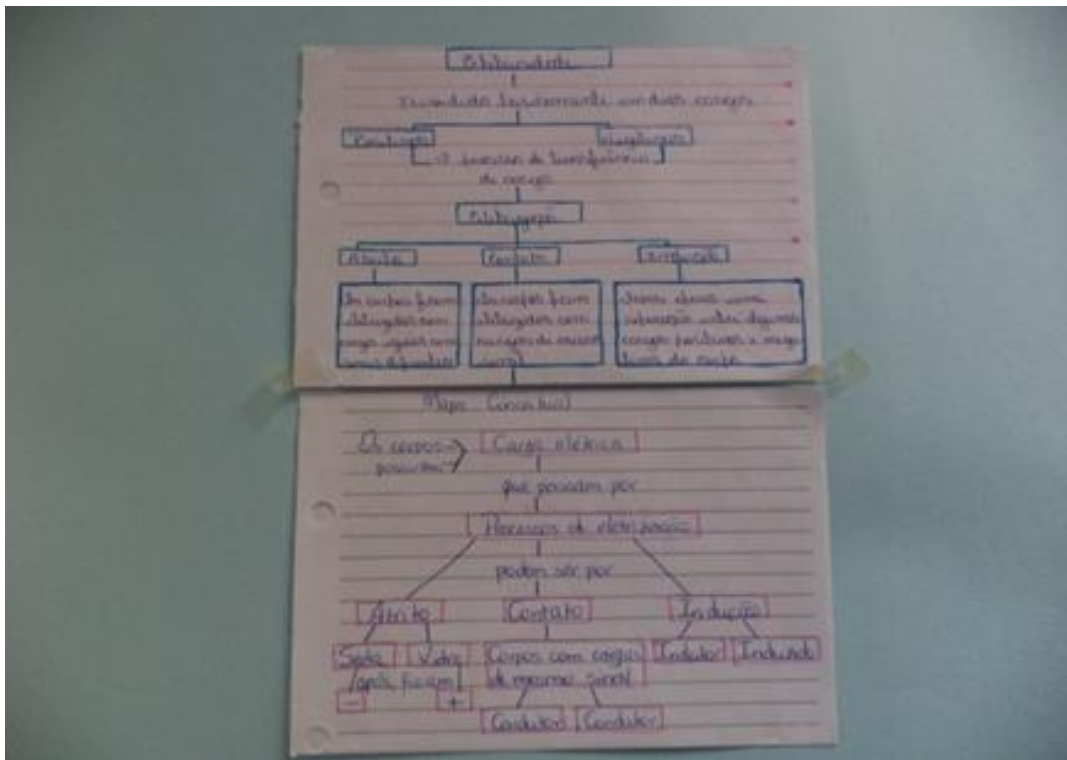


Imagem 5. Mapa Conceitual feito pelos sujeitos. Fonte do Autor

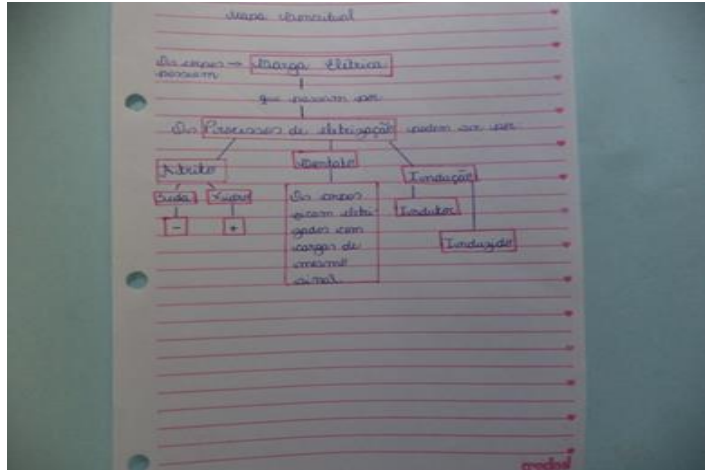


Imagem 6. Mapa Conceitual feito pelos sujeitos. Fonte do Autor

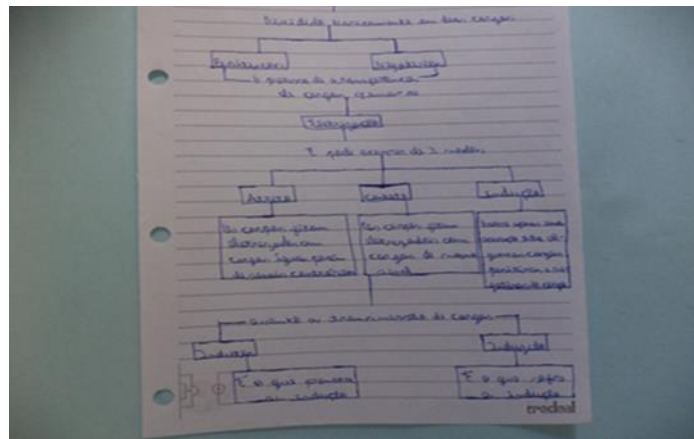


Imagem 7. Mapa Conceitual feitos pelos sujeitos. Fonte do Autor.

5.6.2 Segunda Etapa: Objeto de Aprendizagem sobre Associação de Resistores

A segunda intervenção em sala de aula aconteceu no segundo bimestre de 2014. Foram selecionados quatro Simuladores para introduzir o conceito de Diferença de Potencial, Corrente Elétrica, Resistência Elétrica e Associação de Resistores. Sendo este último o simulador mais abrangente no estudo de eletricidade básica do conteúdo previsto pelo projeto.

Para esta etapa, acordada anteriormente com a professora Ângela, usei como estratégia de avaliação de algumas questões para os estudantes responderem por escrito, assim como a construção de Mapas Conceituais (MC) para verificar as contribuições dos Objetos de Aprendizagem, enquanto recurso didático no ensino e apropriação de conceitos da disciplina de Física pelos aprendizes.



Imagem 8. Alunos trabalhando no Simulador de Associação de Resistores. Fonte Autor

5.6.2.1 Atividade

Questão 1

Explique com suas palavras o que você entende por Potencial Elétrico.

Questão 2

Explique com suas palavras o que você entende por Corrente Elétrica.

Questão 3

Explique ou descreva o conteúdo que você estudou em aula sobre Associação de Resistores.

Questão 4

Faça um Mapa conceitual sobre Associação de Resistores seguindo a seguinte orientação:

Escreva em um primeiro retângulo a palavra Associação de Resistores.

Escreva no mínimo cinco palavras relacionadas ao assunto.

Organize as palavras hierarquicamente sobre a folha de papel em branco.

Estabeleça relações entre as palavras usando setas e palavras de ligação.

Explique seu mapa conceitual.

Respostas referentes a questão 1

De acordo com o estudado em sala de aula, entendi que potencial elétrico é a capacidade que um corpo, quando energizado tem de realizar trabalho sobre outras cargas elétricas, atraindo ou repelindo outras cargas elétricas. Provando que neste meio existe energia potencial elétrica. (ARISTOCLEIA).

Potencial elétrico é a medida associada ao nível de energia potencial de um campo elétrico. (ARIOTEIA DE FILOS).

Potencial Elétrico é a medida associada ao nível de energia potencial de um ponto de um campo elétrico. (MARIE CURIE).

Entendo que é a medida associada ao nível de energia potencial de um ponto de um campo elétrico. Ao tomarmos uma carga de prova q e a colocarmos em um ponto P de um campo elétrico ela adquire uma energia e entra em movimento pela interação do campo que está interagindo sobre ela. (MICHELSON).

Potencial Elétrico é uma propriedade do espaço onde existe um campo elétrico. Um campo elétrico pode ser produzido por uma carga puntual ou por alguma distribuição de cargas, pois o potencial depende da carga que cria o campo e da posição relativa à carga. O potencial não depende da carga de prova (aquela que se usa para verificar a existência de campo elétrico). (THOMSON)

Respostas referentes a questão 2

Corrente Elétrica é o fluxo ordenado de partículas que contém carga elétrica ou, pode ser o deslocamento de cargas elétricas dentro de uma substância, quando há uma diferença de potencial entre as extremidades de uma substância. (CATALINA).

Corrente Elétrica se diz ao movimento ordenado de elétrons em um condutor sob a ação de um Campo Elétrico. (HILDEGARDA).

Corrente Elétrica é quando temos um material condutor com seus elétrons em movimentação aleatória de átomo para átomo quando é aplicada uma Diferença de Potencial ao fio condutor. (ASPÁSIA).

Corrente elétrica é o deslocamento de cargas dentro de um condutor, quando existe uma Diferença de Potencial Elétrica entre as extremidades do condutor. (HIPÁRQUIA).

É o fluxo ordenado de partículas portadoras de carga elétrica, ou também, é o deslocamento de cargas dentro de um condutor, quando existe em suas extremidades uma Diferença de Potencial Elétrico entre suas extremidades. (EINTEIN).

Corrente Elétrica é o movimento das partículas elétricas de um fio condutor, por exemplo. É quando essas partículas alcançam uma energia suficiente para se movimentarem em um certo sentido. Para que se tenha corrente elétrica é necessário que se tenha também uma Diferença de Potencial. (THEANO).

Respostas referentes a questão 3

Os resistores podem ser ligados de diversas maneiras, de modo que os efeitos sejam combinados. Qualquer que seja esta associação, o efeito ainda será de uma resistência. Esta resistência poderá ser maior ou menor, seguindo uma lei. Associação em Série a corrente elétrica que passa em um resistor é a mesma que passa em todos os outros resistores, independentemente da quantidade deles. A resistência total é igual a soma das resistências parciais da série. A tensão fornecida é igual à soma das quedas de tensão em cada resistor. Associação em Paralelo os resistores ficam dispostos em paralelo de forma que suas ligações são feitas aos mesmos pontos de forma que fiquem submetidos à mesma diferença de potencial. A Diferença de Potencial é a mesma em todos os resistores associados, pois todos os resistores estão ligados aos mesmos terminais. A soma das correntes elétricas é igual a soma das correntes parciais que passam por cada resistor. (FERMI).

Os resistores poderão ser ligados de várias maneiras. Qualquer que seja esta associação, o efeito ainda será de uma resistência. Essa resistência poderá ser maior ou menor para os resistores associados seguindo uma lei chamada de Lei de Ohm. O resultado de uma associação de resistores depende não somente dos resistores associados como também da forma como são ligados. (EINSTEIN).

Respostas referentes a questão 4 do MC

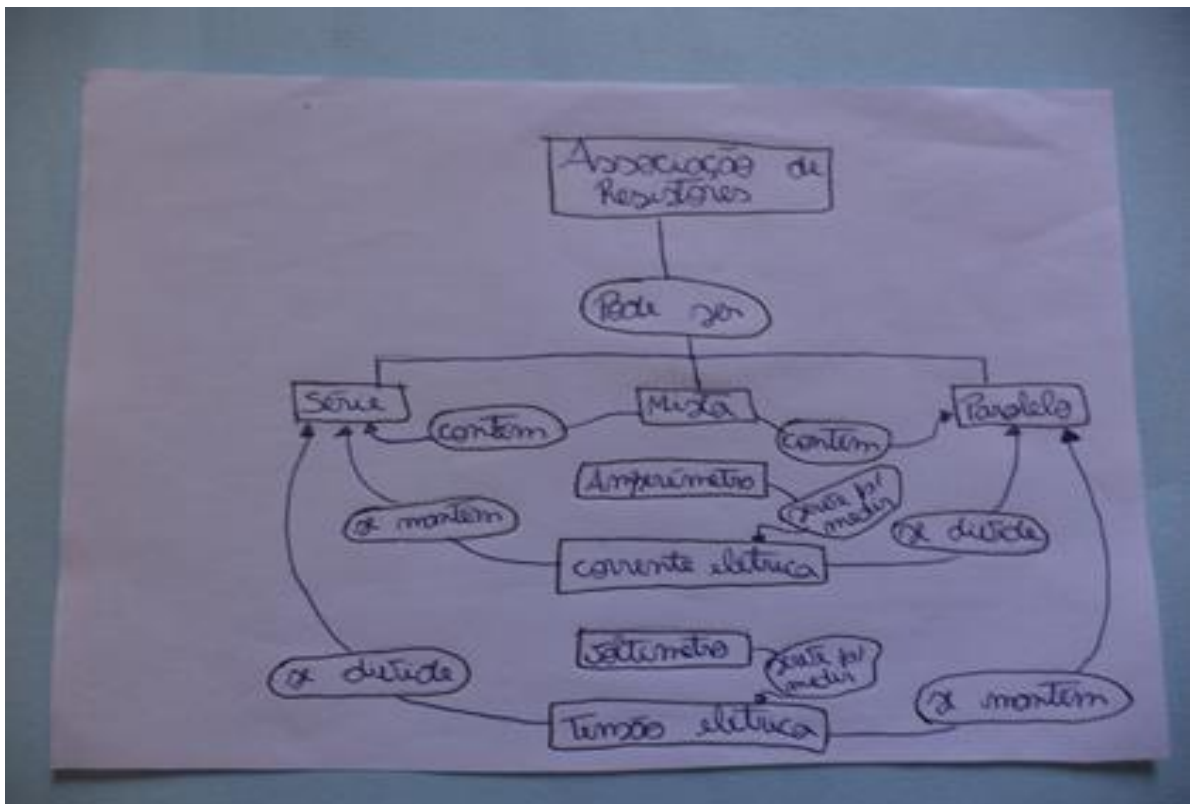


Imagem 9. Mapa conceitual elaborado pelos alunos do Grupo B. Fonte do Autor

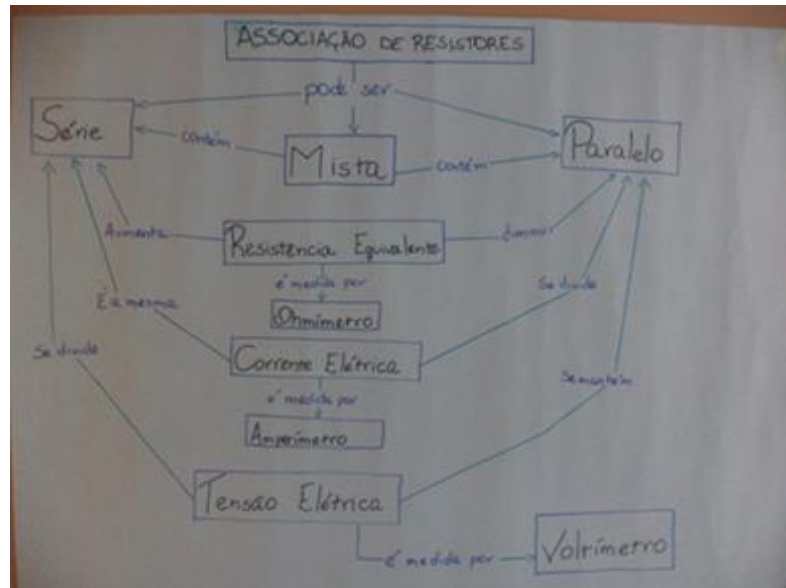


Imagem 10. Mapa conceitual elaborado pelos alunos do Grupo C. Fonte do Autor

Explicando o Mapa Conceitual sobre Associação de Resistores (Grupo C)

As associações de resistores tem três maneiras diferentes da gente fazer. A associação em série, associação em paralelo e a associação mista que contém as duas anteriores, na verdade a associação mista é a mistura da associação série e a associação paralela. A resistência equivalente é diferente nos dois sistemas de associação. No paralelo ela diminui e na série, ela aumenta.

Eu tenho um aparelhinho que é chamado de multiteste, que funciona como ohmímetro, amperímetro e voltímetro. Para medir a resistência no resistor a gente utiliza o ohmímetro que é ligado em paralelo no resistor. A corrente elétrica, ela é medida pelo amperímetro, e este instrumento deve ser ligado em série no circuito. A tensão elétrica, fornecida por exemplo, por uma bateria, pelas pilhas, que é uma fonte de tensão, é medida pelo voltímetro, que tem de ser conectado em paralelo com a fonte de tensão que queiramos medir. A tensão elétrica se mantém a mesma na associação paralela e se divide no série. E a corrente ao contrário, ela se divide no paralelo e se mantém constante no série. (Grupo C).

5.6.3 Terceira Etapa: Objeto de Aprendizagem - Maquete



Imagens 11 e 12. Alunos trabalhando na montagem da Maquete. Fonte Autor

Esta etapa contou com a construção de uma maquete de iluminação residencial, sugerida pelos alunos. Para a consecução dessa tarefa, o desafio colocado aos alunos foi a de que eles fizessem uma relação entre o conteúdo estudado até este momento com os elementos constitutivos de uma instalação elétrica de iluminação, desde os conceitos de Diferença de Potencial, Corrente Elétrica, Resistência Elétrica, Condutores e Isolantes e Potência Elétrica. De posse dos materiais que foram adquiridos pelo pesquisador e pelos estudantes começaram as atividades em duas aulas seguidas e parte da montagem dos módulos da maquete foi concluída como tarefa de casa. Na fase da montagem da iluminação os alunos concluíram a tarefa em aula. Feitos os testes para ver sua funcionalidade os alunos fizeram um Mapa Conceitual do pequeno projeto de iluminação residencial.

Este trabalho foi realizado em grupos de quatro a cinco alunos, chamados de (ABCD), cabendo a cada grupo uma “casa” para ser decorada e iluminada.



Imagens 13 e 14. Detalhes do interior da maquete Fonte Autor



Imagens 15 e 16. Detalhes da Maquete. Fonte Autor.

5.6.3.1 Atividade

Questão 1

Faça um Mapa conceitual sobre a maquete de Instalação Elétrica Residencial seguindo a seguinte orientação:

- **Escreva em um primeiro retângulo a palavra Instalação Elétrica Residencial.**
- **Escreva as palavras-conceito relacionadas ao assunto em um retângulo.**
- **Organize as palavras hierarquicamente sobre a folha de papel em branco.**
- **Estabeleça relações entre as palavras usando setas e palavras de ligação.**

Questão 2

Explique seu mapa conceitual.

Quadro 3. Primeira atividade (5.6.3.1)

5.6.3.2 Atividade

Apresentação oral dos Mapas conceituais sobre a Maquete na Semana de Produção do Conhecimento.

Quadro 4. Segunda atividade. Fonte Autor

Durante o transcorrer da Semana de Produção do Conhecimento (evento que ocorre todos os anos na escola), os estudantes resolveram apresentar o trabalho da maquete para a comunidade escolar e nessa ocasião a diretora da instituição fez o seguinte questionamento aos apresentadores do trabalho.

“A partir dessa temática, do trabalho que vocês desenvolveram, eu gostaria de ouvir a impressão de vocês de trabalhar com a construção de uma maquete e o que isto contribuiu para a formação de vocês?” (DIRETORA Prof^a. CARLA BOZZATO).

Bom foi bem legal [...] porque a gente vê a coisa como ela acontece na prática e não é chato, porque se for pegar e estudar a parte teórica da matéria que fica só vendo cálculo e cálculo a gente não vai entender, porque é difícil e muito chato também. Não é todo mundo que adota essa prática. (Utilização dos simuladores) A gente aprendeu muito com isso. Dá pra ter uma ideia de como as coisas funcionam. Como que devem ser feitas as instalações em casa e para ter clareza quando a gente chamar um eletricista, termos como argumentar com ele do que desejamos. (Grupo A).



Imagens 17 e 18. Alunos explicando o Mapa Conceitual de Instalação Elétrica Residencial. Fonte Autor

Explicando o Mapa Conceitual sobre a Maquete. (Grupo D)

Falando sobre a maquete de iluminação e fazendo um paralelo dos conceitos estudados em sala de aula [...] bom aqui temos uma maquete, onde nós colocamos dois pequenos leds fazendo o papel de lâmpadas de uso doméstico. Elas funcionam como se fossem resistores ligados em paralelo. Também colocamos uma chavezinha para ligar e desligar as lâmpadas. Primeiro ligamos a chave em paralelo e vimos que o sistema não funcionou. Causou um curto-circuito e aqueceu a fonte de tensão, no caso uma associação de duas pilhas em série, fornecendo um tensão de 3 volts. Depois ligamos a chave em série com as lâmpadas e então funcionou. (Grupo D)

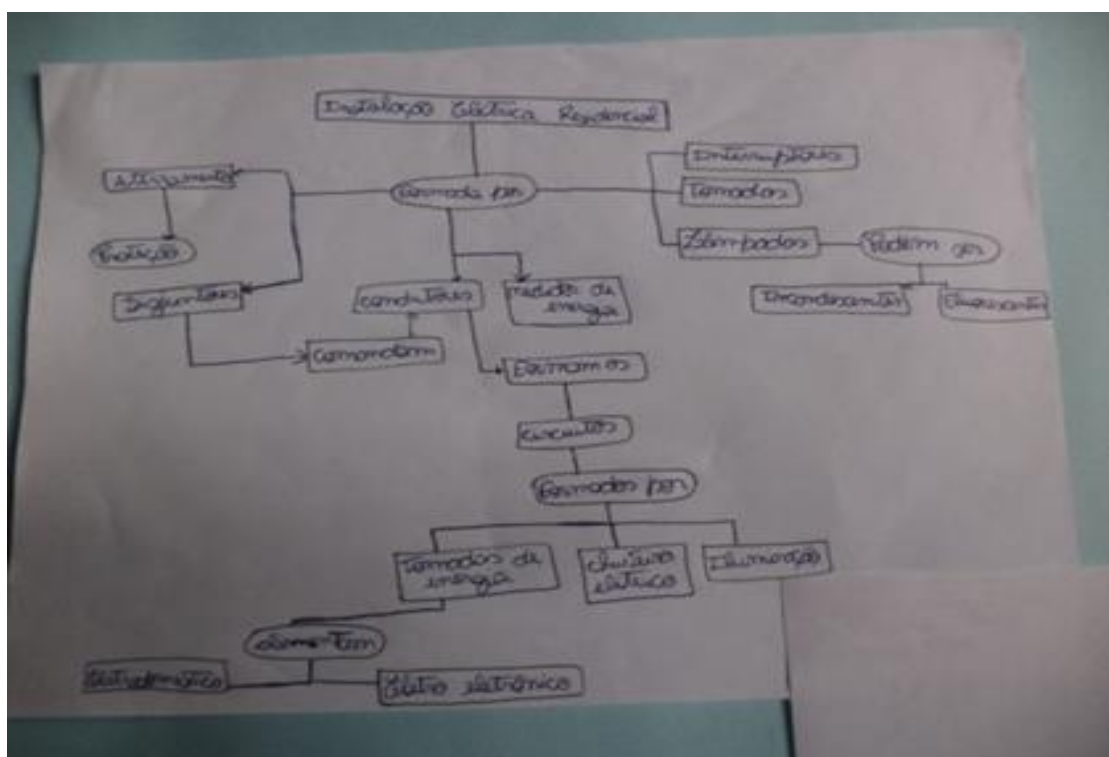


Imagem 19. Mapa Conceitual elaborado pelos alunos do Grupo D. Fonte do Autor

5.6.4 Quarta Etapa: Exercício de Avaliação

5.6.4.1 Atividade

Dados os esquema das figuras 23 e 24 com resistências iguais de 3 ohms cada e uma diferença de potencial de 10 Volts. Responda as seguintes questões:

Questão 1

Com as chaves AB e DE fechadas, qual o valor da resistência equivalente?

Questão 2

Nesta mesma situação, qual o valor da corrente elétrica total do circuito?

Questão 3

Com as chaves AB aberta e DE fechada. Qual o valor da corrente elétrica? Qual o valor da resistência equivalente?

Questão 4

Com as chaves AB berta e DC fechada. Qual o valor da corrente elétrica? Qual o valor da resistência equivalente?

Quadro 5. Primeira atividade (5.6.4.1). Fonte Autor



Figura 3. Atividade de Avaliação. Fonte PhET Simuladores

Respostas referentes as questões 1; 2 e 3

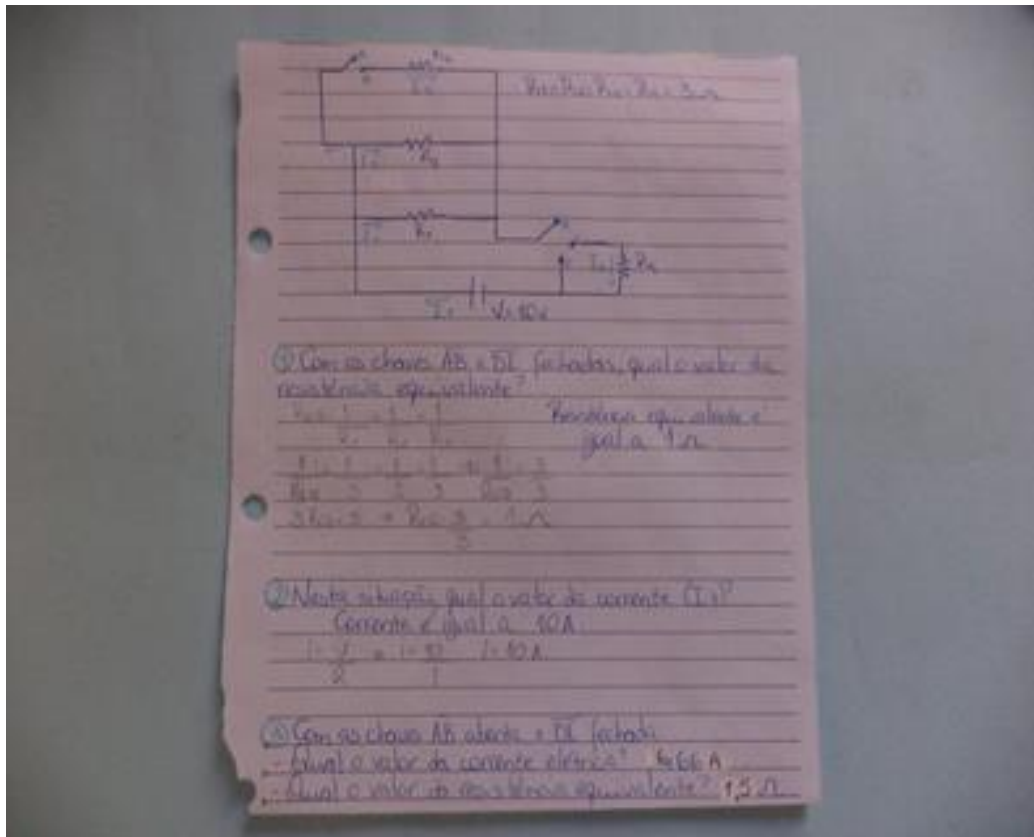


Imagem 21. Resposta da atividade (5.6.4.1). Fonte Autor

Resposta referente a questão 4

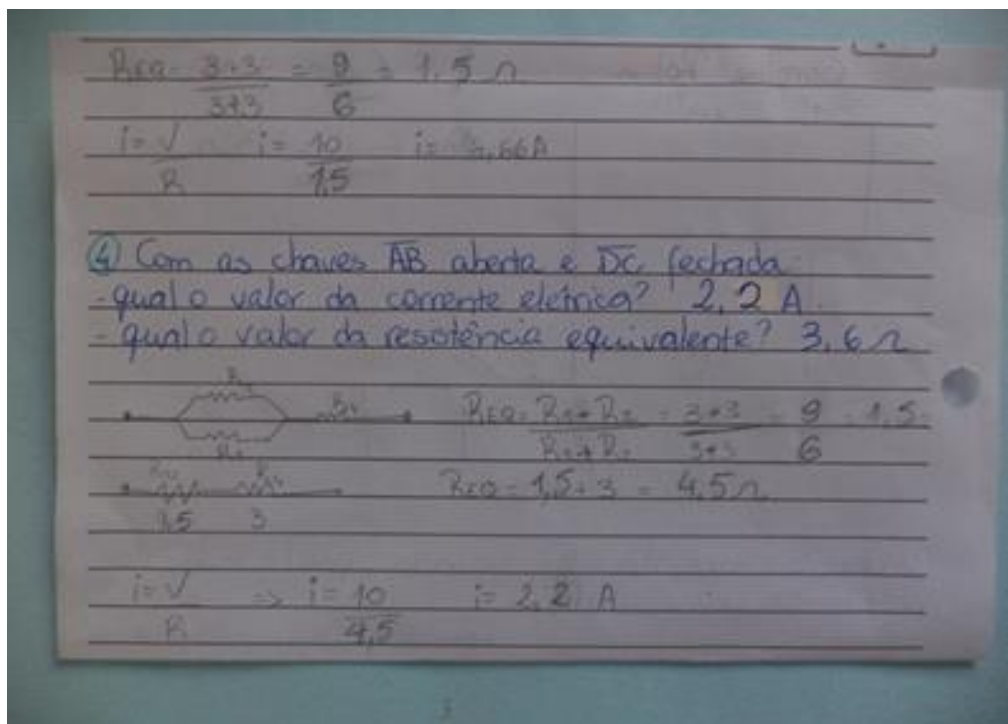


Imagem 22. Resposta da atividade (5.6.4.1). Fonte Auto

5.6.4.2 Atividade

Questão 1

O que acontece com a resistência equivalente do circuito do simulador, quando fechamos a chave AB? Explique.

Questão 2

A intensidade da corrente elétrica em qualquer ponto ao longo do circuito em relação a que você mediu é igual maior ou menor que a medida no amperímetro?

Quadro 6. Segunda atividade (5.6.4.2)

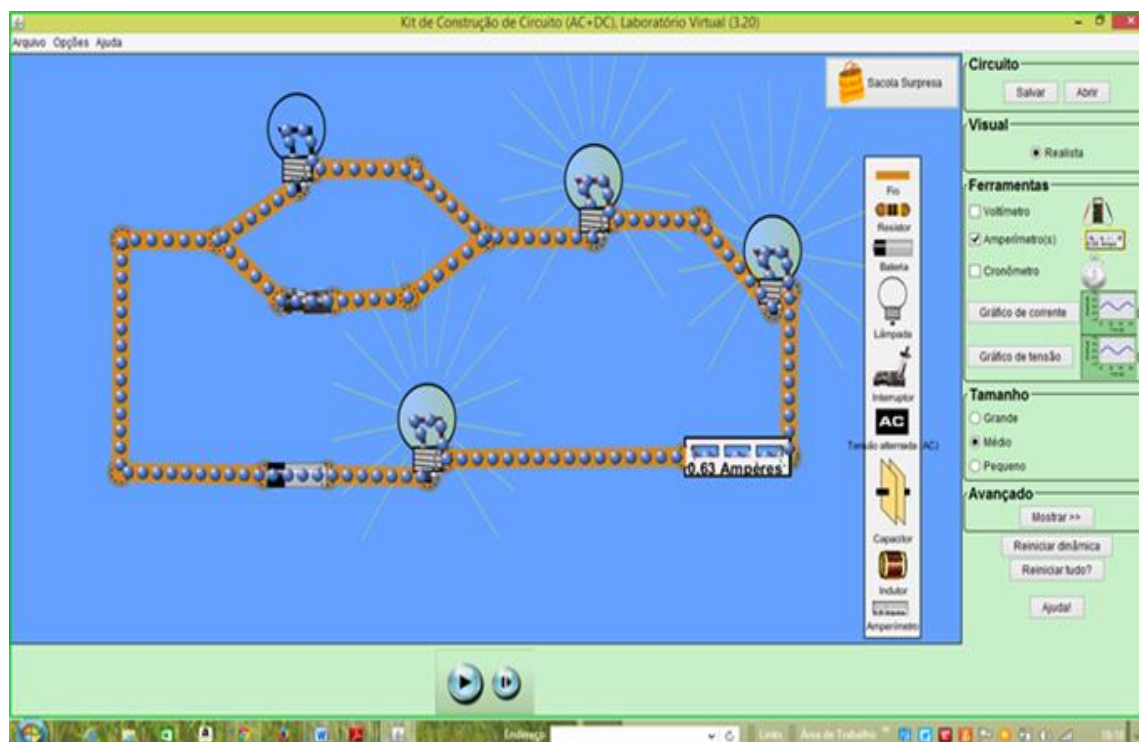


Figura 4. Atividade de Avaliação. Fonte PhET Simuladores

Respostas referentes as questões 1 e 2 da Segunda Atividade:

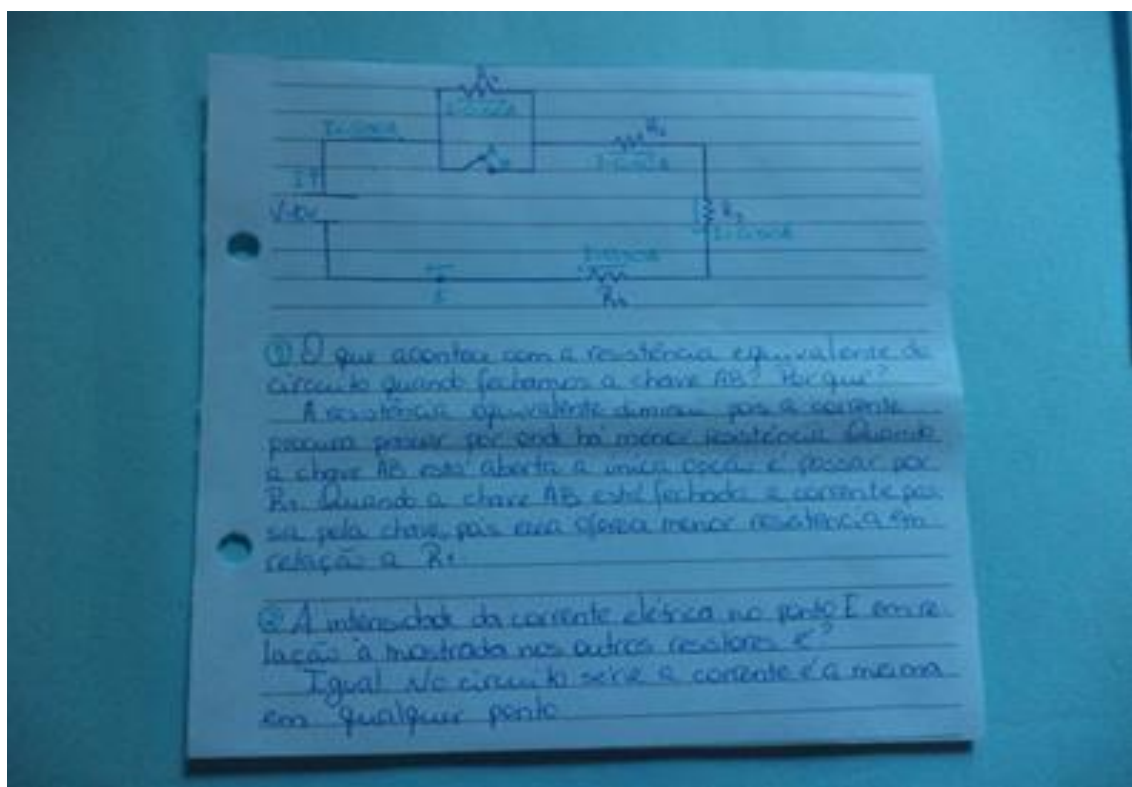


Imagem 23. da resposta da segunda atividade. Fonte Autor

Após apresentação das atividades desenvolvidas e o aporte teórico ao qual recorri para poder dar conta da análise das respostas, textos e imagens (MC) que os estudantes elaboraram, apresento no próximo capítulo o encontro com as categorias que emergiram nesta pesquisa.

CAPÍTULO VI

6.1 Encontro com as Categorias

Diante dos dados coletados e com a proposta de análise já anunciada, retomo que a proposta organizacional da Análise Textual Discursiva está estruturada pela orientação de Moraes e Galiazzi (2007) em quatro focos, em que os elementos principais são:

- *Desmontagem dos textos* (processo de unitarização) quando é feito o exame detalhado dos textos com o objetivo de fragmentá-los em unidades constituintes referentes aos fenômenos em estudo.

- *Categorização* onde se estabelecem as relações entre as unidades de base com o objetivo de combiná-las e classificá-las para a formação de conjuntos afins, formando os sistemas de categorias.

- O foco *captando o novo emergente* é o resultado do intenso mergulho nos materiais analisados nos dois eventos anteriores possibilitando o surgimento de uma nova compreensão do todo que resulta no metatexto no sentido de explicitar a compreensão da nova combinação dos elementos elaborados no decorrer dos passos anteriores.

- *Processo auto-organizado* é caracterizado pelos elementos racionalizados, de certa forma globalmente planejados, donde emergem as novas compreensões, apesar de não poderem ser previstas ainda, mesmo que o objetivo seja a concretização destas. As novas compreensões proporcionarão concretizar um meta-texto expresso em linguagem e profundidade, validade e consistência de detalhes.

Os autores argumentam que a Análise Textual Discursiva também “[...] cria espaços de reconstrução, envolvendo-se nisto diversificados elementos, especialmente a compreensão da produção de significados sobre os fenômenos investigados [...]”. (MORAES e GALIAZZI, 2006, p.117). A Análise Textual Discursiva defendida por estes autores segue um processo de unitarização em que os textos, (neste caso o material produzido pelos sujeitos da pesquisa), são separados em unidades de significado, podendo gerar outros conjuntos de unidades resultantes das interpretações feitas pelo pesquisador. A seguir torna-se necessário fazer “[...] a articulação de significados semelhantes em um processo denominado de categorização.” (Idem, 2006, p. 118), onde apresento no quadro 7, a realização da primeira etapa, na qual apresento algumas unidades de significado desta pesquisa buscando uma compreensão final do processo.

6.1.1 Recorte do começo do processo de análise onde apresento as Unidades de Significado e os Elementos Aglutinadores.

Código	Unidade de significado	Elemento aglutinador
Pseudônimo		
Hipátia	Tenho muita dificuldade de entender esta parte da Física.	Conceitos; Dificuldades de aprendizagem de circuitos elétricos simples.
Marie Curie	Esse método de utilizar simuladores é bem interessante, o conteúdo fica mais claro.	Simulação com o Software Kit de Construção de Circuitos Elétricos Simples AC/DC da PhET
Einstein	Penso que o Mapa Conceitual é útil para estudar em casa.	Construção de Mapas Conceituais
Thomson	A maquete foi a melhor atividade desenvolvida na sala de aula porque ficamos sabendo como fazer as ligações.	Construção de Maquete

Tabela 1: Processo de unitarização. Fonte Autor

Com a construção da primeira etapa que compõe as unidades de significado e os elementos aglutinadores, dando continuidade ao trabalho, passei então a estabelecer as categorias seguintes, etapa que pode ser denominada categoria inicial. Esta fase tem como característica a elaboração das relações de combinação e classificação das unidades de base.

Assim após realizar uma leitura detalhada nas escritas e nas explicações dos mapas conceituais dos alunos, dei início a análise dos dados com a retomada da etapa 2 (dois), donde emergiram novas categorias, mais complexas e abrangentes. Tais categorias contemplam as anteriores constituindo-se de 5 (cinco) categorias intermediárias a saber:

- 1) A construção de Mapas Conceituais explicados pelos alunos; Confecção de maquete de iluminação residencial;
- 2) Conectividade; Socialização dos saberes;
- 3) Importância de uma metodologia adequada;

4) Conhecimento prévio e

5) Valorização da próxima etapa.

A primeira categoria intermediária “A construção de Mapas Conceituais explicados pelos alunos” surgiu quando os alunos tiveram contato pela primeira vez com os Mapas Conceituais. Alguns fizeram uma analogia dos mapas com os esquemas utilizados para memorizar conteúdos para estudar para as provas os chamados Mapas Mentais. Assim não ofereceram nenhuma resistência para a confecção dos Mapas Conceituais pois esse era um receio, que poderia inviabilizar a utilização dos mesmos, tão logo eles acabavam de construí-los fotografavam com o celular para serem lidos mais tarde, uma vez que os MC deveriam ser entregues para posterior análise e correção.

Outro elemento que contribuiu para a formação da primeira categoria intermediária foi o desejo dos alunos em construir uma “Maquete de Iluminação Residencial”. Este trabalho surgiu da necessidade dos alunos em fazer relações dos conteúdos abordados em aula com seu cotidiano. Nesse sentido puderam fazer várias relações dos conceitos de Corrente Elétrica, Resistência Elétrica, Diferença de Potencial, Associação de Resistores, e obviamente descobriram um sentido para o estudo de tais conceitos no Ensino Médio.

A segunda categoria intermediária “Conectividade e Socialização dos Saberes” surgiu da importância que os alunos deram para a utilização dos simuladores. O fato de estarem conectados na *Web* para utilizar os simuladores e também assistir alguns vídeos do *You Tube* relativo aos tópicos estudados foi elemento de grande motivação. A inter-relação pessoal, a interatividade com os simuladores, o diálogo que se estabelecia nas aulas foram importantes para o estabelecimento da socialização dos saberes entre os alunos da turma bem como com outros colegas da escola.

A terceira categoria intermediária “A importância de uma metodologia adequada” é um fator que no meu entender interfere muito na aprendizagem, principalmente no que tange a motivação dos estudantes, para aprender a partir de uma abordagem diferenciada, aliada ao mundo tecnológico que os estudantes estão familiarizados. Certamente o entusiasmo apresentado pelos aprendizes está estreitamente ligado ao uso das tecnologias digitais, pois os mesmos já não tem mais interesse pelas aulas tradicionais com giz e quadro.

A quarta categoria intermediária “Conhecimento prévio” surgiu com a retomada de conhecimentos que os alunos já possuíam a respeito do conteúdo a ser estudado. Nesta fase ao

interpretar as unidades de significado que focalizam a retomada e a produção de novos conhecimentos, alguns alunos estavam bastante preocupados com a matéria em função da dificuldade de aprender os conceitos de eletricidade básica.

A quinta e última categoria intermediária “Valorização da próxima etapa” mostra o quanto os alunos estão afetados com o mito de que Física é difícil de aprender. Apesar das dificuldades existentes no processo de Ensino e Aprendizagem dessa disciplina eles demonstraram vontade de aprender. Estão conscientes do quanto é importante construir uma base sólida de conhecimento para as etapas posteriores à sua formação.

6.1.2 Recorte das categorias iniciais

Elementos aglutinadores	Categorias iniciais
Dificuldades relacionadas ao conceito de Corrente Elétrica, Diferença de Potencial, Resistência Elétrica.	Compreensão conceitual
Instalação Elétrica de Iluminação Residencial (Alguns elementos constitutivos); Concepções alternativas sobre esses elementos.	A construção/reconstrução dos conceitos da disciplina a partir dos subsunçores
Física é só fórmula e conta. Cópia da Matéria	Ensino mecânico
Em sala de aula, construímos um MC, depois explicamos ele... Passei a valorizar esse conhecimento...	Reflexões sobre as atividades propostas com Simuladores; Mapas Conceituais; Pré disposição para a aprendizagem
É mais interessante trabalhar com simuladores, a gente consegue entender melhor os conceitos...	Ensino com Simuladores
Foi interessante essa forma de aprender porque os colegas estavam sempre ajudando uns aos outros no uso dos simuladores.	Interação dos alunos com os Simuladores
Não sei a diferença entre os conceitos... Não consigo entender a matéria no quadro... Estudo pouco porque não me interesse por essa matéria...	Dificuldades no processo de aprendizagem

É muito chato ficar assistindo aula quando não tem sentido no que estamos vendo na aula.	
Desejo me classificar bem no ENEM Quero fazer Engenharia Elétrica. Vou fazer Química.	Preparação para o Ensino Superior
Converso muito sobre futebol. Fico viajando nessa aula. A construção da maquete foi a gostei mais... Aprendi muito mais com esse tipo de aula... A gente tem vontade que chegue a hora da aula. A conversa sobre a aula de Física é sempre legal.	(Des) Motivação

Tabela 2 – Categorias iniciais. Fonte Autor

Para a realização dessas categorias intermediárias foram realizadas várias leituras dos dados obtidos buscando uma adequada organização. E conseqüentemente surgiram outras compreensões sobre este estudo dando origem as 3 (três) categorias finais:

- 1) Aprendizagem colaborativa;
- 2) Aprendizagem significativa e
- 3) Formação dinâmica.

A tabela 2 mostra o processo de categorização que teve início com os elementos aglutinadores, categorias iniciais, intermediárias, indo até a emergência das categorias finais, formando assim o esquema de categorização à luz da metodologia defendida por Moraes e Galiazzi (2007).

Neste trabalho a convivência com os alunos, as leituras e releituras de seus trabalhos, a observação dos seus movimentos; a interação destes com os simuladores; o conteúdo estudado em aula, a construção de uma maquete e do processo dialógico estabelecido entre o pesquisador e os aprendizes, possibilitaram uma compreensão mais aprofundada proporcionando a possibilidade de construir a última etapa de análise que é justamente o metatexto.

De acordo com pesquisadores a análise textual discursiva objetiva a construção de metatextos analíticos sendo construídos a partir das categorias e subcategorias resultantes da análise. “Os metatextos são constituídos de descrição e interpretação, representando o conjunto um modo de teorização sobre os fenômenos investigados.” (MORAES e GALIAZZI, 2007, p. 32). Além disso, nessa abordagem metodológica de pesquisa “A qualidade dos textos resultantes das análises não depende apenas da validade e confiabilidade [...]” (Idem, 2007, p. 32), conseqüentemente o pesquisador pode assumir o papel de autor de seus argumentos.

Na seqüência deste texto passo a apresentar a construção de metatextos analíticos, que expressam os sentidos lidos de um conjunto de textos. Constituindo-se de descrição e interpretação, representando um modo de compreensão e teorização dos fenômenos investigados.

6.1.3 Recorte das categorias finais.

Categorias Iniciais	Categorias Intermediárias	Categorias Finais
Reflexão sobre as atividades propostas com Simuladores; Mapas Conceituais.	A construção de Mapas Conceituais explicados pelos alunos; Confeção de maquete de iluminação residencial.	Aprendizagem colaborativa
Interação dos alunos com os Simuladores	Conectividade Socialização dos saberes	
Compreensão conceitual	Importância de uma metodologia adequada	Aprendizagem significativa
Dificuldades no processo de aprendizagem		
(Des)motivação		
Pré-disposição para a aprendizagem		
Ensino com simuladores		
Ensino Mecânico		
A construção/reconstrução dos conceitos da disciplina a partir dos subsunçores	Conhecimento prévio	
Preparação para a o Ensino Superior; (Des) Motivação	A valorização da próxima etapa.	Projeção dos discentes para continuar seus estudos

Tabela 3 – Categorias finais. Fonte Autor

Por isso é que, na formação permanente dos professores, o momento fundamental é o da reflexão crítica sobre a prática. É pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática. O próprio discurso teórico, necessário à reflexão crítica, tem de ser tal modo concreto que quase se confunde com a prática. O seu "distanciamento" epistemológico da prática enquanto objeto de sua análise e maior comunicabilidade exerce em torno da superação da ingenuidade pela rigorosidade. Por outro lado, que quanto mais me assumo como estou assim, mais me torno capaz de mudar, de promover-me, no caso, do estado de curiosidade ingênua para o de curiosidade epistemológica.

PAULO FREIRE, 1996

CAPÍTULO VII

7.1 Captando o novo: As compreensões alcançadas

Neste capítulo apresento os resultados dos dados obtidos, a partir das categorias do capítulo anterior, que me permitiram uma melhor compreensão quanto a utilização dos simuladores, foco principal da proposta dessa pesquisa, enquanto recurso didático no processo de ensino e aprendizagem na construção/reconstrução de conceitos físicos pelos sujeitos investigados. Todo o processo de análise proposto volta-se nesse momento para a produção do metatexto.

Uma característica fundamental na Análise Textual Discursiva (ATD) é a produção do metatexto descritivo e interpretativo, que constitui a expressão de novos entendimentos alcançados a partir da interação do pesquisador como o *corpus* da análise. “É, portanto um esforço construtivo no sentido de ampliar a compreensão dos fenômenos investigados. É um movimento inacabado de procura de mais sentidos.” (MORAES, 2003, p. 206).

A teorização constitui-se tanto pelo interpretar como pelo inferir do pesquisador. No movimento cíclico de procura de sentidos, percebo a teoria auxiliando no exercício da interpretação, como também, a interpretação possibilitando a construção de novas teorias ou ampliação das já existentes. “Teorizar é um movimento produtivo do pesquisador.” (Idem, 2003, p. 206).

7.2 Análise das Categorias que emergiram nessa pesquisa

7.2.1 Aprendizagem Significativa

Os dados referentes às respostas dos sujeitos na Etapa inicial, sobre o Objeto de Aprendizagem acerca dos Processos de Eletrização nas atividades propostas favoreceu a identificação das concepções e a compreensão dos estudantes sobre o conteúdo estudado e este procedimento serviu como um diagnóstico motivador para o aperfeiçoamento nas etapas seguintes.

A atividade (5.6.1.1) da primeira etapa (5.6.1) teve como propósito verificar a compreensão dos estudantes sobre os conceitos dos Processos de Eletrização, partindo do conceito mais geral de Carga Elétrica. Identificar os materiais que são condutores em potencial e os que podem funcionar tanto como condutores quanto como isolantes,

dependendo das circunstâncias e condições do meio em que se encontram. E principalmente identificar que as cargas que possuem mobilidade são os elétrons.

Nas respostas obtidas nessa atividade posso inferir que as assertivas apresentam uma relação direta ao tema com afirmações esperadas, argumentação coerente e relacionadas a alguns fenômenos constatados no cotidiano. Também está implícita a noção de que as cargas que se movimentam são os elétrons, sendo estas cargas as responsáveis pelo (des)equilíbrio elétrico de substâncias quando trocam cargas entre si, inclusive, que o corpo humano participa destas interações da natureza.

Outro aspecto interessante é a valorização da sala de aula. Isto pode ser verificado na escrita de algumas respostas dos sujeitos, ao se reportarem a ela como o lugar em que se aprende. Também, se mostraram mais dispostos e motivados a aprender com a utilização dos simuladores no Laboratório de Informática. Estes são alguns aspectos determinantes que indicam que o aluno assimilou em sua estrutura cognitiva, os conceitos estudados, dessa forma percebi que a partir de um conceito mais abrangente, aconteceu o desdobramento do conceito de Carga Elétrica para outros menos inclusivos (Processos de Eletrização) por meio da Diferenciação Progressiva conforme defendem Ausubel; Novack; Hanesian (1980).

As respostas obtidas para a atividade (5.6.1.2) da primeira etapa (5.6.1) tiveram como propósito verificar a existência do conhecimento que os sujeitos tinham a respeito do conceito de Força, como subsunçor para estudar o conceito de Força Elétrica. A utilização do simulador sobre Gravitação Universal pode ser um componente importante para visualizar metaforicamente a interação dos corpos massivos através da Força Gravitacional, à semelhança da interação da Força Elétrica entre cargas elétricas.

Ausubel; Novack; Hanesian (1980) defendem que uma forma de testar se houve a Aprendizagem Significativa é propor ao estudante uma atividade que não possa ser feita sem o pleno domínio do conceito ensinado. As respostas escritas pelos estudantes indicaram que houve a Aprendizagem Significativa no processo educativo, pois o conceito de força agregou-se ao significado que os aprendizes traziam sobre campo gravitacional, ressignificando o que os indivíduos trazem em sua bagagem cognoscente.

A atividade (5.6.1.3) da primeira etapa (5.6.1) teve como objetivo a assimilação do significado dos Mapas Conceituais. Para isso elaboramos – os alunos e o professor – uma relação de palavras-chave acerca do tópico em estudo, e escrevemos estas palavras na lousa,

com a participação dos estudantes, onde esses escolheram algumas das palavras para elaborarem seus MC.

Nessa aula ocorreram algumas discussões *calorosas* em função das palavras sugeridas pelos alunos, na desconexão com o assunto. Foi necessário (re)argumentar porque determinados conceitos são mais abrangentes do que outros e justificar porque devemos conectá-los de forma hierárquica. Embora a construção destes mapas ainda apresentasse alguns problemas quanto à sua estrutura e nomenclatura, os alunos já se mostravam entusiasmados com a nova forma de estudar, pela técnica dos MC, o que considero um início do processo de Aprendizagem Significativa.

Após uma breve orientação, os alunos ficaram com a incumbência de corrigir seus mapas como tarefa de casa e apresentá-los na aula seguinte. Isto proporcionou o entendimento dos estudantes sobre o que é um MC e como pode ser traçado. Nesse momento, aproveitei a oportunidade para mostrar aos estudantes que os MC, para serem bons, não necessitam serem iguais uns aos outros. Após terem construído os seus mapas, estes foram recolhidos e eu os utilizei como um dos componentes do processo avaliativo da turma.

Nessa análise, percebi que os sujeitos ainda não consideravam a importância das palavras ou frases de ligação entre os conceitos, mas os explicaram oralmente com suas palavras, demonstrando que esse processo a partir de MC é uma estratégia adequada também para o desenvolvimento do processo de Aprendizagem Significativa. O novo conhecimento de acordo com Moreira (2011) nunca é internalizado de forma literal, porque entra em cena o elemento idiossincrático da significação.

Dito de outra forma, um professor não poderá exigir que seu aluno elabore uma mapa “correto” de algum material de ensino, mas verificar se há alguma evidência de que o aluno está aprendendo significativamente o conteúdo.

Do contrário o processo de ensino que se utiliza de Mapas Conceituais poderá desencadear em aprendizagem mecânica, pois devemos levar em consideração o dinamismo que os mapas apresentam enquanto ocorre o aprendizado. “Se a aprendizagem é significativa, a estrutura cognitiva está constantemente se reorganizando por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa [...]” (MOREIRA, 2010, p. 24), pois mapas conceituais traçados em tempos diferentes serão diferentes. Por isso a análise destes materiais deve ser qualitativa, isenta de escores numéricos, pois o objetivo principal é o de perceber se o estudante aprendeu

significativamente e se é capaz de explicar o material aprendido baseado no seu mapa conceitual.

Ao desenvolver a segunda etapa, que teve como foco principal a apropriação dos conceitos relacionados ao conteúdo de Eletricidade Básica, estudados durante o transcorrer das aulas com o auxílio dos simuladores, busquei na sedimentação desses conceitos, que os estudantes se engajassem na apropriação dos mesmos, uma vez que seu conhecimento acerca desses, estavam restrito ao senso comum. E para alcançar os objetivos, procurei com o uso dos simuladores, uma maior motivação o que possibilitou um clima de descontração e aprendizagem para o entendimento do material de estudo.

De acordo com Ausubel; Novack; Hanesian (1980) temos duas condições essenciais necessárias para a Aprendizagem Significativa - o estudante tem de mostrar predisposição para o estudo e a outra diz respeito ao material a ser aprendido, que necessariamente tem de ser potencialmente significativo para o estudante, ou seja, tem de ser incorporável à estrutura cognitiva do aluno, através de subsunçores adequados, de maneira não arbitrária e substantiva. Os dados coletados corroboram com a minha expectativa, houve respostas condizentes com o esperado dos alunos, às questões formuladas na atividade.

As respostas dos sujeitos referentes à pergunta inicial sobre Potencial Elétrico revelam que houve assimilação do tema, apesar de altamente abstrato. Considero que o simulador virtual utilizado para visualizar este conceito, contribuiu significativamente para a sua compreensão. Os alunos (Marie Curie, Michelson e Thompson) responderam adequadamente a esta questão quando fizeram referência à medida associada de nível de energia potencial de um ponto imaginário, em uma dada região, atribuindo-lhe a propriedade de campo elétrico, como consequência de uma distribuição de cargas.

Por outro lado (Aristocleia) e outros colegas da classe, ainda apresentavam alguma confusão entre os conceitos. Apesar de assimilarem o conceito de Energia Potencial Elétrica, misturaram este conceito com os estudados no tópico de Processos de Eletrização. Acredito que estes estudantes ainda não assimilaram de fato o significado dos conceitos estudados, até então. Mas, foi possível verificar que nas respostas analisadas, ficou implícito que os sujeitos tiveram uma compreensão razoável do conteúdo trabalhado, apenas não souberam expressar seu pensamento adequadamente.

A segunda questão revelou através das respostas dos alunos (Catalina, Hildegarda, Aspásia, Hipárquia, Einstein e Theano) que a ideia fundamental para a compreensão do conceito de Corrente Elétrica é uma consequência da Diferença de Potencial, aplicada a um sistema elétrico. Essa compreensão se mostrou de forma clara nas escritas dos sujeitos.

A terceira questão revelou, nas respostas dos sujeitos, que eles elaboraram suas respostas de forma sistemática, utilizando linguagem adequada e com clareza descrevem as características das associações de resistores. Percebi aqui a concepção de significado, conforme Ausubel; Novack; Hanesian (1980), que em termos conceituais os estudantes conseguiram alcançar domínio aceitável do tema de estudo.

A construção dos Mapas Conceituais referentes a Associação de Resistores atendeu às expectativas, porque os MC construídos apresentaram uma estrutura adequada ao tema em estudo e, as explicações dadas pelos sujeitos contemplaram o esperado da proposta pedagógica. Nessas construções percebi que além da possibilidade de avaliar a compreensão (construção/reconstrução) dos conceitos abordados, os alunos, também, reforçaram o que aprenderam sobre os tópicos estudados.

O resultado da Atividade (5.6.3.2) da terceira etapa (5.6.3) evidencia que além das atividades de aprendizagem por meio dos simuladores, a oportunidade de construir mais conhecimento através da consecução de uma maquete, simulando uma instalação elétrica residencial de iluminação, foi potencialmente significativa para a progressiva diferenciação dos conhecimentos que eles possuíam em termos de conceitos teóricos sobre eletricidade básica.

A oportunidade de manusear materiais como os condutores, as lâmpadas, os interruptores, as fontes de tensão, além de uma variedade de outros materiais necessários para a construção da maquete, foi um conjunto de elementos importante na formação de novos saberes.

Estes novos saberes poderiam ter ficado apenas na imaginação e, cedo ou tarde cair no esquecimento, mas o fato de poderem aplicar os conceitos de eletricidade básica e “ver com seus próprios olhos” o resultado final da construção, também, foi elemento motivador, para a forma de aprender cooperando de forma colaborativa em grupo, assim como da interação entre os grupos.

Entram em cena aqui as questões de Charlot (2011) quando defende que os alunos não tem interesse em estudar coisas que não fazem sentido para eles. O autor defende que para eles, as aulas precisam satisfazer seus desejos. E encontrar este ponto é bastante difícil, pois, os alunos carregam conhecimentos informais, que quando são confrontados com o conhecimento apresentado na escola, podem comprometer o aprendizado. A relação que os alunos estabelecem com os saberes escolares está afetada pelo aprendizado informal, que influencia enormemente o desenvolvimento dos estudantes, principalmente aqueles que interagem constantemente com as tecnologias da informação.

Na segunda atividade (5.6.3.1) questão 1, relativa a Terceira Etapa com relação aos Mapas Conceituais e suas explicações, construídos em grupo, observei a (re)significação dos saberes na perspectiva de Ausubel; Novack; Hanesian (1980), o que pode indicar que houve a apropriação dos conteúdos estudados em sala de aula.

Além de relacionarem de forma adequada o conteúdo trabalhado, identificaram os principais conceitos e os agruparam de forma hierárquica de acordo com a lógica de construção dos MC. Nesses mapas percebi que houve a identificação dos conceitos, do mais geral, no topo do mapa e, depois foram sendo agregados os demais até completar o diagrama de acordo com a Diferenciação Progressiva.

Os sujeitos aprenderam o significado dos novos conceitos através da interação com os conhecimentos específicos relevantes e por subordinação foram ancorando o novo conhecimento. A seguir, apresento um recorte do que foi escrito pelos estudantes de um grupo da turma sobre uma instalação elétrica residencial (maquete). *“Este mapa conceitual que elaboramos em grupo tem todo um contexto de material de estudo que exploramos em aula.”* (GRUPO A).

O aluno fez referência ao conteúdo visto em aula relacionando-o aos componentes funcionais de uma instalação elétrica real. O grupo de estudantes pode aplicar seu conhecimento de modo significativo. De acordo com Moreira (2010) na aprendizagem significativa, o novo conhecimento nunca é internalizado de forma literal, porque entra em cena o elemento idiossincrático da significação. De maneira que os conceitos que interagem com novos conhecimentos e que servem de base para novos significados, também, se modificam em função dessa interação, diferenciando-se progressivamente.

As duas atividades da quarta e última etapa dessa pesquisa foram definidas em termos de dificuldades conceituais que os alunos apresentavam, quando da resolução de problemas que envolviam parâmetros numéricos associados aos esquemas de associação de resistores.

Dessa forma, amparado em Ausubel; Novack; Hanesian (1980) registro um fator com forte influência na aprendizagem: a bagagem cognoscente do estudante. Logo a aprendizagem significativa tende a ocorrer desde que o professor tenha ciência das dificuldades conceituais existentes nos seus alunos. Outro fator importante foi a pré-disposição dos estudantes em querer aprender e aplicar seus conhecimentos na solução de problemas. A interação dos sujeitos com as atividades simuladas, a temática de ensino e a mediação que procurei empreender, certamente foram determinantes para que os objetivos fossem alcançados.

Ficou implícito nas respostas, que eles souberam interpretar os esquemas elétricos apresentados nas telas dos simuladores. Foram capazes de identificar que a corrente elétrica aumenta quando a resistência equivalente diminui, quando submetido à mesma diferença de potencial e, principalmente que a corrente elétrica é uma consequência dessa.

Ao trabalhar com o simulador, os estudantes desenvolveram esquemas elétricos com lâmpadas. Esse fato evidencia que os sujeitos entenderam o funcionamento das lâmpadas, à semelhança de um resistor, bem como associaram o brilho das mesmas à intensidade da corrente elétrica.

Em relação aos tipos de associação apresentados nos dois esquemas, conforme as figuras 3 e 4, os estudantes não tiveram dificuldades para interpretar as associações, identificando-as segundo as características inerentes a cada uma delas. Com essa interpretação dos alunos, como pesquisador infiro que eles foram capazes de identificar os circuitos como um sistema e identificaram as diferenças nas associações, através do manuseio das chaves, as quais tinham a função de modificar a estrutura esquemática das associações iniciais. Essa ação dos sujeitos reforça a minha compreensão de uma aprendizagem significativa.

7.2.2 Aprendizagem Colaborativa

Outro aspecto relevante na construção dos MC, diz respeito à interação entre os aprendizes. O trabalho feito em equipe proporcionou a Aprendizagem Colaborativa, uma vez que a turma teve como foco realizar as atividades dos MC em conjunto, cooperando de forma colaborativa, através do diálogo nas trocas dos saberes. Registro inicialmente que este

conceito não fazia parte do meu aporte teórico. Recorri ao mesmo no desenvolvimento da pesquisa ao perceber que, este novo elemento aparecia na interação e colaboração entre os sujeitos da turma. Considero relevante este fato, pois dentre os alunos, havia um pequeno grupo que demonstrava mais domínio dos conteúdos, mas que não interagia com os colegas. Ao propor a dinâmica de que estes estudantes circulassem pela sala e colaborassem com os demais, estabeleceu-se um espírito colaborativo na turma.

De acordo com Damiani (2009) “[...] as atividades conjuntas apresentam enorme potencial para produzir sucesso.” (p. 22) e enfatiza que as pessoas “[...] ao realizar esse tipo de trabalho, compartilham memórias, conhecimentos e modelos mentais [...]” (Idem, p. 22) facilitando o desenvolvimento de significados que ao serem discutidos nas relações entre grupos de pessoas poderão proporcionar representações mais complexas e ricas do que aquelas elaboradas individualmente.

Schlemmer (2009) em seus estudos apresenta o pensamento de alguns teóricos que desde 1920 tentam conceituar e melhor compreender os conceitos de Aprendizagem Colaborativa ou Aprendizagem Cooperativa, considerados por alguns como sinônimos. A autora afirma que “[...] no contexto das pesquisas sobre aprendizagem, esses termos possuem significados diferentes entre si.” (SCHLEMMER, 2009. p. 103). O termo cooperar vem da expressão da língua inglesa *cooperation* que compreende a divisão de tarefas com o objetivo de solucionar uma parte de um problema a ser resolvido por um grupo de pessoas, enquanto que colaborar (*collaboration*) remete a um engajamento mútuo dos participantes com a mesma intensão, mas de forma conjunta.

Nessa perspectiva, as formas de colaborar ou de cooperar no contexto educacional, podem ter relação direta com a atitude do professor ao investigar como o sujeito aprende e o que ele conhece e, também, com a metodologia adotada para o processo de Ensino e de Aprendizagem. A relação colaborativa ou cooperativa são elementos que transcendem a simples relação entre os sujeitos de um grupo. Tanto que para haver um trabalho em grupo, o grande desafio que se estabelece no contexto de Ensino e de Aprendizagem é a união e a coesão do grupo formado “[...] buscando compartilhar suas ideias, experiência e conhecimentos e esforçando-se colaborativamente e/ou cooperativamente, no sentido de alcançar coletivamente as metas estabelecidas [...]” (Idem, 2009, p. 105).

Nesse sentido o trabalho em grupo propicia aos seus integrantes por meio da colaboração e da cooperação as reflexões sobre as opiniões dos outros, em relação às suas

próprias, possibilitando uma melhor expressão das ideias formadas pela ação conjunta, favorecendo o aceitar e aprender com as críticas, a reciprocidade, o respeito mútuo e a solidariedade. Por isso tornou-se uma categoria dessa pesquisa

7.2.3 Formação Dinâmica

Esta categoria emerge nas falas dos sujeitos ao mencionarem que desejam fazer um curso universitário, como Engenharia Elétrica, Química, Sociologia, Letras, etc. Valorizam dessa forma a preparação para a próxima etapa de sua formação, projetando a continuação dos estudos. Inferi dessa forma que provavelmente continuarão sua formação em um curso universitário. Também estão conscientes das alterações que a sociedade da informação impõe às pessoas, no sentido de estarem sempre atualizando seus conhecimentos e terem a percepção de saber qual informação é mais relevante para suas ações.

Outro aspecto emergente da minha observação me fez pensar que os aprendizes se moverão por áreas diferentes, possivelmente sem nenhuma relação intrínseca de umas com as outras, mas que deverão estar preparados para conectar-se às informações de modo efetivo através da conectividade, fator imprescindível na era digital. Siemens (2004) defende que “O conectivismo apresenta um modelo de aprendizagem que reconhece as mudanças tectônicas na sociedade, onde a aprendizagem não é mais uma atividade interna, individualista,” (p. 8). Assim, o acesso ao conhecimento, que ainda não se conhece, exige a habilidade de se *plugar* às fontes destes para encontrar o que se procura. Pois na proporção que o conhecimento continua sua evolução, o acesso ao que é necessário, muitas vezes é mais importante do que o sujeito conhece.

Outro saber fundamental à experiência educativa é o que se diz respeito à sua natureza. Como professor preciso me mover com clareza na minha prática. Preciso conhecer as diferentes dimensões que caracterizam a essência da prática, o que me pode tornar mais seguro no meu próprio desempenho.

PAULO FREIRE, 1996

Considerações Finais

Ao chegar às considerações finais desse estudo, retomo o fato de estarmos vivendo com uma crescente difusão da Internet, que culminou com o surgimento de novas gerações de estudantes, os *nativos digitais*, que familiarizados desde pequenos com os dispositivos eletrônicos digitais, tem feito com que muitas das instituições educacionais se adequem a novas formas de proceder nas atividades pedagógicas a que se propõe. Refletir sobre a inclusão dos computadores como recurso que possibilitem a dinamização das ações pedagógicas, no que diz respeito à construção do conhecimento científico, provavelmente será a tônica das escolas do futuro.

Todavia a presença de computadores por si só não leva a mudanças estratégicas nas escolas. Considero que um engajamento pode potencializar a apropriação das tecnologias, por todos os sujeitos envolvidos, no processo educativo das instituições e educandários. Diante do universo de possibilidades de uso da informática no processo de Ensino e de Aprendizagem em Ciências, especialmente na Física, os Objetos de Aprendizagem tem se mostrado como facilitadores da Aprendizagem Significativa dos Conceitos da Disciplina de Física.

Assim versam alguns trabalhos citados nesta Dissertação descritos anteriormente, no capítulo II. Estes trabalhos vêm mostrando que as ferramentas digitais cognitivas são potencializadores que integram o processo de construção do conhecimento sistematizado, com o objetivo de fazer com que o aprendiz construa os conceitos a partir da interação das ideias trazidas na sua estrutura cognitiva e as novas informações apresentadas nos Objetos de Aprendizagem.

A estratégia de utilizar referencial teórico cognitivista aparece também em outros trabalhos quando o objetivo é pesquisar se os OA facilitam a aprendizagem, pois envolve a compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição. Nesta pesquisa se investigou a compreensão dos OA como facilitadores e transformadores na estrutura conceitual dos estudantes através do uso destas ferramentas com embasamento teórico da Teoria Cognitivista de Ausubel; Novack; Hanesian (1980) e dos Mapas Conceituais de Moreira (2010).

Em relação aos métodos de avaliação foram usadas atividades na forma de perguntas, exercícios, uma maquete além da construção de Mapas Conceituais, como principal meio de avaliação. Também foi aplicado um questionário de opinião sobre o uso do computador e do

uso dos objetos de aprendizagem virtuais, tentando situar uma análise do seu conteúdo pedagógico.

Esta investigação qualitativa deu-se sob a perspectiva de um estudo de caso, e análise dos dados à luz da análise textual discursiva com o uso de estratégias diversificadas para a coleta de dados na forma de perguntas, construção de mapas conceituais e a construção de uma maquete. As aulas a partir do final do primeiro trimestre foram todas dadas pelo pesquisador, proporcionando um contato direto com os sujeitos desta pesquisa durante o transcorrer do ano letivo. Foram utilizados vários objetos de aprendizagem virtuais e um real (maquete). Entretanto apenas quatro destes fizeram parte efetiva da investigação quanto ao objetivo da pesquisa (processos de eletrização, diferença de potencial, corrente elétrica e associação de resistores). Estes objetos encontram-se descritos no corpo da dissertação. Os outros objetos serviram de facilitadores auxiliares na compreensão dos conceitos estudados durante as aulas ministradas.

A fase de coleta de dados, embora tenha sido constantemente realizada pela observação durante as aulas, se deu em momentos que considero altamente significativas, pois nesse momento busquei minha interpretação acerca do uso dos simuladores. Considerei quatro etapas essenciais para a coleta dos dados na busca de evidências da aprendizagem significativa dos estudantes. Nestas etapas, bem como durante o transcorrer das aulas, a metodologia esteve centrada nos alunos e na participação destes nas atividades propostas.

A elaboração das atividades foi baseada em perguntas diretas sobre os conteúdos abordados nas aulas, buscando uma maneira clara, objetiva e precisa na linguagem usual dos sujeitos que tem conotação informal. Isto facilitou o entendimento nas relações didático pedagógicas e as respostas que obtive nessas ações. Percebi que existem contribuições importantes dos objetos de aprendizagem utilizados para a aprendizagem significativa dos conceitos de Física assim como a aprendizagem colaborativa.

Nos trabalhos analisados sobre a utilização de objetos de aprendizagem, apesar de apresentarem sugestões e aplicações para o ensino, não tiveram objetivamente o estudo de vários objetos de aprendizagem no ensino formal e com diferentes estratégias metodológicas. Estes por sua vez defendem que antes da utilização dos mesmos é importante uma abordagem teórica inicial para posteriormente reforçar o conteúdo estudado na forma tradicional.

Nessa investigação os objetos de aprendizagem foram utilizados concomitantemente com as abordagens teóricas. Embora os simuladores sejam bastante simples, a metodologia escolhida é pertinente à proposta do projeto que foi o de avaliar os objetos de aprendizagem como introdutores de um conceito novo e como reforçadores deste. Considero essa abordagem um diferencial importante com relação ao trabalho realizado, porque a motivação no processo de Ensino e Aprendizagem foi relevante. Isto vem contribuir para a teoria pedagógica de Ausubel; Novack; Hanesian (1980) que consideram o elemento motivador um dos requisitos essenciais para que ocorra a aprendizagem significativa. A interatividade, o manuseio dos simuladores e o ambiente de aprendizagem que se estabeleceu por parte dos sujeitos reforçam ainda mais a motivação referida.

Os objetos de aprendizagem podem ser considerados ferramentas educacionais, que favorecem a contraposição dos estudantes de suas concepções alternativas com os conceitos fundamentados sistematicamente, pela transposição didática baseada em concepções científicas. Também auxiliam na organização dos conhecimentos prévios, facilitam a compreensão dos conceitos altamente abstratos, proporcionam a interdisciplinaridade com aplicações práticas quanto à compreensão dos fenômenos físicos com sentido e significado.

Em relação ao uso dos mapas conceituais, como ferramenta didática, parece provável que estes conduzem os estudantes a elucidarem quais os conceitos mais relevantes e quais as suas conexões com os temas abordados durante as aulas. A utilização dos mapas conceituais, enquanto estratégia didática pedagógica, mostrou-se pertinente em atender os objetivos qualitativos da pesquisa de investigar as contribuições dos objetos de aprendizagem, na construção/reconstrução de conceitos da disciplina de Física pelos estudantes do Ensino Médio.

Os primeiros mapas elaborados pelos alunos ficaram muito diferentes entre si, pouco claros e confusos, o que confirma que a construção de mapas de conceitos são construções pessoais e idiossincráticas. Mostram claramente a (des)estabilidade dos conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Sua análise sugere campo fértil para a avaliação das atividades realizadas pelos estudantes no que se refere à compreensão significativa dos conceitos estudados. Justifico esta constatação pelo fato de que os objetos de aprendizagem utilizados (simuladores, vídeos e maquete) estão mais próximos da realidade dos alunos, conferindo maior entendimento dos conceitos abordados do que o simples texto escrito nas aulas tradicionais de grande parte dos professores.

Com o emprego da estratégia dos mapas conceituais constatei que a organização e discussão dos conceitos dispostos em um mapa de conceitos, permitiu que os estudantes passassem a utilizá-los também como forma de organizar e estudar os conteúdos, motivando a participação dinâmica de estudo em sala de aula. Serviram também ao propósito desta pesquisa para serem utilizados como meio de avaliação do desempenho dos estudantes quanto à apropriação de conceitos. Os mapas conceituais referentes à construção da maquete de iluminação residencial e os mapas referentes a associação de resistores e destes com a teoria da associação de resistores mostra claramente que é possível constatar a aprendizagem dos conceitos estudados.

Esta pesquisa revelou que os objetos de aprendizagem podem contribuir para a construção/reconstrução de conceitos da disciplina de Física, representando mais uma alternativa à disposição dos professores, para as mudanças necessárias na forma de trabalhar e promover metodologias de ensino mais adequadas às gerações da atual sociedade digital. Os objetos de aprendizagem fundamentados na teoria de Ausubel; Novack; Hanesian (1980) podem atuar como organizadores prévios porque proporcionam as condições cognitivas para a aprendizagem dos conceitos, para posteriormente dar sequência a aprendizagem sistematizada pela Matemática.

E finalizando a escrita dessa dissertação reafirmo que o compromisso de desmistificar a ideologia instalada pelo sistema de ensino no Brasil, através de atos simples e potencialmente efetivos contrários à reprodução conteudista, deveria ser o compromisso de todos os docentes. (Re)inventando o espaço da sala de aula no sentido de educar as crianças, adolescentes, jovens e adultos para a vida. Assim estaremos preparando essas pessoas, para pensar criticamente sobre a realidade do mundo bem como do contexto social em que estão inseridas.

É o saber da História como possibilidade e não como determinação. O mundo não é. O mundo está sendo. Como subjetividade curiosa, inteligente, interferidora na objetividade com que dialeticamente me relaciono, meu papel no mundo não é só o de quem constata o que ocorre mas também o de quem intervém como sujeito de ocorrências.

PAULO FREIRE, 1996

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, J. B. A evolução do Ensino de Física no Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 1, n. 2, 1979. Disponível em: <www.sbfisica.org.br>. Acesso em: 20/04/2014 às 10h e 29 min.

AZEVEDO, F. de. A cultura Brasileira. 3ª Edição. Rio de Janeiro. IBGE. 1958. In **Revista Brasileira de Educação**. Disponível em: <www.scielo.br>. Acesso em: 12/03/2014 às 13h.

AUDINO, D. F. NASCIMENTO, R. da S. Objetos de Aprendizagem – Diálogos Entre Conceitos e Uma Nova Proposição Aplicada à Educação. **Revista Contemporânea de Educação**. v. 5, n. 10, jul/dez 2010. Acesso em 13/09/2013 às 23h.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

AUSUBEL, D. P. NOVACK, J. D. HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Interamericana. 1980

BACHELARD, G. **A Epistemologia**. Trad. GODINHO, L. F. Lisboa: Ed. 70. 2006.

_____ **A formação do espírito científico**. Trad. ABREU, S. E. Rio de Janeiro: Contraponto Ltda. 1996.

_____ **A Formação do Espírito Científico**. Trad. ABREU, S. E. 9ª Ed. Rio de Janeiro: Contraponto Ltda. 2011.

_____ **O Novo Espírito Científico**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro. 1985

_____ **A epistemologia**. Trad. GODINHO, F. L. OLIVEIRA, M. C. Lisboa: Ed. 70. 1971.

BARROS, S. S. Reflexões Sobre os 30 Anos da Pesquisa em Ensino de Física. ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA. Ago. 2002. Águas de Lindóia. Atas do **VIII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2002. (CD-ROM-Conferência)

BASTOS, C.A.R. **Curso Hipermídia Interativo de Física: Adaptação de Um Curso Presencial Através do Uso de Objetos de Aprendizagem**. 2005. Dissertação de Mestrado em Informática. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2005.

BEHAR, P. A. **Objetos de aprendizagem para educação a distância**.

_____ In: BEHAR, P. A. **Modelos pedagógicos em educação a distância**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

BETTO, Frei **A construção do sentido**. ALAI, América Latina em Movimento; Agencia Latinoamericana de Información. Disponível em: <alinet.org/active/6037&lang=es>. Acesso em 10/02/2014 às 11h 10 min.

BETZ, M. LIMA, I. MUSSATO, G. Dualidade Onda-Partícula: Um Objeto de Aprendizagem Baseado no Interferômetro de Mach-Zender. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, 2009. São Paulo

BORCELLI, A. F. COSTA, S.S.C. Animação Interativa: Um Material Potencialmente Significativo Para a Aprendizagem de Conceitos em Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11, 2008, Curitiba. Resumos do **XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2008.

BOZZATO, C. V. **A Qualificação do Ensino de Ciências Através da Pedagogia de Projetos**. Curitiba: Appris Ltda, 2014.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei nº 9394/96**, de 20 de Dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.

CHARLOT, B. **Da Relação com o Saber: Elementos para uma teoria**. Trad. MAGNE, B. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

CARVALHO, A. M. P. VANNUCCHI A. O Currículo de Física: Inovações e Tendências dos Anos Noventa. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v.1, n.1, abril 1996. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/ienci/?go=home>> Acesso em 10/14/2014 às 12h.

DORNELES, P. F. T. **Investigação de Ganhos na Aprendizagem de Conceitos Físicos Envolvidos em Circuitos Elétricos Por Usuários da Ferramenta Computacional Modellus**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre; 2005. Disponível em: <www.lume.ufrgs.br/handle/10183/6982> Acesso em: 26/08/2013 às 23h.

FIOLHAIS, C. TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Vol. 25, n. 3, Setembro de 2003. Disponível em: <www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v25_259.pdf>. Acesso em: 22/10/2013, às 14 h.

FRANCA, S. J. L.; O método pedagógico dos Jesuítas: Introdução e Tradução. Rio de Janeiro: Livraria Agir Editora, 1952 In **Revista Brasileira de Educação** Disponível em: <www.scielo.br>; Acesso em: 24/04/2014 às 14h 20 min.

FREIRE, P. **Educação e Mudança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

_____ **Pedagogia da Autonomia**. São Paulo: Cortez, 1996.

_____ **Educação e Realidade Brasileira**. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2003

GERMANO, J. W. **Estado Militar e Educação no Brasil (1964- 1985)**. São Paulo: Cortez, 1994.

HALMENSCHLAGER & GEHLEN. Bachelard e a educação em ciências: uma revisão em periódicos brasileiros In: **Atas do XVIII Simpósio nacional de ensino de física**. Vitória; 2009. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_bachelardeaeducacaoemcie.trabalho.pdf> Acesso em: 12/01/2014, 23h 23min.

HARWOOD, J. **Filosofia: Um guia com as ideias de 100 grandes pensadores**. Trad. MONTEIRO, H. São Paulo: Planeta, 2013.

GORZONI, P. Grandes Mulheres. **Revista Filosofia**. Disponível em: <filosofia.uol.com.br/filosofia/ideologia-sabedoria/24/artigo178015-2asp> Acesso em: 14/12/2014, 19h 45min.

GIL, A. C.; **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas S.A., 2010.

KUHN. T.; **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 5ª ed. São Paulo: Perspectiva, 1998

Lei 5692/71 **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5692.htm>. Acesso em: 20/03/2012 às 14h.

LÈVY, P. **Cibercultura**. Trad. COSTA, C. I. São Paulo: 34, 1999.

LIBÂNEO J. C. OLIVEIRA J. F. TOSCHI M. S. **Educação Escolar: Políticas Estrutura e Organização** 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2005. Coleção Docência em Formação.

LÜDKE, M. ANDRÉ, M.; **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo, 1986

MATTOS, L. A. Primórdios da Educação no Brasil – o período heróico (1549 a 1570). Rio de Janeiro. Gráfica Editora Aurora Ltda 1958. In **Revista Brasileira de Educação**. Disponível em: <www.scielo.br> Acesso em: 24/04/2014 as 14 h e 30 min.

MARTINS de A. R. Arquimedes e a Coroa do Rei: Problemas Históricos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. vol. 17, n.2, p.121. Florianópolis; 2000.

MÁXIMO, A. ALVARENGA, B. **Física: Volume Único**. São Paulo: Scipione Ltda. 1997

MELO, A. C. S. **Contribuições da epistemologia histórica de Bachelard no estudo da evolução dos conceitos da óptica**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. SC. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n1/v13n1a07>> Acesso em: 25/04/2013 às 13h 20min.

MEURER, Z. H.; **Ensino de Ciências na 5ª Série Através do Software Educacional: O Despertar Para a Física**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Instituto de Física Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2008.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. vol. 24, n. 2; Junho, 2002.

MORAES, R. GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2007.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Centauro, 2010. 80 p.

MOREIRA, J. E. Divulgando Física pela Internet. **Física na Escola**. São Paulo, v. 1, n. 1, p. 9-11; out. 2000.

OLIVEIRA, R. J. **A Escola e o Ensino de Ciências**. São Leopoldo: Unisinos, 2000. 140p.

PIETROCOLA, M. PINHEIRO, T. de F. FILHO, J. de P. A. **Ensino de Física: Conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora** Florianópolis: UFSC. 2001, p. 236.

PRENSKY, M. **Digital natives, Digital Immigrants**. In ICB University Press, Vol. 9 n. 5; Disp. em: <www.marcprensky.com> October 2001; Acesso em: 12/11/2014; 11h 23min.

ROMERO, T. R. L. ANDRADE, R. PIETROCOLA, M. Parâmetros para análise de roteiros de objetos de aprendizagem. In SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009. **Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA**. Vitória, Espírito Santo, jan. 2009. Disponível em: <<http://snef2009.org>>. Acesso em: 12/02/2013; 16h 3min.

ROQUE, M.; Uma Tempestade de Luz: A Compreensão Possibilitada Pela Análise Textual Discursiva; **Ciência e Educação**, V.9, n.2; p. 191 – 211; 2003; Disponível em: <www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/04.pdf> Acesso em: 10/02/2010; 15h 15min.

SALEM, S. KAWAMURA, M.R. Dissertações e Teses em Ensino de Física no Brasil: 1972-2005. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009 Vitória. **Atas do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA**. Vitória, Espírito Santo, jan. 2009; Disponível em: <<http://snef2009.org>> Acesso em: 12/ 02/13; 15h 56min.

SALES, G.L. et al. Atividade de Modelagem Exploratória Aplicada de Física Moderna com a Utilização do Objeto de Aprendizagem Pato Quântico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 30. São Paulo, 2008.

SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. São Paulo: Autores Associados, 2005.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23ª ed. São Paulo: Cortez, 2007

SANTOS, B. de S. **Um Discurso Sobre as Ciências**. Porto: Edições Afrontamento, 1995.

SIEMENS, G. Uma Teoria de Aprendizagem para a Idade Digital. 2004. Disponível em: <<http://usuarios.upf.br/~teixeira/livros/conectivismo%5Bsiemens%5D.pdf>>; Acesso em: 10/10/2014 às 10 h.

SCHLEMMER, E. **Telepresença**. Curitiba: IESDE Brasil S.A, 2009, 180p.

TRÓPIA, G. & CALDEIRA, A. D. **Vínculos entre a relação com o saber de Bernard Charlot e categorias bachelardiana.** Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faced/article/viewFile/5227/6787>>; Acesso em 28/08/2012; 11h22 min.

UNESCO, Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura Padrões de Competência em TIC para professores. **Módulos de Padrão de Competência.** Disponível em: <<http://www.unesco.org/en/competency-standards-teachers>>.

You Tube **Como se formam os raios.** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=IwIOZo1UQ6M>>. Acesso em: 10/04/2014.

VOGLER, M.; **Objetos de Aprendizagem para Aplicações no Ensino de Física.** 2005. Dissertação (Mestrado em Física); Instituto Tecnológico de Aeronáutica de São Paulo. São José dos Campos: São Paulo, 2005.

APÊNDICE A – PLANOS DE AULA



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE**

PLANO DE AULA INTRODUTÓRIO

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

ESCOLA ESTADUAL PROFESSORA SYLVIA MELO

DISCIPLINA DE FÍSICA

TURMA 3013 DO TERCEIRO ANO

PROFESSORA RESPONSÁVEL ÂNGELA MARTINS

PROFESSOR PESQUISADOR ADERLEI DÉLIO KNUTH

2. TEMPO DE DURAÇÃO DA AULA

1 (uma) aula de 45 min.

CONTEÚDO A SER TRABALHADO

Simuladores PhET

3. OBJETIVOS

3.1 DE ENSINO

Apresentação dos simuladores PhET.

3.2 DE APRENDIZAGEM

Atividade livre com um simulador escolhido pelos alunos, compartilhando expectativas, para a descoberta do uso dos Simuladores.

1) Dinâmica inicial: Propor aos alunos uma atividade com o objetivo de introduzir um tema de sua escolha de acordo com o simulador que eles escolherem.

2) Conversa sobre a atividade realizada, compartilhando as expectativas, dúvidas e aprendizagens realizadas.

4) Conversa sobre as dificuldades e facilidades encontradas.

6) Finalização da aula com registro das aprendizagens no diário de bordo.

5. PRÉ-REQUISITOS

Domínio básico das ferramentas de navegação pela *Internet*.

6. PROCEDIMENTO

Segue os princípios da Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1980), com uma sondagem dos conhecimentos que os aprendizes tem em sua bagagem cognitiva acerca do assunto, através de perguntas e construção de um mapa conceitual desses conhecimentos (Conceitos diretamente relacionados ao tópico) que a turma possuir.

7. MATERIAL DIDÁTICO

Computadores;

Simulador PhET

8. BIBLIOGRAFIA

Simuladores PhET; Disp. em: http://phet.colorado.edu/pt_br



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE**

PLANO DE AULA 1

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

ESCOLA ESTADUAL PROFESSORA SYLVIA MELO

DISCIPLINA DE FÍSICA

TURMA 3013 DO TERCEIRO ANO

PROFESSORA RESPONSÁVEL ÂNGELA MARTINS

PROFESSOR PESQUISADOR ADERLEI DÉLIO KNUTH

2. TEMPO DE DURAÇÃO DA AULA

1 (uma) aula de 45 min.

3. CONTEÚDO A SER TRABALHADO

Mapas Conceituais

4. OBJETIVOS

4.1 DE ENSINO

Introdução do tema a ser abordado.

Demonstrar a construção dos Mapas Conceituais.

4.2 DE APRENDIZAGEM

Compreender a construção de um Mapa Conceitual e sua finalidade;

Construir um Mapa Conceitual;

Discussão sobre os Mapas Conceituais.

5. PROCEDIMENTO

Segue os princípios da Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1980), com uma sondagem dos conhecimentos que os aprendizes têm em sua bagagem cognitiva acerca do assunto, através de perguntas e a construção de um mapa conceitual desses conhecimentos (Conceitos diretamente relacionados ao tópico) que a turma possui.

6. MATERIAL DIDÁTICO

Quadro e giz.

7. AVALIAÇÃO

Construção de um Mapa Conceitual.

8. BIBLIOGRAFIA

MOREIRA, M. A.; **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**; Ed. Centauro, São Paulo, 2010.



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE**

PLANO DE AULA 2

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

ESCOLA ESTADUAL PROFESSORA SYLVIA MELO

DISCIPLINA DE FÍSICA

TURMA 3013 DO TERCEIRO ANO

PROFESSORA RESPONSÁVEL ÂNGELA MARTINS

PROFESSOR PESQUISADOR ADERLEI DÉLIO KNUTH

2. TEMPO DE DURAÇÃO DA AULA

1 (uma) aula de 45 min.

3. CONTEÚDO A SER TRABALHADO

Modelos Atômicos

3. OBJETIVOS

3.1 DE ENSINO

Compreender o conceito de Modelo Atômico

3.2 DE APRENDIZAGEM

Relacionar o conceito de Modelo Atômico à constituição da matéria.

4. PRÉ-REQUISITOS

Conceito de Átomo.

5. PROCEDIMENTO

Segue os princípios da Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1980), com uma sondagem dos conhecimentos que os aprendizes tem em sua bagagem cognitiva acerca do assunto, através de perguntas e construção de um mapa conceitual desses conhecimentos (Conceitos diretamente relacionados ao tópico) que a turma possuir.

6. MATERIAL DIDÁTICO

Quadro e giz;

Computadores;

Simulador PhET.

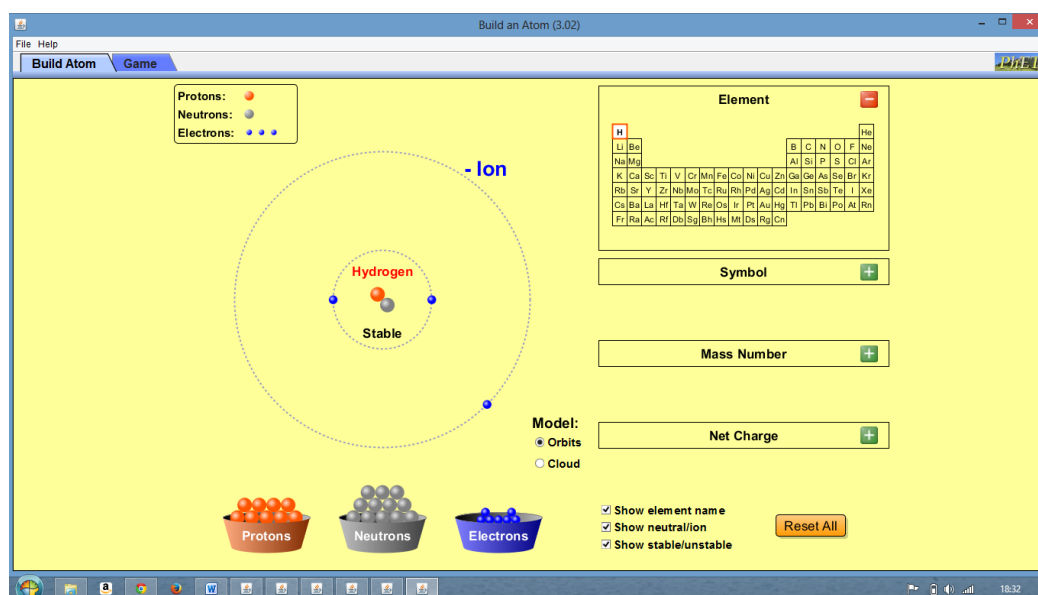


Figura 5. Simulador Construa um átomo. Disp. em: http://phet.colorado.edu/pt_br

7. AVALIAÇÃO

Construção de Mapa Conceitual sobre Modelo Atômico.

8. OBSERVAÇÕES

O simulador será utilizado on-line pelos alunos.

9. BIBLIOGRAFIA

MÁXIMO, A. ALVARENGA, B.; **Curso de Física Vol. 3**; Ed. Scipione, São Paulo, 1997.

Simuladores PhET; Disp. em: http://phet.colorado.edu/pt_br



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE**

PLANO DE AULA 3

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

ESCOLA ESTADUAL PROFESSORA SYLVIA MELO

DISCIPLINA DE FÍSICA

TURMA 3013 DO TERCEIRO ANO

PROFESSORA RESPONSÁVEL ÂNGELA MARTINS

PROFESSOR PESQUISADOR ADERLEI DÉLIO KNUTH

2. TEMPO DE DURAÇÃO DA AULA

3 (três) aulas de 45 min.

3. CONTEÚDO A SER TRABALHADO

Carga Elétrica e Processos de Eletrização

3. OBJETIVOS

3.1 DE ENSINO

Compreender o conceito de Carga Elétrica e os Processos de Eletrização por Contato, Atrito e Indução.

3.2 DE APRENDIZAGEM

Relacionar o conceito de Carga Elétrica com os fenômenos elétricos vivenciados pelos alunos no cotidiano e entender que a carga elétrica que possui mobilidade nesses processos é o elétron.

4. PRÉ-REQUISITOS

Noções sobre a estrutura atômica da matéria.

5. PROCEDIMENTO

Segue os princípios da Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1980), com uma sondagem dos conhecimentos que os aprendizes tem em sua bagagem cognitiva

acerca do assunto, através de perguntas e construção de um mapa conceitual desses conhecimentos (Conceitos diretamente relacionados ao tópico) que a turma possui.

6. MATERIAL DIDÁTICO

Quadro e giz;

Computadores;

Simulador PhET.

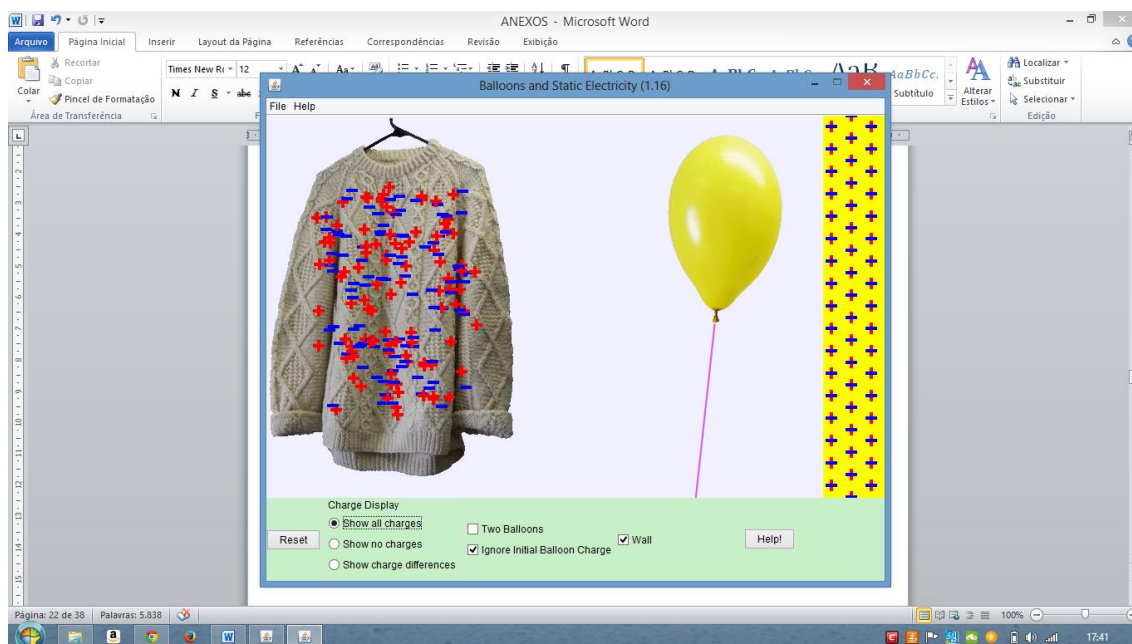


Figura 6. Simulador Balões e Eletricidade Estática. Disp. em: : http://phet.colorado.edu/pt_br

7. AVALIAÇÃO

Construção de Mapa Conceitual sobre Carga Elétrica e Processos de Eletrização.

8. OBSERVAÇÕES

O simulador será utilizado on-line pelos alunos.

9. BIBLIOGRAFIA UTILIZADA

MÁXIMO, A. ALVARENGA, B.; **Curso de Física Vol. 3**; Ed. Scipione, São Paulo, 1997.

Simuladores PhET; Disp. em: http://phet.colorado.edu/pt_br



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE**

PLANO DE AULA 4

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

ESCOLA ESTADUAL PROFESSORA SYLVIA MELO

DISCIPLINA DE FÍSICA

TURMA 3013 DO TERCEIRO ANO

PROFESSORA RESPONSÁVEL ÂNGELA MARTINS

PROFESSOR PESQUISADOR ADERLEI DÉLIO KNUTH

2. TEMPO DE DURAÇÃO DA AULA

2 (duas) aula de 45 min.

3. CONTEÚDO A SER TRABALHADO

Campo Elétrico e Potencial Elétrico

3. OBJETIVOS

3.1 DE ENSINO

Compreender o conceito de Campo Elétrico e Potencial Elétrico.

3.2 DE APRENDIZAGEM

Relacionar o conceito de Potencial Elétrico com o de Potencial Gravitacional Terrestre.

4. PRÉ-REQUISITOS

Gravitação Universal

5. PROCEDIMENTO

Segue os princípios da Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1980), com uma sondagem dos conhecimentos que os aprendizes tem em sua bagagem cognitiva acerca do assunto, através de perguntas e construção de um mapa conceitual desses conhecimentos (Conceitos diretamente relacionados ao tópico) que a turma possuir.

6. MATERIAL DIDÁTICO

Quadro e giz;

Computadores;

Simulador PhET.



Figura 7. Simulador Gravity and Orbits. Disp. em: [Http://phet. Colorado.edu/pt_br](http://phet.colorado.edu/pt_br)

7. AVALIAÇÃO

Construção de Mapa Conceitual sobre Campo.

8. OBSERVAÇÕES

O simulador será utilizado on-line pelos alunos.

9. BIBLIOGRAFIA UTILIZADA

MÁXIMO, A. ALVARENGA, B.; **Física Vol. 3**; Ed. Scipione, São Paulo, 1997.

Simuladores PhET; Disp. em: http://phet.colorado.edu/pt_br



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE**

PLANO DE AULA 5

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

ESCOLA ESTADUAL PROFESSORA SYLVIA MELO

DISCIPLINA DE FÍSICA

TURMA 3013 DO TERCEIRO ANO

PROFESSORA RESPONSÁVEL ÂNGELA MARTINS

PROFESSOR PESQUISADOR ADERLEI DÉLIO KNUTH

2. TEMPO DE DURAÇÃO DA AULA

1 (uma) aula de 45 min.

3. CONTEÚDO A SER TRABALHADO

Conceito de Diferença de Potencial

3. OBJETIVOS

3.1 DE ENSINO

Compreender o conceito de Diferença de Potencial.

3.2 DE APRENDIZAGEM

Relacionar o conceito de Diferença de Potencial a fontes de energia e identificar algumas fontes de Diferença de Potencial.

4. PRÉ-REQUISITOS

Campo Elétrico, Potencial Elétrico.

5. PROCEDIMENTO

Segue os princípios da Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1980), com uma sondagem dos conhecimentos que os aprendizes tem em sua bagagem cognitiva acerca do assunto, através de perguntas e construção de um mapa conceitual desses conhecimentos (Conceitos diretamente relacionados ao tópico) que a turma possuir.

6. MATERIAL DIDÁTICO

Quadro e giz;

Computadores;

Simulador PhET.

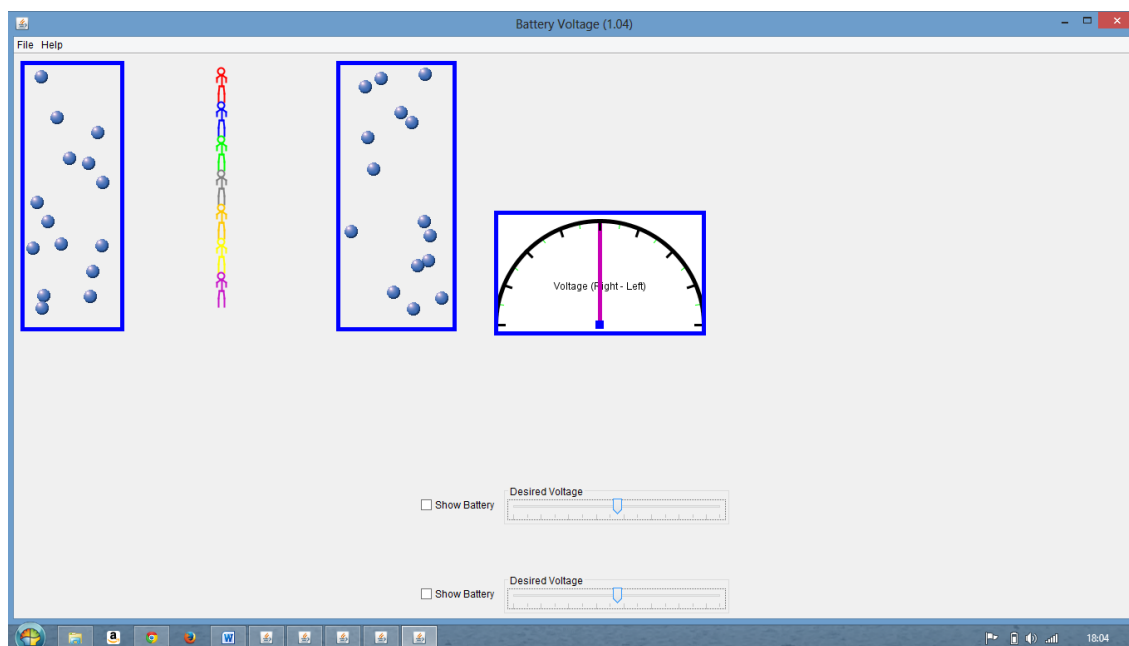


Figura 8. Simulador Tensão de Bateria. Disp. em: http://phet.colorado.edu/pt_br

7. AVALIAÇÃO

Construção de Mapa Conceitual sobre Diferença de Potencial.

8. OBSERVAÇÕES

O simulador será utilizado on-line pelos alunos.

9. BIBLIOGRAFIA UTILIZADA

MÁXIMO, A. ALVARENGA, B.; **Física Vol. 3**; Ed. Scipione, São Paulo, 1997.

Simuladores PhET; Disp. em: http://phet.colorado.edu/pt_br



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE**

PLANO DE AULA 6

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

ESCOLA ESTADUAL PROFESSORA SYLVIA MELO

DISCIPLINA DE FÍSICA

TURMA 3013 DO TERCEIRO ANO

PROFESSORA RESPONSÁVEL ÂNGELA MARTINS

PROFESSOR PESQUISADOR ADERLEI DÉLIO KNUTH

2. TEMPO DE DURAÇÃO DA AULA

Duas aulas de 45 min.

3. CONTEÚDO A SER TRABALHADO

Corrente elétrica;

Corrente Elétrica Contínua e Corrente Elétrica Alternada.

3. OBJETIVOS

3.1 DE ENSINO

Compreender o conceito de Corrente Elétrica.

3.2 DE APRENDIZAGEM

Relacionar o conceito de Corrente Elétrica com os fenômenos elétricos vivenciados pelos alunos no cotidiano e entender que a Corrente Elétrica é uma consequência da Diferença de Potencial Elétrica. Compreender que a Corrente Elétrica não é consumida pelos dispositivos elétricos que são percorridos por ela, mas que há uma variação na energia desta, mas sua intensidade não se modifica.

4. PRÉ-REQUISITOS

Diferença de Potencial

5. PROCEDIMENTO

Segue os princípios da Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1980), com uma sondagem dos conhecimentos que os aprendizes tem em sua bagagem cognitiva acerca do assunto, através de perguntas e construção de um mapa conceitual desses conhecimentos (Conceitos diretamente relacionados ao tópico) que a turma possuir.

6. MATERIAL DIDÁTICO

Quadro e giz;

Computadores;

Simulador PhET.

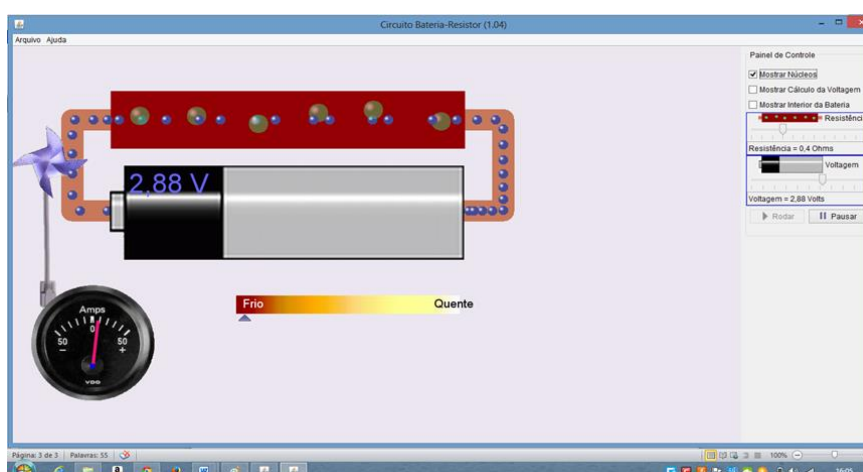


Figura 9. Simulador Circuito Bateria Resistor. Disp. em : http://phet.colorado.edu/pt_br

7. AVALIAÇÃO

Construção de Mapa Conceitual sobre Corrente Elétrica.

8. OBSERVAÇÕES

O simulador será utilizado on-line pelos alunos.

9. BIBLIOGRAFIA UTILIZADA

MÁXIMO, A. ALVARENGA, B.; **Curso de Física Vol. 3**; Ed. Scipione, São Paulo, 1997

Simuladores PhET; Disp. em : http://phet.colorado.edu/pt_br



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE**

PLANO DE AULA 7

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

ESCOLA ESTADUAL PROFESSORA SYLVIA MELO

DISCIPLINA DE FÍSICA

TURMA 3013 DO TERCEIRO ANO

PROFESSORA RESPONSÁVEL ÂNGELA MARTINS

PROFESSOR PESQUISADOR ADERLEI DÉLIO KNUTH

2. TEMPO DE DURAÇÃO DA AULA

1 (uma) aula de 45 min.

CONTEÚDO A SER TRABALHADO

Circuitos Elétricos

3. OBJETIVOS

3.1 DE ENSINO

Compreender o conceito de Circuito Elétrico

3.2 DE APRENDIZAGEM

Relacionar o conceito de Circuito Elétrico com os elementos de construção dos aparelhos eletro/eletrônicos utilizados no cotidiano e entender em linhas gerais como eles são construídos.

4. PRÉ-REQUISITOS

Diferença de Potencial, Corrente Elétrica, Resistência Elétrica, Condutores e Isolantes.

5. PROCEDIMENTO

Segue os princípios da Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1980), com uma sondagem dos conhecimentos que os aprendizes tem em sua bagagem cognitiva acerca do assunto, através de perguntas e construção de um mapa conceitual desses conhecimentos (Conceitos diretamente relacionados ao tópico) que a turma possuir.

6. MATERIAL DIDÁTICO

Quadro e giz;

Computadores;

Simulador de Circuitos e Elétricos

7. AVALIAÇÃO

Construção de Mapa Conceitual sobre Circuitos Elétricos

8. OBSERVAÇÕES

O simulador será utilizado on-line pelos alunos.

9. BIBLIOGRAFIA

MÁXIMO, A. ALVARENGA, B.; **Curso de Física Vol. 3**; Ed. Scipione, São Paulo, 1997

Simuladores PhET; Disp. em: http://phet.colorado.edu/pt_br



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE**

PLANO DE AULA 8

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

ESCOLA ESTADUAL PROFESSORA SYLVIA MELO

DISCIPLINA DE FÍSICA

TURMA 3013 DO TERCEIRO ANO

PROFESSORA RESPONSÁVEL ÂNGELA MARTINS

PROFESSOR PESQUISADOR ADERLEI DÉLIO KNUTH

2. TEMPO DE DURAÇÃO DA AULA

3 (três) aulas de 45 min.

CONTEÚDO A SER TRABALHADO

Associação de Resistores em Série, Paralelo e Mista

3. OBJETIVOS

3.1 DE ENSINO

Compreender o conceito de Associação de Resistores e suas características. Aprender a utilizar instrumentos de medida como o Amperímetro e o Voltímetro.

3.2 DE APRENDIZAGEM

Relacionar o conceito de Associação de Resistores com os elementos construção dos aparelhos eletro/eletrônicos utilizados no cotidiano e entender em linhas gerais como eles são construídos.

5. PRÉ-REQUISITOS

Diferença de Potencial, Corrente Elétrica, Resistência Elétrica, Circuitos Elétricos.

6. PROCEDIMENTO

Segue os princípios da Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1980), com uma sondagem dos conhecimentos que os aprendizes tem em sua bagagem cognitiva acerca do assunto, através de perguntas e construção de um mapa conceitual desses conhecimentos (Conceitos diretamente relacionados ao tópico) que a turma possuir.

7. MATERIAL DIDÁTICO

Quadro e giz;

Computadores;

Simulador de Circuitos e Elétricos

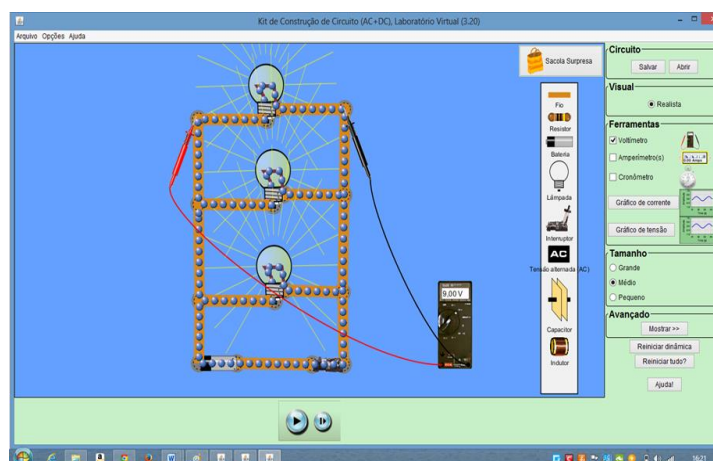


Figura 10. Simulador de Associação de Resistores. Disp. em : http://phet.colorado.edu/pt_br

8. AVALIAÇÃO

Construção de Mapa Conceitual sobre Associação de Resisitores.

9. OBSERVAÇÕES

O simulador será utilizado on-line pelos alunos.

10. BIBLIOGRAFIA

MÁXIMO, A. ALVARENGA, B.; **Física Vol. 3**; Ed. Scipione, São Paulo, 1997.

Simuladores PhET; Disp. em: http://phet.colorado.edu/pt_br



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SUL-RIO-GRANDENSE**

PLANO DE AULA 9

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

ESCOLA ESTADUAL PROFESSORA SYLVIA MELO

DISCIPLINA DE FÍSICA

TURMA 3013 DO TERCEIRO ANO

PROFESSORA RESPONSÁVEL ÂNGELA MARTINS

PROFESSOR PESQUISADOR ADERLEI DÉLIO KNUTH

2. TEMPO DE DURAÇÃO DA AULA

1 (uma) aula de 45 min.

CONTEÚDO A SER TRABALHADO

Potência Elétrica

3. OBJETIVOS

3.1 DE ENSINO

Introdução do tema Potência Elétrica.

3.2 DE APRENDIZAGEM

Relacionar o conceito de Potência Elétrica com exemplos vivenciados cotidianamente.

Analisar e compreender o conceito de Potência Elétrica

5. PRÉ-REQUISITOS

Diferença de Potencial, Corrente Elétrica, Energia Elétrica, Resistência Elétrica.

6. PROCEDIMENTO

Segue os princípios da Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1980), com uma sondagem dos conhecimentos que os aprendizes tem em sua bagagem cognitiva acerca do assunto, através de perguntas e construção de um mapa conceitual desses conhecimentos (Conceitos diretamente relacionados ao tópico) que a turma possuir.

7. MATERIAL DIDÁTICO

Quadro e giz;

Computadores;

Simulador PhET

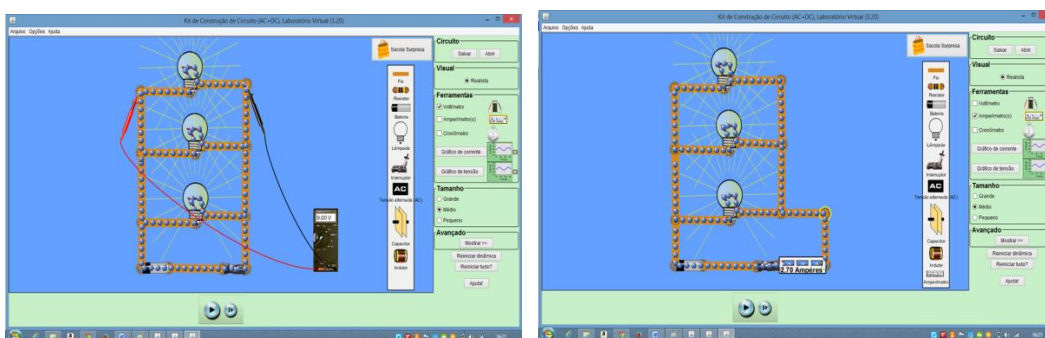


Figura 11. Simuladores de Associação de Resistores. Disp. em : http://phet.colorado.edu/pt_br

8. AVALIAÇÃO

Construção de Mapa Conceitual sobre Potência.

9. OBSERVAÇÕES

O simulador será utilizado on-line pelos alunos.

10. BIBLIOGRAFIA

MÁXIMO, A. ALVARENGA, B.; **Curso de Física Vol. 3**; Ed. Scipione, São Paulo, 1997.

Simuladores PhET; Disp. em: http://phet.colorado.edu/pt_br

APÊNDICE B – TEORIA ESTUDADA

MODELOS ATÔMICOS

Desde tempos remotos o homem sempre tentou entender o mundo em que vive e por consequência compreender a natureza. Demócrito (460 a.C. a 370 a.C.), o último dos grandes filósofos pré-socráticos de quem se tem notícia, foi um destes homens preocupados em entender a natureza e escreveu “[...] que toda a matéria é composta de vários elementos individuais imperecíveis – a que chamou de *atomoi*, de que deriva nossa moderna palavra *átomo* - em meio a um vazio.” (HARWOOD, 2013, p. 24). Portanto foi este filósofo quem primeiro acreditou que a matéria é constituída de átomos ocupando um lugar no espaço. – explicando dessa forma a essência da matéria. Para ele o átomo era a menor partícula possível de ser encontrada na natureza e também seria indivisível. Esta ideia de menor partícula encontrada na natureza persistiu até o final do século XIX e no começo do século XX, algumas evidências tal como a periodicidade dos elementos químicos, proporcionaram a estudiosos como Mendeleev a abandonarem tal ideia, pois verificaram que o átomo possui uma estrutura e, portanto deveria apresentar elementos ainda menores que o constituíam.

O modelo atômico conhecido nem sempre logrou êxito para explicar a natureza da matéria. Thompson, em 1897, construiu um modelo atômico conhecido como *pudim de passas*. A ideia do cientista era de que o átomo seria uma massa de carga elétrica positiva e os elétrons estariam distribuídos neste de forma a proporcionar equilíbrio elétrico. Mais tarde Rutherford em 1891 propôs outro modelo que consistia de um núcleo muito pequeno, carregado positivamente, onde quase toda a massa do átomo estaria concentrada e os elétrons ficariam orbitando em torno desse núcleo. Esse novo modelo possibilitou uma analogia com o sistema solar em que o sol ocuparia o centro do sistema e os planetas orbitando o núcleo. Entretanto as leis da Física Clássica não podiam sustentar tal modelo, pois o elétron orbitando o núcleo emitiria energia e acabaria caindo no núcleo. Ficou estabelecido que a Física Clássica não poderia explicar o comportamento do mundo microscópico. Niels Bohr em 1913 propõe outro modelo atômico, onde os elétrons passariam a ter órbitas definidas, com uma energia bem definida, entretanto o núcleo ainda era considerado uma porção do átomo com carga elétrica positiva. Somente em 1932 Chadwick admite a existência de outra subpartícula, com carga elétrica neutra - o nêutron.

O modelo atômico aceito nos dias atuais é o dos orbitais atômicos que são regiões onde a probabilidade de se encontrar um elétron não é nula, admitindo assim a ideia da incerteza introduzida em 1928 pelo físico Heisenberg. Este modelo não é definitivo, pois as

teorias evoluem, como podemos inferir neste texto ainda que simplificado. Devemos então abandonar a ideia de que tudo o que está escrito nos livros didáticos e difundida por muitos professores seja a verdade final sobre a ciência estudada nas escolas.

CARGA ELÉTRICA

Os átomos são os elementos constituintes básicos da matéria e, estes por sua vez agrupados formam as moléculas. Entretanto é bom frisar que os átomos não são as menores partículas conhecida da matéria, pois são constituídos de partículas ainda menores. Basicamente o átomo possui duas regiões – o núcleo - onde se concentra a quase totalidade de sua massa e dos núcleons que são os prótons e os nêutrons, além de outras subdivisões denominadas de quarks. Ao redor do núcleo temos a eletrosfera, região imensamente maior do que o núcleo, onde orbitam os elétrons. Para que tenhamos uma ideia de proporção destas duas regiões, imaginemos um grande estádio de futebol. Se considerarmos o ponto central do círculo do meio do campo, como sendo a região do núcleo, o restante do estádio seria a região da eletrosfera.

Partículas como os prótons e os elétrons, separados por certa distância se atraem e dois ou mais prótons assim como dois ou mais elétrons se repelem. Estas características (atração e repulsão) atribuídas a esses elementos tem origem causada por uma força denominada de Força Elétrica. Entretanto entre os nêutrons nenhuma força é verificada, o que prova que entre os nêutrons as propriedades verificadas anteriormente são diferentes, pois são partículas de carga elétrica neutra.

A carga elétrica é medida no Sistema Internacional de Unidades (SI), através da unidade de medida denominada Coulumb, representada pela letra maiúscula C.

Por convenção, as forças entre as partículas podem ser de atração e de repulsão, dependendo da carga elétricas ser positiva ou negativa, sendo que:

Prótons possuem carga elétrica positiva, elétrons carga elétrica negativa e os nêutrons não possuem carga elétrica. Assim podemos concluir que:

Cargas elétricas de mesmo sinal se repelem e cargas elétricas de sinais contrários se atraem.

Para que um átomo se encontre eletricamente neutro a condição essencial e necessária é que o número de prótons seja igual ao número de elétrons. Mas se um átomo

perder ou ganhar elétrons acontecerá uma diferença entre as cargas positivas e as negativas, proporcionando um desequilíbrio das cargas. Desta forma podemos afirmar que o átomo se encontra eletrizado. Um átomo estará eletrizado positivamente quando perdeu elétrons e eletrizado negativamente quando ganhou elétrons. Dessa afirmação é possível inferir que somente os elétrons possuem mobilidade nos processos de eletrização e, que os prótons não possuem essa mobilidade por se encontrarem fortemente ligados ao núcleo do átomo.

Esse raciocínio de eletrização de um átomo pode ser perfeitamente estendido aos corpos com maiores dimensões. Assim um corpo que possui falta de elétrons estará carregado positivamente, com uma carga resultante dita positiva e um corpo que possua excesso de elétrons estará carregado negativamente, com uma carga resultante negativa.

Existem três formas de eletrização de corpos que estejam inicialmente neutros.

Eletrização por atrito.

Eletrização por contato.

Eletrização por indução.

ELETRIZAÇÃO POR ATRITO

Este processo se dá basicamente por fricção ou atrito entre dois corpos. Ao atritarmos dois corpos, inicialmente neutros, sendo um bastão de vidro e outro, um pedaço de lã, os elétrons livres que se encontram no bastão de vidro passarão para o pedaço de lã, deixando o bastão de vidro carregado positivamente. Assim como o atrito entre um bastão de resina e um pedaço de lã acontece o mesmo fenômeno, apenas invertendo a troca de elétrons que passarão do pedaço de lã para o bastão de resina. Dessa forma o bastão de resina passará a ter uma carga resultante negativa. E se aproximarmos qualquer um dos dois bastões, o de vidro e o de resina, após o processo de eletrização por atrito, ambos passarão a atrair pequenos pedaços de papel. Veja o esquema da figura abaixo:



Fig. 12. Fonte: Google Imagens. Disp. em: www.coladaweb.com 13/08/14, 17:43hs.



Fig. 13. Fonte Google imagens. Disp. em: www.google.com.br 13/08/14, 17:52hs.

ELETRIZAÇÃO POR CONTATO

Este processo de eletrização acontece quando fazemos contato com um corpo condutor inicialmente carregado, com outro corpo condutor inicialmente neutro, verificamos após a separação que o corpo que estava neutro também fica carregado. Assim, o corpo que estava inicialmente carregado por suposição com cargas negativas, que se repelem umas às outras, ao contato cedeu alguns elétrons ao corpo que estava inicialmente neutro, passando a ficar carregado negativamente, ou seja, ambos os corpos ficam eletrizados com cargas de mesmo sinal.

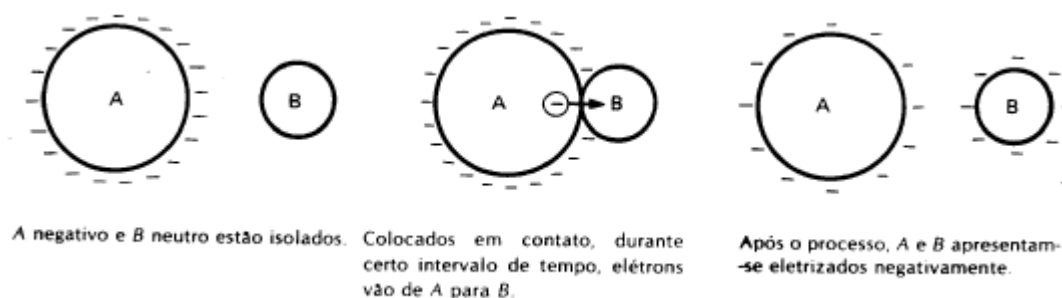


Fig.

14. Fonte Google imagens Disp. em: www.ifserv.fis.unb.br 13/08/14 18:40 hs.

ELETRIZAÇÃO POR INDUÇÃO

Suponha um corpo carregado negativamente (indutor) sendo aproximado de outro corpo neutro e condutor (induzido). Ao aproximarmos o corpo carregado negativamente denominado indutor, de corpo neutro denominado induzido, os elétrons livres do corpo induzido serão repelidos pelos elétrons em excesso que se encontram no indutor, afastando-se o mais distante possível. Até agora somente obtivemos a separação das cargas do corpo induzido. Para que haja a eletrização por indução, devemos ligar ao corpo induzido um fio condutor até a Terra e posteriormente retirar o fio. Nesta operação os elétrons livres escoam para a Terra. Como o corpo induzido perdeu elétrons, agora ele se encontra positivamente carregado.

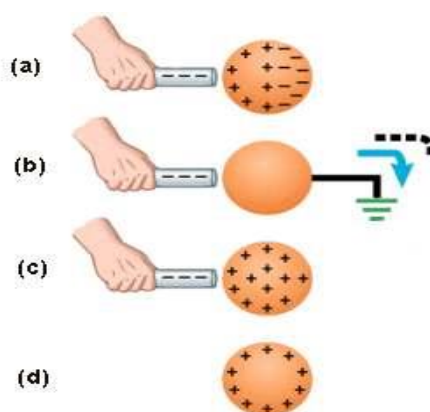


Fig. 15. Fonte: Google imagens Disp. em: www.geocities.ws 14/18/14 09:06 hs

CAMPO ELÉTRICO

Para começar o estudo de campo elétrico, faremos inicialmente uma digressão acerca do campo gravitacional terrestre. Sabemos que todos os corpos massivos possuem uma região

denominada de Campo Gravitacional. Este campo, segundo a Física Clássica, é o responsável pelas interações entre os corpos que possuem massa, donde podemos concluir que um campo tem um papel de intermediar forças. O conceito de campo não está restrito apenas ao estudo dos fenômenos elétricos, pois, se considerarmos qualquer corpo material, verificamos a existência de um campo no entorno deste corpo.

Por exemplo, o campo gravitacional terrestre tem a propriedade de atrair para a superfície da Terra qualquer corpo que esteja imerso em seu campo gravitacional. É este fenômeno o responsável pela queda dos corpos na superfície dos planetas do sistema solar. Podemos então concluir que uma massa m colocada em um ponto do espaço em torno da Terra, ficará submetida à ação de uma força, chamada de Força Gravitacional que atrairá a massa m para a sua superfície. A queda dos pingos da chuva acontece em função da força de atração que a Terra exerce sobre a massa de água dos pingos de chuva. Um paraquedista ao lançar-se no espaço, tem sua massa corporal atraída pela força gravitacional da Terra. Importante frisar que esta força de atração é exercida pelos dois corpos que estão interagindo entre si, ou seja, a Terra exerce uma força sobre a massa que está no seu campo gravitacional e a massa considerada também exerce uma força de atração de mesma intensidade mesma direção, porém de sentido oposto.

Vimos que um campo exerce o papel de intermediar forças. Nesse sentido podemos inferir que entre duas cargas elétricas ocorre um fenômeno análogo ao descrito acima. Assim como a força de gravidade entre os corpos que contém massa é intermediada pelo campo gravitacional, a força elétrica entre as cargas elétricas é intermediada pelo campo elétrico. É importante salientar que no caso da força gravitacional entre os corpos massivos a força será sempre de atração, ao passo que entre os corpos eletrizados a força poderá ser tanto de atração como também de repulsão. Donde podemos concluir que:

Duas cargas elétricas de sinal contrário se atraem e;

Duas cargas elétricas de mesmo sinal se repelem.

A representação gráfica de um Campo Elétrico é feita desenhando-se uma região limitada ao redor da carga considerada, porém é importante que se tenha em mente que este campo não tem limites bem definidos. Ele é infinito. Apenas representamos a região limitada que nos interessa no estudo desta teoria, para facilitar nosso entendimento acerca da sua influência sobre os corpos em questão. Obviamente que quanto mais afastado um ponto

escolhido estiver de uma carga, menor será a intensidade deste campo. A representação do Campo Elétrico se dá através da representação gráfica de linhas de forças. Estas linhas são imaginárias, entretanto representam o comportamento do campo ao redor de uma ou mais cargas. Elas podem fornecer informações da intensidade do campo, bem como da orientação (direção e sentido), sendo representado pelo que chamamos de vetor.

Na figura abaixo representamos as linhas de força para uma carga elétrica pontual negativa e positiva:

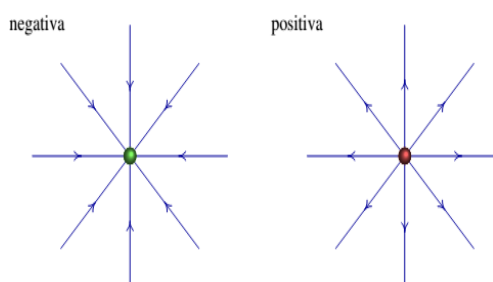


Fig. 16. Fonte: Google imagens

VETOR CAMPO ELÉTRICO (\mathbf{E})

“Sendo \mathbf{F} o módulo da força elétrica que atua em uma carga de prova q , colocada em um ponto do espaço, o vetor campo elétrico \mathbf{E} neste ponto tem uma intensidade obtida pela relação $\mathbf{E} = \mathbf{F}/q$. A direção e o sentido do vetor \mathbf{E} são dados pela direção e sentido da força que atua na carga de prova positiva colocada no ponto.” (MÁXIMO ALVARENGA, p. 46).

A unidade para a medida de E no sistema internacional é N/C (Newton/Couloulumb).

O vetor campo elétrico é representado por \mathbf{E} tem como características módulo, direção e sentido.

- O módulo do vetor \mathbf{E} , em um determinado ponto, é denominado intensidade do campo elétrico naquele ponto. Para defini-lo consideramos uma carga Q , criando um campo elétrico em seu entorno. Ao colocarmos uma carga de prova q , em um dado ponto, uma força elétrica \mathbf{F} atuará sobre esta carga de prova. Por definição temos $\mathbf{E} = \mathbf{F}/q$.

-A direção e sentido do campo elétrico \mathbf{E} , em um ponto, são dados pela direção e sentido da força que atua em uma carga de prova. E como exemplo consideremos as seguintes situações:

Uma carga de prova q positiva colocada em um ponto P_1 , próxima a uma carga Q positiva, seria repelida por Q com uma força F na direção e sentido do vetor campo elétrico E .

Supondo agora a mesma carga de prova q positiva em um ponto P_1 , próxima a uma carga Q negativa, seria atraída por Q com uma força F na mesma direção e sentido contrário ao vetor campo elétrico E .

POTENCIAL ELÉTRICO

Pela experiência do nosso cotidiano sabemos que, se considerarmos um objeto qualquer a certa altura em relação ao solo, por exemplo, uma pequena esfera inicialmente em repouso. Inferimos desta situação hipotética que este objeto possui um potencial gravitacional, denominado Energia Potencial Gravitacional. Esta energia está associada à altura que o objeto possui em relação a um dado referencial, no caso pode ser o piso da sala. Quando abandonamos o objeto, ele começará a se movimentar em direção ao centro da Terra, ou seja, passará a transformar Energia Potencial Gravitacional em Energia Cinética.

Situação análoga acontece ao redor de uma carga elétrica. Considerando um ponto ao redor de uma carga elétrica. Este ponto, também possui um potencial, que chamamos de Potencial Elétrico. Colocando outra carga elétrica no ponto considerado, uma força elétrica atuará sobre a carga, movimentando-a, comprovando que naquele ponto considerado existe um tipo de energia chamada de Energia Elétrica. Devemos ainda considerar, o ponto escolhido em uma região imersa no campo elétrico. Assim estaremos admitindo que a natureza da energia de uma carga elétrica é a Energia Elétrica.

As fontes ou dispositivos de Diferença de Potencial para alimentar alguns aparelhos eletroeletrônicos de corrente contínua são as pilhas e baterias. Estes dispositivos têm marcados em seus envoltórios um sinal positivo (+) e um sinal negativo (-), indicando que existem dois potenciais indicando exatamente a Diferença de Potencial existente neles. Por exemplo, as pilhas tem normalmente 1,5V, 9V e as baterias 12V , 24V, etc.

O valor da Diferença de Potencial é expresso no Sistema Internacional de Medidas (SI) em Volts. Abreviadamente representado pela letra V .

CORRENTE ELÉTRICA

Já vimos que os elétrons livres dos materiais tem a propriedade de mobilidade no interior dos átomos que constituem a matéria e que estes são os portadores das cargas elétricas

negativas. Então para que se estabeleça uma corrente elétrica no interior de um material condutor (fio) é necessário que eles tenham um movimento preferencialmente dado numa direção e em um determinado sentido. Supondo um fio metálico e dentro deste, elétrons livres podem se movimentar de átomo para átomo, num movimento aleatório. Este movimento ainda não caracteriza uma corrente elétrica.

Para compreendermos o que é corrente elétrica vamos lançar mão de uma metáfora, fazendo uma analogia mecânica. Pense em um tubo contendo em seu interior pequenas esferas e admita que este tubo esteja com as suas extremidades a uma mesma altura em relação ao piso da sala. Assim, podemos afirmar que os dois pontos extremos do tubo possuem altura idêntica em relação ao nosso referencial (piso da sala). Desta forma as esferas não se movimentam.

Mas ao inclinarmos o tubo de forma a criar uma diferença de altura em uma das extremidades em relação ao referencial adotado, veremos que as esferas começam a entrar em movimento devido a uma diferença de potencial gravitacional entre os dois pontos extremos do tubo. Concluímos daí que as esferas entraram em movimento devido à ação de uma força, que no caso é a Força Peso.

Voltando nosso raciocínio agora ao fio condutor, quando o potencial elétrico é o mesmo nos terminais do fio, não teremos a Diferença de Potencial Elétrica e por isso os elétrons embora estejam em movimento ainda não estabelecem uma corrente elétrica. De modo análogo que obtivemos o movimento das esferas no interior do tubo, inclinándolo para obtermos a Diferença de Potencial Gravitacional e fazermos as esferas entrarem em movimento, aplicamos uma Diferença de Potencial Elétrica no fio condutor para que se estabeleça a Corrente Elétrica.

Em realidade quando aplicamos a um fio condutor uma Diferença de Potencial Elétrica, estaremos estabelecendo um Campo Elétrico nos seus terminais. Este Campo Elétrico é provido de uma velocidade muito alta, próximo à velocidade da luz, e as cargas imersas neste campo, sofrem a influência de uma força de natureza elétrica, que é essencialmente o que movimenta as partículas portadoras de carga elétrica em um sentido preferencial. A esse movimento podemos chamar de Corrente Elétrica.

CONDUTORES E ISOLANTES

Entre os materiais que utilizamos nas instalações elétricas, alguns deles são compostos por átomos que possuem elétrons livres nas regiões mais afastadas do núcleo dos átomos formadores destes materiais. Estes elétrons fracamente ligados ao átomo podem circular livremente entre os outros átomos formadores de materiais denominados condutores de eletricidade. São exemplos característicos os metais em geral assim como o ferro, cobre, alumínio, zinco, ouro, prata e suas ligas.

Outros materiais que não têm os elétrons livres nas regiões mais afastadas do núcleo dos átomos de que são constituídos, mas que estão fortemente ligados aos átomos e não podem circular livremente por outros átomos, são denominados materiais isolantes. O exemplo mais conhecido como material isolante é a borracha, sendo, portanto um ótimo isolante utilizado nas instalações elétricas em geral. Existe ainda uma infinidade de materiais desta natureza e podemos citar o vidro, plástico, resina, porcelana etc.

RESISTÊNCIA ELÉTRICA

A forma mais simples de definir o conceito de resistência elétrica é a oposição ou dificuldade que um material condutor oferece à passagem de uma corrente elétrica. Supondo um fio condutor ligado a uma fonte de tensão de forma que se estabeleça uma diferença de potencial nas extremidades deste condutor, conseqüentemente se estabelecerá uma corrente elétrica. As cargas móveis que constituem esta corrente elétrica, aceleradas pela diferença de potencial, realizarão colisões contra os átomos do fio condutor. A isto podemos chamar de oposição oferecida pelo fio condutor à passagem de corrente elétrica através dele.

ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

Os resistores podem ser ligados de diversas maneiras de modo que seus efeitos podem ser combinados. Qualquer que seja esta associação, o efeito ainda será de uma resistência. Essa resistência poderá ser maior ou menor que os resistores associados, seguindo uma lei chamada de Lei de Ohm. O resultado de uma associação de resistores depende não somente dos resistores associados como também da forma como são ligados. Existem três formas de associação que estudaremos a seguir:

Associação em série;

Associação em paralelo e

Associação mista.

ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE.

A associação em série fica perfeitamente caracterizada quando ligamos um resistor após o outro. Analise a figura 7 abaixo:



Figura 17 . Fonte Google imagens. Disp. em:www.brasilecola.com 18/08/2014 às 14:54hs

Na associação em série a corrente elétrica que passa em um resistor é a mesma que passa em todos os outros resistores, independentemente da quantidade de resistores.

A resistência total é igual a soma das resistências parciais da série.

A tensão fornecida é igual à soma das quedas de tensão em cada resistor.

ASSOCIAÇÃO EM PARALELO

Na associação em paralelo os resistores ficam dispostos em paralelo de forma que suas ligações são feitas aos mesmos pontos de forma que fiquem submetidos à mesma diferença de potencial. Observe a figura 8 abaixo:



Fig. 17. Fonte Google imagens. Disp. em:www.brasilecola.com 18/08/2014 às 14:58hs

A tensão ou diferença de potencial é a mesma em todos os resistores associados, pois todos os resistores estão ligados nos mesmos terminais A e B.

A soma da corrente elétrica total é igual a soma das correntes parciais que passam por cada resistor.

O valor da resistência equivalente é sempre menor que a menor das resistências parciais que compõe a associação. Ou seja é igual à soma dos inversos das resistências associadas.

ASSOCIAÇÃO MISTA

A associação mista de resistores é a combinação das duas anteriormente descritas. Observe a figura 9 abaixo.

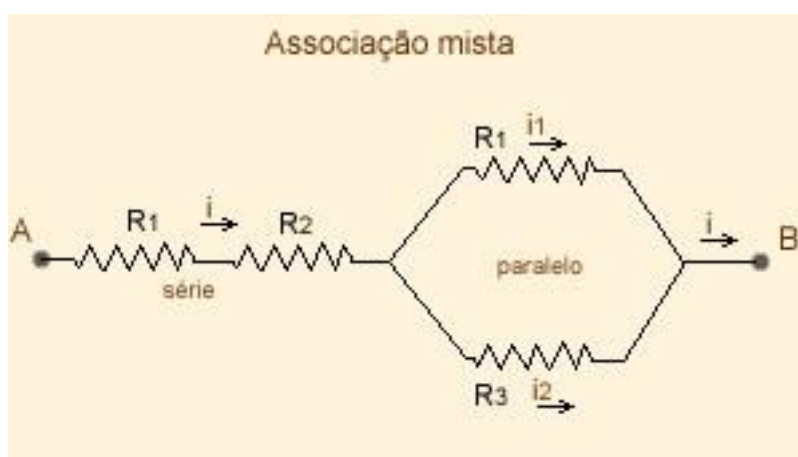


Fig. 18. Fonte Google imagens. Disp. em:www.brasilecola.com 18/08/2014 às 15:15hs

Para descobrir a resistência equivalente desse tipo de associação devemos considerar separadamente a associação. Assim como considerar suas características estudadas nas associações série e paralelo.

APÊNDICE C – DESCRIÇÃO DOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM

OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Um laboratório real para o ensino de Física implica investimentos financeiros elevados em equipamentos e infraestrutura, sem levar em conta as limitações de ordem operacional, além da exigência de qualificação de profissionais devidamente capacitados.

Em função disso a proposta deste trabalho consistiu na utilização de um ambiente informatizado para os processos de Ensino e Aprendizagem, com o objetivo de trabalhar os conteúdos da disciplina de Física, sem excluir a importância da experimentação real, ou recursos afins de ensino.

A opção de usar os recursos digitais atualmente existentes em plataformas virtuais de ensino, em substituição ao laboratório real, foi também uma forma de amenizar a carência da experimentação, elemento de grande importância nos afazeres pedagógicos.

Neste trabalho foram utilizados os Simuladores (Gravidade e Órbitas, Eletricidade Estática, Modelo Atômico, Diferença de Potencial, Corrente Elétrica, Resistência Elétrica, Lei de Ohm, Associação de Resistores e Lâmpadas) da PhET Simuladores Interativos hospedados no *site* da Universidade do Colorado (EUA), disponíveis na *Internet* para serem utilizados *On Line* ou baixados no computador. Assim os alunos tiveram a oportunidade de desenvolver formas didaticamente adequadas de navegar na rede, adquirindo certo domínio e segurança ao usar estes recursos virtuais.

O ambiente virtual utilizado Phet Interactive Simulations (simulações interativas) da Universidade do Colorado, desenvolvido pela instituição americana com o objetivo de disseminar e socializar a utilização de simuladores para o Ensino de Ciências (Biologia, Física, Matemática e Química).

Os simuladores PhET rodam em computadores, na linguagem Java ou Flash por meio do acesso à Internet. Basta estar conectado ao portal da PhET, clicar no ícone da simulação que aparecer na página. Possuem em geral menos de 4 MB e podem ser baixados para a memória do computador, ou serem rodadas On Line. Os Applets Flash não podem ser salvos, entretanto os aplicativos em Java são automaticamente guardados em cache pelo WebStart de seu computador, mas não podem ser movidos.

Este ambiente virtual de aprendizagem permite ao professor realizar suas atividades pedagógicas no processo de ensino e aprendizagem embasado em qualquer teoria de

aprendizagem, entre elas a teoria construtivista cognitivista de Ausubel (1980). As múltiplas possibilidades de ensino por meio do uso das tecnologias digitais visam a interatividade como fonte para a aquisição do conhecimento. A interação portanto, se dá entre o estudante e a máquina, entre seus pares (estudante-estudante) e entre o professor e o estudante, entre estes e o conhecimento, objetivando estabelecer uma aprendizagem ativa, individual, coletiva e significativa.

Explicação simplificada de como utilizar estas simulações

Após abrir a página da PhET, aparece na tela de abertura o ícone “Como utilizar as simulações”. A seguir clicar em uma das opções, no nosso caso optamos pela por “Uma de cada vez”. Fazer o download do simulador e clicar em cima do nome do simulador e copiar para o computador. Para rodar o simulador basta dar um clique sobre ele. Abrirá a aba principal que é composta de uma simulação, nela os alunos podem arrastar objetos para o Pan, mas eles também podem arrastá-los de volta para as seções de fundo. As representações são geradas de forma organizada na aba para os alunos poderem obter uma variedade de desafios, permitindo um trabalho independente.

O botão Atualizar dá aos alunos novos objetos para usar, mas no mesmo nível. A seta deixa os alunos ou professores rolar de volta para a primeira página onde se pode selecionar os níveis, para ver o que eles têm feito ou passar para outro nível.

As simulações têm sido utilizadas com sucesso com trabalhos de casa, palestras, atividades em sala de aula, ou atividades de laboratório. Podem ser usadas para introdução dos conceitos, aprender novos conceitos, reforço de conceitos, como recursos visuais para demonstrações interativas, ou com perguntas em classe.

Pontos positivos, pontos fracos e sugestões de melhoria:

Positivos

O simulador pode ser usado para: a introdução, aprendizagem e reforço de conceitos.

Como recurso visual para demonstrações interativas ou na formulação de perguntas em classe.

Os alunos podem optar por trabalhar de acordo com o nível do seu entendimento sobre o conteúdo (do simples ao complexo).

Permite ser usado individualmente, em dupla ou até trio (propondo desafios, monitoria de colegas).

O professor pode utilizá-lo como ferramenta para a observação (avaliação) do nível da estrutura do pensamento lógico-matemático do aluno.

Oferece a possibilidade de o aluno refazer a opção escolhida, para isso basta arrastar os objetos para o Pan, podendo arrastá-los de volta para as seções de fundo.

Os alunos podem obter uma variedade de desafios, pois as representações são geradas aleatoriamente, permitindo um trabalho independente.

As simulações têm sido utilizadas com sucesso em tarefas de casa, palestras, atividades em sala de aula, ou atividades de laboratório. Use-as para introdução aos conceitos, aprender novos conceitos, reforço de conceitos, como recursos visuais para demonstrações interativas, ou com perguntas em classe.

Pontos Fracos

Instalação prévia do programa Java.

O aluno pode buscar a resposta correta por tentativa e erro.

Conhecimento prévio da utilização do computador pelo aluno.

Disponibilidade de um número de computadores compatível com o número de alunos por turma.

Sugestões de melhoria

Utilizar o simulador como um complemento dos outros recursos propostos anteriormente.

Registro (relatório através de desenho e/ou escrita), com os passos de tentativas do jogo.

Utilizar como ferramenta para fazer diagnóstico da turma em relação ao nível de conhecimento adquirido, sobre o conteúdo.

Conhecer e explorar o simulador com antecedência para potencializar o seu uso, previsão de possíveis situações de dúvidas.

Possibilitar que os alunos que já tenham atingido um nível de conhecimento mais complexo, monitorem (colaboração) os colegas com dificuldade.



Fig. 19. de vídeo. “Como se formam os raios” disp. em: <https://www.youtube.com>

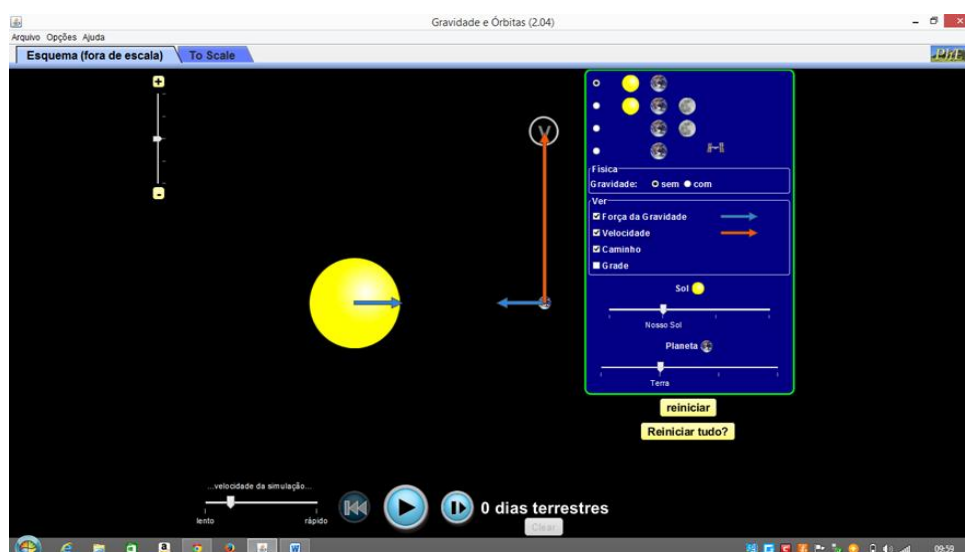


Fig. 20. Gravitação e Órbitas. Disp. em: https://www.phet.colorado.edu/pt_BR/



Fig. 21. John Travoltage. Disp. em: https://www.phet.colorado.edu/pt_BR/

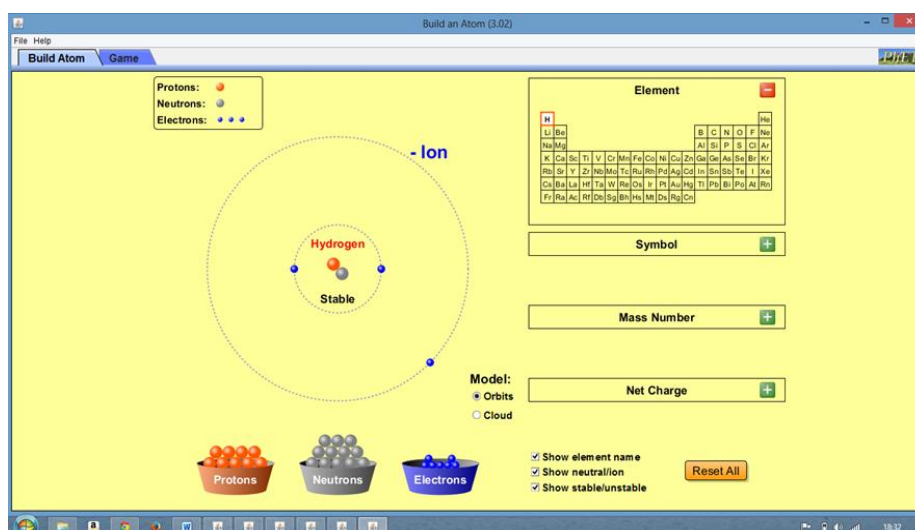


Fig. 22. Monte um átomo Disp. em: https://www.phet.colorado.edu/pt_BR/

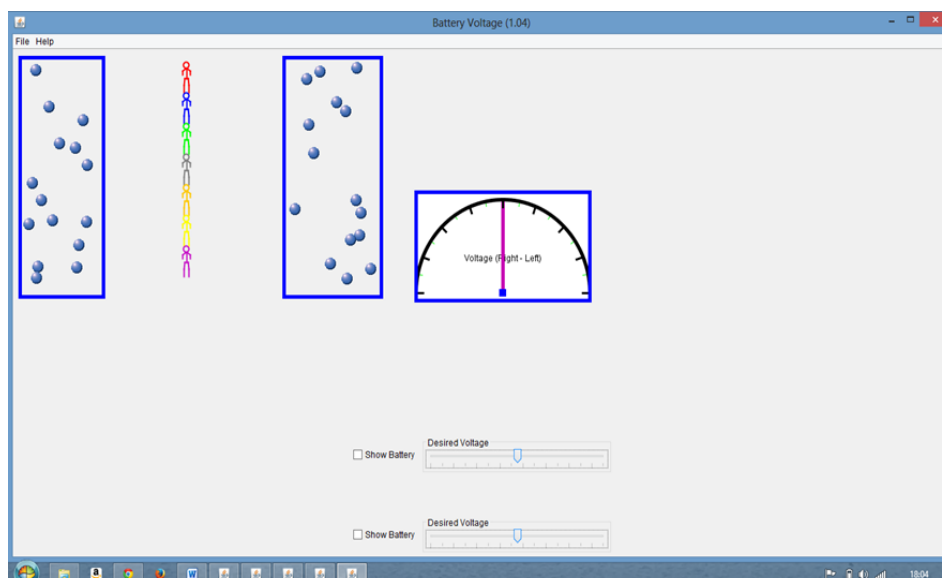


Fig. 23. Tensão de Bateria. Disp. em: https://www.phet.colorado.edu/pt_BR/

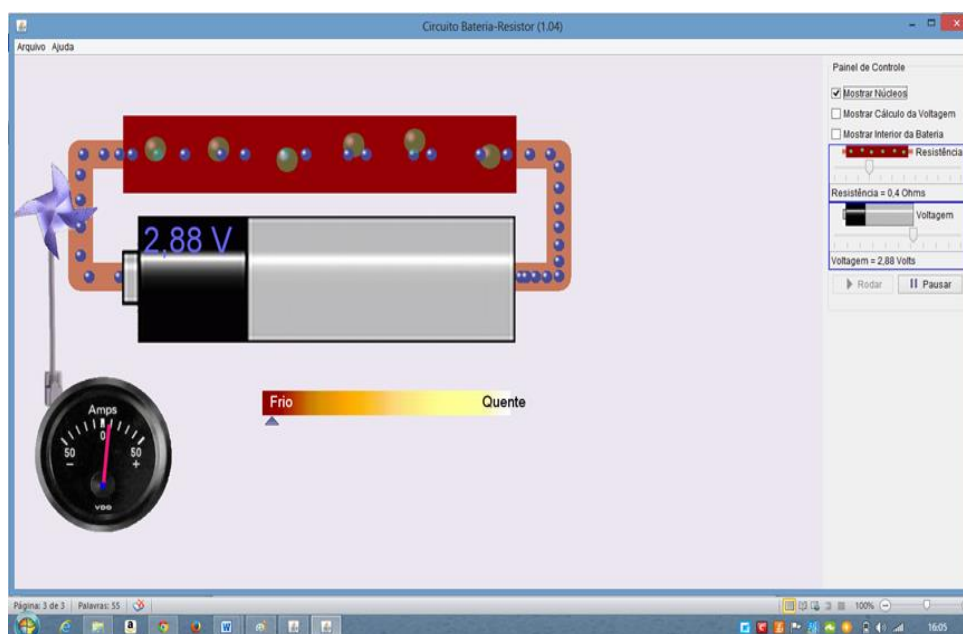


Fig. 24. Circuito Bateria-Resistor. Disp. em: https://www.phet.colorado.edu/pt_BR/

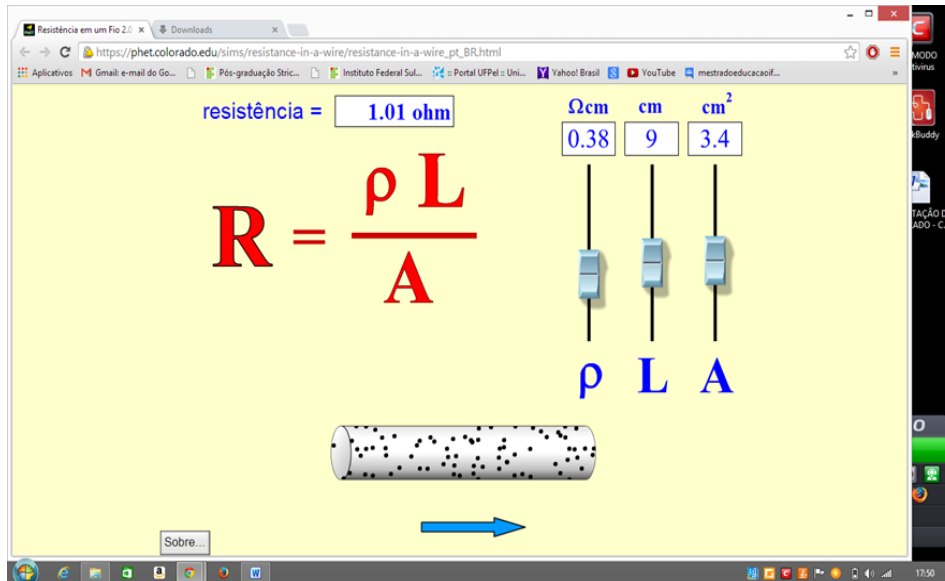


Fig. 25. Circuito Resistência em um fio. Disp. em: https://www.phet.colorado.edu/pt_BR/

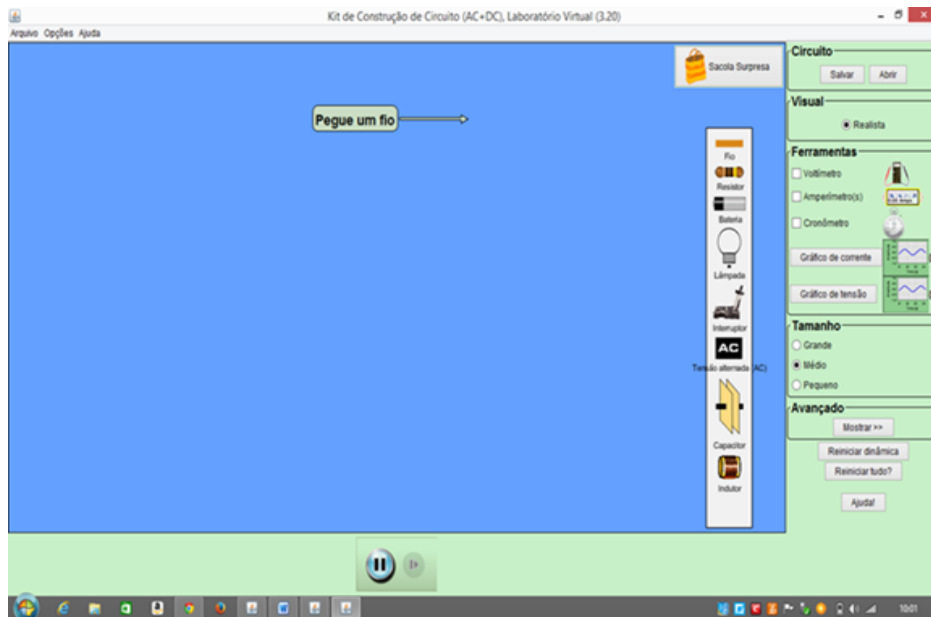


Fig. 26. Kit de Construção de Circuito AC/DC. Disp. em: https://www.phet.colorado.edu/pt_BR/

APÊNDICE D - PSEUDÔNIMOS

Pseudônimos adotados para referendar os alunos (sujeitos desta pesquisa)

Este texto faz referência aos pseudônimos utilizados para identificar as alunas a fim de manter a identidade real em sigilo. Por isso busquei na Internet na Revista UOL, nomes de mulheres que fizeram história e que não foram poucas, apesar de muitas delas não figurarem nos livros de História da Filosofia. Estas mulheres supõem-se foram fundamentais na construção da Filosofia, nas mudanças de pensamento de sua época e até na formação de alguns filósofos famosos como Sócrates. Os demais nomes de cientistas ilustres figuram com nomes masculinos para identificar os alunos, com exceção de Marie Curie.

Aristocleia (Século V a.C.) Ela foi uma sacerdotisa em Delfos na Grécia Antiga. É citada por antigos escritores como uma tutora do filósofo matemático Pitágoras.

Theano (546 a.C.) Viveu na última parte do século VI a. C. e foi uma matemática Grega. Também conhecida como filósofa e física, foi aluna de Pitágoras e parece que também sua mulher. Acredita-se que ela e suas duas filhas tenham assumido a escola pitagórica após a morte do marido.

Aspásia de Mileto (407-? a.C.) Conforme seu nome, ela nasceu em Mileto e pertenceu a elite de Atenas. Sá conheceu Péricles com quem teve um filho. Era uma hábil argumentadora e educadora e sua influência política sobre Péricles enobrecer-se na obra de Platão.

Diotima de Manteneia (427-347 a.C.) Personagem criada por Platão, foi apresentada como sábia no diálogo “O Banquete”. Não se sabe se ela existiu, mas provavelmente sim, já que se atribui a ela toda a teoria socrático-platônica do amor.

Asioteia de Filos (393- 270 a.C.) Ensinava Física na academia de Platão ao lado de outras mulheres que frequentavam a escola.

Hipárquia de Maroneia (Não datado) Foi uma aristocrata elogiada por Diógenes Laertios pela cultura e raciocínio, comparando-a com Platão. Escreveu “Cartas e Tragédias”.

Maria , a judia, ou Míriam (Século I d.C.) Viveu em Alexandria, seguidora do culto de Isis. Ela é considerada a fundadora da alquimia. Entre seus escritos está a obra “Magia Prática”. E por atribuir-se a ela a descoberta do ácido clorídrico, além do pote de ebulição que ganhou o nome de banho-maria.

Hipácia de Alexandria (415 d.C.) Conhecida de Matemática e da Filosofia, conseguiu manter vivo o pensamento helênico em Alexandria. Mas teve triste fim, foi brutalmente assassinada por uma multidão de fanáticos cristãos.

Hildegarda de Bingen (1098-1179) É conhecida como terapeuta e visionária. Possui uma grande obra nas áreas de Ciências Naturais sobre Biologia, Botânica, Astronomia e Medicina. Ela fundou um monastério em 1165 e seus escritos místicos e teológicos são inspirações platônicas.

Heloísa de Paráclito (1101)-1164) Francesa, ela foi abadessa de Paráclito, uma comunidade monástica fundada pelo filósofo Pedro Abelardo, que foi seu professor e amante. Também escreveu o texto “Problemata”.

Catalina de Siena (1347-1380) Foi líder de uma comunidade heterodoxa de homens e mulheres e também foi considerada a última reformadora religiosa do período medieval. Escreveu “Diálogo da Doutrina Divina”.

Marie Curie (1867-1934) Primeira mulher a ganhar o Prêmio Nobel de Física em 1903 e Química em 1911, descobriu os elementos químicos Polônio e o Rádium.

Hendrik Lorentz (1853-1928) Prêmio Nobel de Física em 1902.

Joseph John Thomson (1856-1940) Descobriu o elétron, foi laureado com o Prêmio Nobel de Física em 1906.

Albert Abraham Michelson (1852-1931) Criador do experimento de Michelson-Morley, primeiro americano a receber o Prêmio Nobel de Física em 1907.

Guglielmo Marconi (1874-1937) Inventor do primeiro sistema de telegrafia sem fios e Nobel em Física em 1909.

Albert Einstein (1879-1955) Desenvolveu a Teoria da Relatividade Geral, foi Nobel em Física no ano de 1921 pela sua descoberta da lei do Efeito Fotoelétrico.

Enrico Fermi (1901-1954) Participou no projeto Manhattan, criou o primeiro reator nuclear na Universidade de Chicago EUA, Nobel de Física em 1938.

Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858-1947) Considerado o pai da Física Quântica, Nobel de Física em 1918 por suas contribuições à Física Quântica.

Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) Demonstrou a existência da radiação eletromagnética, recebeu o prêmio Medalha Rumford em 1890.

APÊNDICE E – TERMO DE CONSENTIMENTO ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO ESCLARECIDO**Título da pesquisa:****Uma Compreensão das Contribuições dos Objetos Virtuais de Aprendizagem no Ensino da Disciplina de Física do Ensino Médio.**

Eu, _____, portador/a do RG nº _____, residente e domiciliado/a (rua, número, bairro, cidade) _____

_____, abaixo assinado, dou consentimento livre e esclarecido que estou participando como voluntário/a do projeto supracitado, de autoria de ADERLEI DÉLIO KNUTH, Mestrando do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Educação e Tecnologia do Instituto Federal de Educação, Diência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense (IFSUL). Mestrado em Educação e Tecnologia. Linha de Pesquisa: Políticas e Práticas de Fomação. Orientado pela Prof.^a Denise Nascimento Silveira. Ressalta-se que essa pesquisa permeia a dissertação de mestrado da pesquisadora.

Ao assinar este termo de consentimento, estou ciente que:

1. Recebi todas as informações necessárias para decidir livremente sobre minha participação na referida pesquisa;
2. Estou ciente que os resultados dessa pesquisa serão publicados na dissertação de mestrado e, possivelmente, em periódicos especializados, além de ser apresentados em Eventos de Educação em geral;
3. Estou livre para interromper a qualquer momento minha participação nesta pesquisa, entretanto, comprometo-me a avisar de minha decisão com 15 dias de antecedência;
4. Meus dados pessoais serão mantidos em sigilo;
5. Poderei contatar a pesquisadora, sempre que julgar necessário, isto poderá acontecer pelo e-mail aderleidelio@gmail.com e pelo telefone (53) 8462 4590

Este termo de consentimento possui duas vias, uma fica em poder da pesquisadora e o outro permanece em poder do sujeito desta pesquisa.

Pelotas, _____ de _____ de _____.

De acordo,

Participante do estudo

Aderlei Délio Knuth