

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE FÍSICA

MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE FÍSICA

**UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE ELETRODINÂMICA
NO NÍVEL MÉDIO**

MARIA BEATRIZ DOS SANTOS ALMEIDA MORAES



**Porto Alegre
2005**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE FÍSICA

MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE FÍSICA

**UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE ELETRODINÂMICA
NO NÍVEL MÉDIO[#]**

MARIA BEATRIZ DOS SANTOS ALMEIDA MORAES

Dissertação realizada sob a orientação da Profa. Dra. Rejane Maria Ribeiro Teixeira e apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial aos pré-requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Porto Alegre
2005

[#] Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

AGRADECIMENTOS

Durante a construção deste trabalho, em muitos momentos, o apoio recebido foi muito importante para a sua realização. Este é o momento de agradecer a todas as pessoas que, de uma forma ou de outra, deram a sua contribuição.

Um agradecimento especial para...

...os meus pais, pelo incentivo, exemplo e apoio recebido durante toda a vida.

...o meu marido, Waldemar, e os meus filhos Samuel, Camilo e Pâmela pela compreensão, apoio, incentivo e amor, fonte de energia e força para vencer os obstáculos.

...a Professora Rejane M. Ribeiro Teixeira, minha orientadora, pela dedicação, amizade, confiança, competência e comprometimento.

...o Professor Fernando Lang da Silveira pela análise estatística dos dados obtidos da aplicação do Pré e do Pós-teste.

...os Professores do Mestrado pela dedicação, competência e pelo apoio na construção do conhecimento.

...os Colegas de curso, cuja união e apoio muito contribuíram para as nossas realizações.

...os alunos das turmas 302 e 303 (2004), do Instituto Estadual de Educação Ernesto Alves, pela amizade e incentivo recebido através de suas respostas a esta proposta de trabalho e para os demais meus alunos, razão da busca de uma educação melhor.

...todos os colegas, professores e funcionários do Instituto Estadual de Educação Ernesto Alves, que encontraram uma forma de manifestar o seu apoio e incentivar esta caminhada.

...o Sr. Renato D. S. de Souza, técnico da Oficina dos Laboratórios de Ensino do Instituto de Física da UFRGS pelo trabalho de montagem dos kits de eletricidade.

...a minha colega e amiga Juliana pela valiosa ajuda quando a falta de tempo tentava me vencer.

... todos os amigos e familiares que acreditam e incentivam o meu trabalho.

...a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) financiadora do Programa de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física pela oportunidade de realizar este curso.

... Deus, por ter tanto a agradecer.

O principal objetivo da educação é criar homens que sejam capazes de fazer novas coisas e não de simplesmente repetir o que outras gerações fizeram, homens que sejam criativos, inventores e descobridores; o segundo objetivo da educação é formar mentes que possam ser críticas, que possam analisar e não aceitar tudo que lhes é oferecido.

Jean Piaget

RESUMO

Neste trabalho é apresentada uma proposta para o ensino de Eletrodinâmica, aplicada, durante o segundo trimestre do ano 2004, a duas turmas, com trinta e oito e quarenta alunos, respectivamente, de terceiro ano do Ensino Médio do Instituto Estadual de Educação Ernesto Alves, em Rio Pardo, RS. A proposta visa tornar o ensino e a aprendizagem desta disciplina mais eficientes, usando metodologia e recursos apropriados para os novos tempos, de forma a despertar o interesse dos alunos pelo conhecimento. A metodologia e recursos utilizados durante o projeto são embasados na teoria construtivista de Jean Piaget e visam proporcionar aos alunos os conhecimentos significativos, defendidos por David Ausubel, tendo como ponto de partida os conhecimentos prévios dos alunos, averiguados através de um Pré-teste. A metodologia e os recursos compreendem aulas expositivas interativas, resolução de problemas e de exercícios, trabalhos individuais e em grupos, realização de experiências reais, realização de experimentos virtuais, usando o aplicativo Edison, adequado para a simulação e o estudo de circuitos elétricos, interação entre os alunos e entre alunos e professora, através de um ambiente virtual de aprendizagem- o TelEduc- possibilitando um melhor aproveitamento do tempo, disponibilizando mais recursos para pesquisa e motivando os alunos para a aprendizagem através da utilização das Novas Tecnologias. A Internet é usada como fonte de pesquisa e como tecnologia de comunicação. Tratando-se de um projeto que tem pretensão de ser construtivista, a avaliação dos alunos não poderia se dar de forma tradicional, unicamente através de provas. Buscou-se avaliar o crescimento, a aprendizagem significativa de novos conhecimentos, o desenvolvimento de habilidades e competências através da observação de seu desempenho em todas as modalidades de atividades desenvolvidas, individualmente ou em grupos. A avaliação se deu através da observação direta da professora durante as aulas (com registro de dados) e através dos testes aplicados e correção de trabalhos entregues em papel ou postados no TelEduc. Acredita-se que esses recursos, complementados pela forma de avaliação tornem as aulas mais agradáveis, fazendo com que os alunos tenham o prazer de participar e aprender, proporcionando a construção do conhecimento e despertando nos mesmos o interesse e a predisposição para o aprendizado. O produto educacional produzido neste trabalho de conclusão é apresentado em forma de CD-Rom. Faz parte do Cd-Rom (Apêndice E) todo o material que foi, gradativamente, disponibilizado na plataforma TelEduc: os textos de apoio, as atividades e os exercícios propostos, o Pré e Pós-teste, os testes aplicados e as questões de vestibulares.

Palavras-chave: Física. Nível Médio. Eletrodinâmica. Novas Tecnologias. Construção do conhecimento. Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

We present here a proposal for Electrodynamics instruction in High School, which has been applied in the second quarter of the school year of 2004 to the 38 and the 40 students of the 302 and the 303 class, respectively, of the third year of Instituto Estadual de Educação Ernesto Alves, at Rio Pardo, RS. The intent of this proposal is to produce a more efficient Physics instruction and learning at High School level, using appropriate methodology and resources for the present time. The used methodology and resources are worked out based on the theoretical frameworks of Jean Piaget and David Ausubel, having the aim to stimulate the students meaningful learning. In order to find out the previous learnings a Pretest was applied to the students. The approach used includes interactive classes, exercises and problems resolution, individual, or not, studies, real experiments besides virtual experiments using the Edison software to simulate electrical circuits. The interaction among students and among them and the Physics teacher was through a learning virtual environment – TelEduc, enabling a better time utilization and motivating the students for the learning through the use of new technologies. The Web is used by the students as a research source and as a technology to improve communication. To evaluate the students learning, the Physics teacher has employed different evaluation tools: besides tests, also observation concerning the meaningful learnings, the development of skill and knowledge in all the students activities. We believed that a rather meaningful learning has been attained with such employed methodology and resources, likewise this form of evaluation contribute to enjoyable classes and to promote the students participation and their knowledge construction. The educational product brought out here is included in a CD-Rom (Append E). The contents of this CD-Rom were all in TelEduc, the learning virtual environment, and they were disposed there in a gradual way: written texts, used as a guide of studies in the class, the proposed activities and exercises, as well as the evaluation tests employed.

Keywords: High School Physics. Electrodynamics. New Technologies. Knowledge Construction. Meaningful Learning.

SUMÁRIO

RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
CAPITULO 1- INTRODUÇÃO	01
CAPITULO 2- REVISÃO DA LITERATURA	05
2.1 Parâmetros Curriculares Nacionais	05
2.1.1 <u>Processo de Elaboração</u>	05
2.1.2 <u>Os Parâmetros Curriculares Nacionais e o Ensino de Física</u>	06
2.1.3 <u>Os PCN+ Ensino Médio – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais</u>	10
2.2 Breve histórico da Informática na Educação no Brasil	12
2.2.1 <u>O Projeto EDUCOM</u>	14
2.2.2 <u>O PRONINFE e o PROINFO</u>	14
2.2.3 <u>Uso do computador no ensino de Física: fundamentação e formas de uso</u>	16
2.3 As concepções prévias e o estudo de Física	20
CAPÍTULO 3- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
3.1 Filosofias subjacentes às teorias de aprendizagem	23
3.1.1 <u>Comportamentalismo</u>	23
3.1.2 <u>Cognitivismo</u>	24
3.1.3 <u>Humanismo</u>	25
3.2 Construtivismo	25
3.2.1 <u>Jean Piaget</u>	26
3.2.2 <u>David Ausubel</u>	28
CAPÍTULO 4- OBJETIVOS E METODOLOGIA	31
4.1 Objetivos	31
4.1.1 <u>Justificativa do trabalho</u>	31
4.1.2 <u>Questionamentos</u>	32
4.1.3 <u>Características da proposta</u>	32
4.1.4 <u>Objetivos gerais deste trabalho</u>	33
4.2 Metodologia	33
CAPÍTULO 5- APLICAÇÃO DA METODOLOGIA	37
5.1 Desenvolvimento	37

5.2	Recursos Utilizados.....	40
5.2.1	<u>Um ambiente virtual de aprendizagem: o TelEduc.....</u>	40
5.2.2	<u>O Software Edison.....</u>	47
5.2.3	<u>Experimentos reais.....</u>	55
5.2.4	<u>Trabalhos individuais e em grupos: Elaboração e apresentação. Pesquisa na Internet e em livros-texto.....</u>	56
5.2.5	<u>Exercícios, problemas e questões de vestibulares.....</u>	59
5.2.6	<u>Recursos disponibilizados pela Informática.....</u>	61
5.2.7	<u>Contextualização dos conteúdos.....</u>	63
 CAPÍTULO 6- ANÁLISE DOS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA PROPOSTA E SUAS CONSEQÜÊNCIAS NA AVALIAÇÃO DOS ALUNOS.....		64
6.1	Análise qualitativa.....	64
6.1.1	<u>Utilização do ambiente virtual de aprendizagem TelEduc.....</u>	64
6.1.2	<u>Utilização de um software de simulação.....</u>	67
6.1.3	<u>Experimentos reais.....</u>	69
6.1.4	<u>Trabalhos individuais e em grupos: Elaboração e apresentação. Pesquisa bibliográfica e na Internet.....</u>	74
6.1.5	<u>Exercícios, problemas e questões de vestibulares.....</u>	78
6.1.6	<u>Recursos disponibilizados pela Informática.....</u>	80
6.2	Crítérios da Escola para Avaliação dos Alunos.....	84
6.3	Análise Quantitativa da Aplicação da Proposta.....	85
6.3.1	<u>Pré-teste e Pós-teste.....</u>	85
6.3.1.1	<u>Análise estatística dos resultados da aplicação da proposta, obtidos através do pré-teste e do pós-teste.....</u>	90
6.3.2	<u>Notas obtidas pelos alunos nos testes escritos.....</u>	94
6.3.3	<u>Questões de vestibulares.....</u>	96
6.3.4	<u>Notas trimestrais dos alunos na disciplina de Física.....</u>	97
 CAPÍTULO 7- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....		102
REFERÊNCIAS.....		105
OBRAS CONSULTADAS.....		108
APÊNDICES.....		109
APÊNDICE A- TEXTOS DE APOIO.....		110
APÊNDICE B- EXERCÍCIOS E ATIVIDADES.....		136

APÊNDICE C- PRÉ- TESTE, TESTES E QUESTÕES DE VESTIBULARES.....	156
APÊNDICE D- CARACTERIZAÇÃO DAS DUAS TURMAS DE ALUNOS.....	176
APÊNDICE E- CD-ROM.....	185

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A Física é reconhecida como uma disciplina importante, com muitos objetivos que tendem a levar o estudante a se relacionar melhor com o mundo que o cerca. É uma ciência que está presente em quase todos os momentos de nossa vida. Pela natureza dos conhecimentos que podem ser adquiridos através da Física, esta disciplina deveria despertar o interesse dos estudantes e trazer a satisfação da aprendizagem.

Mas, infelizmente, nem sempre é isso que se constata quando alunos do Ensino Fundamental e Médio, ou ex-alunos destes cursos, manifestam suas opiniões sobre o seu relacionamento com a Física.

Ao lado de um pequeno percentual de alunos que gostam, se interessam e aprendem com facilidade os conteúdos de Física, encontram-se aqueles que gostam da disciplina, mas encontram dificuldades para a aprendizagem e, ainda, aqueles que não gostam, que dizem não conseguir aprender, que estudam por necessidade, para serem aprovados no final do ano ou para “passar no vestibular”. Encontram-se, também, aqueles que procuram cursos de Nível Médio onde a Física tem carga horária muito reduzida, por não se sentirem atraídos para a aprendizagem desta disciplina. Portanto, apesar de ser uma disciplina interessante que trata de assuntos que fazem parte do nosso cotidiano, a Física é encarada pela maioria dos estudantes de Ensino Médio como uma disciplina difícil, com conceitos complicados, que envolve muito cálculo, tornando-se de difícil aprendizagem.

Analisando os currículos de diferentes escolas de Ensino Médio e de diferentes cursos de Nível Médio, observa-se que a carga horária destinada à Física é, em geral, muito pequena, para contemplar todos os conteúdos previstos para este nível de ensino.

É uma preocupação dos professores desta disciplina encontrar formas de desenvolver todos os conteúdos essenciais e atingir os objetivos referentes a competências, habilidades e conhecimentos significativos, previstos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999), no curto intervalo de tempo de que dispõem.

Ainda assim, os resultados de avaliações, como os concursos vestibulares, por exemplo, mostram que a aprendizagem dos conteúdos de Física no Ensino Médio ainda deixa muito a desejar.

A busca de formas de promover melhorias, que tornem o ensino e a aprendizagem de Física mais eficientes e adequados aos novos tempos é uma responsabilidade dos profissionais que se dedicam ao ensino desta disciplina, em todos os níveis.

A evolução tecnológica em diversas áreas, nos últimos anos, exige que a educação a acompanhe e, ao mesmo tempo, fornece instrumentos que podem contribuir para o aprimoramento de metodologias de ensino e aprendizagem. Neste contexto, Maraschin (2000, p. 113) propõe que “as transformações tecnológicas nas formas de comunicar, de acessar e tratar a informação colocam os profissionais da educação em frente a desafios inusitados. Sucumbir ao mal-estar ou construir modos criativos e significativos de apropriação dessa tecnologia são opções que todos, consciente ou inconscientemente, terão pela frente.”

Este trabalho se propõe a aplicar os recursos das Novas Tecnologias, aqui representadas pela informática, para desenvolver uma parte do conteúdo de Física que consta do currículo do terceiro ano do Ensino Médio, no Instituto Estadual de Educação Ernesto Alves, em Rio Pardo. É aplicado a duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio, para desenvolver o conteúdo de Eletrodinâmica.

A utilização do computador associada com aplicativos adequados pretende tornar mais fácil a construção do conhecimento, desenvolvendo as habilidades necessárias à aprendizagem significativa desse conteúdo. Segundo Santos e Pacheco (2000, p. 230):

Se o aluno consegue formar um vínculo entre o material a aprender e os conhecimentos prévios, integrando-os na sua estrutura cognitiva, será capaz de atribuir um significado, alcançando uma aprendizagem significativa. Do contrário, se essas relações não forem estabelecidas, a aprendizagem será mecânica ou repetitiva, o aluno poderá lembrar o conteúdo por determinado tempo, mas não terá modificado sua estrutura cognitiva.

O uso de um ambiente de aprendizagem – o TelEduc¹, onde os alunos podem interagir entre eles e com a professora, utilizando-se dos recursos proporcionados pela Internet, visa tornar o ensino e a aprendizagem de Física mais eficientes, com aulas mais agradáveis, fazendo com que os alunos tenham o prazer de participar e aprender, proporcionando a construção do conhecimento e despertando nos mesmos o interesse e a predisposição para adquirir novos conhecimentos.

¹ O TelEduc é um ambiente de ensino a distância pelo qual se pode realizar cursos através da Internet. Está sendo desenvolvido conjuntamente pelo Núcleo de Informática Aplicada à Educação (Nied) do Instituto de Computação (IC) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

As aulas práticas, a realização e o estudo de experimentos são fatores que podem facilitar a aprendizagem de alguns conteúdos de Física. Mas a precariedade dos laboratórios de Física, principalmente nas Escolas da rede pública de ensino, a falta de tempo para os professores prepararem eficientes aulas práticas e a reduzida carga horária da disciplina comparada com a grande quantidade de conteúdos, em cursos de Nível Médio, dificulta a realização de um eficiente trabalho prático.

Uma alternativa para minimizar as dificuldades encontradas em relação às aulas práticas é utilizar recursos oferecidos pela tecnologia da informática. Neste trabalho, além de aulas práticas, com experimentos simples e de baixo custo, é usado um aplicativo de simulação de experimentos de eletrodinâmica, chamado Edison², onde o aluno pode interagir virtualmente com os elementos de um circuito elétrico, montando e desmontando circuitos, variando a voltagem, acrescentando e retirando elementos, realizando medidas e verificando os efeitos obtidos através da visualização de fenômenos.

Apresenta-se aqui uma proposta de inovação da metodologia aplicada às aulas de Física em uma escola pública, visando buscar a melhoria do ensino e da aprendizagem. Esta proposta é embasada nas teorias educacionais de Jean Piaget e David Ausubel e visa despertar o interesse dos alunos pela Física, fazendo com que os conhecimentos tornem-se significativos para os mesmos, através do uso de recursos variados, principalmente com a aplicação de novas tecnologias ao ensino.

Uma vez que esta proposta está voltada para a aplicação de metodologia variada, com ênfase para a utilização da informática, como recurso capaz de tornar mais eficientes as aulas de Física, no Capítulo 2 é feita uma revisão de literatura, começando pela descrição de alguns aspectos dos Parâmetros Curriculares Nacionais. A seguir, passa-se a um breve histórico sobre o uso da tecnologia da informática aplicada à educação e, então, se faz referência a artigos publicados, quando se procura situar o uso da informática no ensino e na aprendizagem de Física, principalmente no Brasil. Na última seção do Capítulo 1 é feito um estudo sobre a influência das concepções alternativas na aprendizagem de Física, incluindo a revisão de artigos que tratam sobre as concepções prévias que os estudantes possuem em relação à corrente elétrica e aos circuitos elétricos, tema privilegiado na execução desta proposta.

² Edison AC/DC (Design Software – Educare Informática), como simulador de experiências.

Entendendo-se que todo o trabalho pedagógico deve ter uma fundamentação teórica, no Capítulo 3 é feita uma análise das teorias da educação e seus enfoques, com a atenção mais voltada às que tratam sobre o construtivismo e a aprendizagem significativa, através das idéias de Piaget e Ausubel.

No Capítulo 4 são apresentados os objetivos que norteiam esta proposta, a justificativa e a metodologia utilizada.

O Capítulo 5 explica detalhadamente a metodologia empregada.

No Capítulo 6 é feita a análise dos resultados obtidos com a aplicação desta metodologia e suas conseqüências na aprendizagem de Física e no alcance dos objetivos propostos. As considerações finais são apresentadas no Capítulo 7.

Nas últimas páginas deste trabalho encontram-se os apêndices. O Apêndice A compreende os textos de apoio, elaborados pela autora, distribuídos aos alunos e disponibilizados na plataforma TelEduc. No Apêndice B estão as atividades e os exercícios propostos. O Pré e Pós-teste, os testes aplicados, bem como as questões de vestibulares compõem o Apêndice C. No Apêndice D é apresentada uma caracterização das duas turmas às quais foi aplicada a presente proposta.

Finalmente, no Apêndice E encontra-se o produto educacional resultante deste trabalho de conclusão em forma de CD-Rom. Faz parte do Cd-Rom todo o material que foi, gradativamente, disponibilizado na plataforma TelEduc: os textos de apoio, as atividades e os exercícios propostos, o Pré e Pós-teste, os testes aplicados, as questões de vestibulares, bem como foram incluídos de forma resumida os objetivos e a sistemática de aplicação da presente proposta.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

Este trabalho foi aplicado no Ensino Médio, em uma escola pública estadual, no Rio Grande do Sul. Para o planejamento do mesmo, foi realizado um levantamento bibliográfico tendo como base os “Parâmetros Curriculares Nacionais” (BRASIL, 1999), pois os mesmos são adotados pela Secretaria Estadual de Educação do Rio Grande do Sul e trazem a orientação quanto às perspectivas do ensino contemporâneo de Física no Ensino Médio.

2.1 Parâmetros Curriculares Nacionais

Através de um resumo histórico sobre a origem e o processo de elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais para a educação brasileira, busca-se a compreensão sobre as tendências básicas apontadas pelo Ministério da Educação e sobre a fundamentação dos mesmos.

2.1.1 Processo de Elaboração

Na década de 90, especialmente após a participação do Brasil na Conferência Mundial de Educação para Todos, em 1990, em Jomtien, na Tailândia, convocada pela Unesco, Unicef, PNUD e Banco Mundial, o Brasil se comprometeu a desenvolver propostas para ampliar as oportunidades de aprendizagem para crianças, jovens e adultos. Dessa conferência, assim como da Declaração de Nova Delhi – assinada pelos nove países em desenvolvimento de maior contingente populacional do mundo – resultaram posições consensuais na luta pela satisfação das necessidades de aprendizagem para todos, capazes de tornar universal a educação (BRASIL, 1999).

O Brasil e os demais países da América Latina, constatando o quadro de desvantagem em relação aos países desenvolvidos, no que se refere à escolarização e ao nível de conhecimento (BRASIL, 1999) estiveram empenhados em promover reformas na educação que permitissem superar tais desvantagens.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, segundo o Ministério de Educação e Desporto, em PCN, volume 1, 1997, foram elaborados após o estudo de propostas curriculares de Estados e Municípios brasileiros, a partir da análise realizada pela Fundação Carlos Chagas sobre currículos oficiais e de informações sobre experiências realizadas em outros países.

Foi formulada uma proposta inicial que passou por um processo de discussão nacional durante os anos de 1995 e 1996. Das discussões participaram professores de universidades públicas e particulares, técnicos de secretarias estaduais e municipais de educação, especialistas e educadores.

A análise dos pareceres, das críticas e das sugestões, em relação ao conteúdo dos documentos, apontou à necessidade de implementação de uma proposta de educação nacional. A partir desse processo foram elaborados os Parâmetros Curriculares Nacionais que contemplam todas as disciplinas essenciais do ensino fundamental e do ensino médio. Neste trabalho a atenção se voltará apenas ao que estabelecem os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de Física, no nível médio.

2.1.2 Os Parâmetros Curriculares Nacionais e o Ensino de Física

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394/96) determina que o Ensino Médio é a última etapa da Educação Básica e a Resolução do Conselho Nacional de Educação/98 organiza as áreas do conhecimento, sendo que a Física está incluída nas Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.(BRASIL, 1999)

De acordo com os PCNs/99, o ensino tradicional de Física é realizado frequentemente, mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada do mundo vivido pelos alunos e professores, sendo vazio de significados. Consta ainda, que é enfatizada a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculadas de seu significado físico, é citada a resolução de exercícios repetitivos, que visam o aprendizado pela automatização ou memorização, sem que ocorra a construção do conhecimento e a aquisição de competências. O conhecimento é apresentado como produto acabado, fruto da genialidade de alguns cientistas, dando ao aluno a impressão de que não resta nenhum problema a resolver, as listas de conteúdos são demasiado grandes, dificultando o aprofundamento necessário e o diálogo construtivo. Entre outros, estes são motivos que justificam a necessidade de mudanças no ensino de Física.

Moreira (2000) faz uma retrospectiva sobre as mudanças ocorridas no ensino de Física no Brasil e no mundo na última metade do século passado. Até o final da década de cinquenta, “o ensino de Física era referenciado por livros de texto”, a atividade experimental que o aluno desenvolvia era considerada importante, mas era baseada no livro-texto. Este foi considerado pelo referido autor como o “paradigma dos livros”. No início da década de 60

surgiu o “paradigma dos projetos”, que teve início com o curso de física PSSC (Physical Science Study Committee), projeto de renovação do currículo de Física do Ensino Médio, publicado nos Estados Unidos, em 1960 e traduzido para o português em 1963. Este era um projeto curricular completo e inovador, destacando procedimentos físicos e a estrutura da Física. Na mesma época surgiram outros projetos curriculares para o ensino de Física, na Inglaterra, nos Estados Unidos e no Brasil, na Universidade de São Paulo. Segundo o autor, o paradigma dos projetos não durou muito, mas ele não faz uma análise das possíveis causas deste fato, embora destaque a falta de uma concepção de aprendizagem nos projetos. Diz que os projetos foram claros quanto ao ensino, mas não houve preocupação sobre como se daria a aprendizagem. “Ensino e aprendizagem são interdependentes; por melhor que sejam os materiais instrucionais, do ponto de vista de quem os elabora, a aprendizagem não é uma consequência natural”.

Nos anos setenta surgiu o “paradigma da pesquisa em ensino de Física”, que se manifestou através do estudo das concepções alternativas, continuou nos anos oitenta, com o estudo da mudança conceitual e continua até nossos dias. O autor destaca, no final do século passado, o surgimento de pesquisa sobre temas diversificados, como resolução de problemas, representações mentais dos alunos, concepções epistemológicas dos professores, formação inicial e permanente de professores. O mesmo autor cita, ainda, outras contribuições importantes para o ensino de Física no nível médio, que ocorreram nos cinquenta anos enfocados na retrospectiva, tais como “Física do cotidiano”, “equipamentos de baixo custo”, “ciência, tecnologia e sociedade”, “história e filosofia da ciência”, “Física Contemporânea” e “novas tecnologias”. Devido à coexistência de várias das tendências citadas anteriormente, na época atual (2000), o autor diz que estamos em uma época “multiparadigmática”, diz que o livro didático continua sendo usado e recomenda que não se deve ensinar Física sob a abordagem de um único livro texto.

Quanto às várias vertentes para o ensino de física, o autor diz acreditar que cada uma tem o seu valor e suas limitações, podendo até representar prejuízo para o ensino, se uma delas for usada com exclusividade. Esta idéia vem ao encontro do pensamento da autora do presente trabalho que, ao planejar o desenvolvimento desta proposta, procurou contemplar uma metodologia variada e uma abordagem dos conteúdos segundo diferentes vertentes, indo da aula expositiva e interativa até a utilização de experimentos reais e das novas tecnologias, dos trabalhos em grupos às atividades individualizadas e da contextualização histórica, passando pela física do cotidiano chegando à física dos livros-texto, à resolução de

exercícios e problemas, tendo cada atividade ou abordagem a sua finalidade como pode ser visto no desenvolvimento deste trabalho.

Voltando aos PCNs, encontramos as perspectivas para o ensino e a aprendizagem de Física para o início deste século. A prática tradicional deverá ser superada, já não se admite um ensino de Física voltado para a transmissão de conhecimentos, sem a preocupação com o significado atribuído pelo aprendiz ao conhecimento adquirido. Uma vez que o Ensino Médio é considerado Educação Básica e que a maioria dos alunos que passam por ele não pretendem ser cientistas, os objetivos e a prática da disciplina nesse curso devem contemplar as necessidades da maioria dos estudantes brasileiros. Esta perspectiva está bem clara e bem planejada para ser atingida através do desenvolvimento de competências e habilidades apropriadas para cada área de estudo ou para cada disciplina.

A grande maioria dos alunos do ensino médio não vai estudar Física mais tarde. Por isso não tem sentido ensinar-lhes Física como se fossem físicos em potencial. Eles serão, sobretudo, cidadãos e, como tal, a Física que lhes for ensinada deve servir para a vida, possibilitando-lhes melhor compreensão do mundo e da tecnologia. (MORERA., 2000)

A seguir, serão transcritas literalmente as competências e habilidades a serem desenvolvidas em Física, previstas pelos PCNs (BRASIL,1999):

Representação e comunicação:

- Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos. Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos.
- Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.
- Expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de tal linguagem.
- Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas.
- Elaborar sínteses ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados.

Investigação e compreensão

- Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar.
- Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas.
- Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos.
- Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões.
- Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.

Contextualização sócio-cultural

- Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico.
- Reconhecer o papel da Física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico.
- Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia.
- Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana.
- Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.

Através do desenvolvimento das habilidades e competências citadas, pretendem os PCNs que seja rediscutido como e o quê ensinar em Física para promover uma melhor

compreensão do mundo e a preparação para a cidadania adequada. No mundo em constantes e aceleradas transformações em que vivemos, o desenvolvimento da autonomia para aprender deve ser uma preocupação constante buscando desenvolver competências que permitam aos estudantes a “independência de ação e aprendizagem futura”.

2.1.3 Os PCN+ Ensino Médio – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais

Através do artigo “A Contribuição da Física para um Novo Ensino Médio”, publicado na revista A Física na Escola, em outubro de 2003, a autora deste trabalho tomou conhecimento da existência do documento intitulado PCN+ Ensino Médio, publicado no final de 2002 (BRASIL, 2002). O referido texto é dirigido a professores, coordenadores, enfim, aos responsáveis pelos rumos que são dados à prática do Ensino Médio nas escolas. Não se trata de um documento normativo, mas é apresentado como complementar aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). A opção de contemplar este documento na presente revisão de literatura se deve ao fato de ele trazer idéias de acordo com as novas tendências pedagógicas, vir ao encontro dos objetivos propostos por este trabalho, podendo trazer importante contribuição para o desenvolvimento do mesmo.

No artigo “A Contribuição da Física para um Novo Ensino Médio” . (KAWAMURA; HOSOUME, 2003) são encontradas idéias que nos convidam a refletir sobre a prática do ensino de Física e sua adequação aos novos tempos, tais como:

Os últimos anos têm sido marcados por mudanças significativas no discurso sobre a educação, o ensino, e particularmente, o Ensino Médio.

...é preciso encontrar opções novas, modificar hábitos, romper com rotinas, quase sempre sem a certeza nem a segurança das vantagens e desvantagens dos esforços desenvolvidos.

As mudanças em educação estão sendo acompanhadas por um novo vocabulário, que inclui conceitos como contextualização, interdisciplinaridade, competências e habilidades.

Os PCN+ reafirmam que o novo Ensino Médio, nos termos da lei (LDB), não pode ser simplesmente uma preparação para a continuidade dos estudos, ou estritamente profissionalizante e passa a assumir a responsabilidade de completar a educação básica. Isso significa preparar para a vida, para a cidadania consciente e responsável e para o aprendizado permanente. Segundo o mesmo documento, estar formado para a vida não significa apenas reproduzir dados, identificar símbolos ou denominar classificações. Significa ter uma

participação social, prática e solidária, ser capaz de enfrentar problemas de diferentes naturezas, elaborar críticas ou propostas e ter uma atitude de permanente aprendizado. No mundo atual, de tão rápidas transformações é necessário saber se informar, argumentar, compreender e agir.

Entre as mudanças necessárias, aponta a articulação entre as áreas e entre as disciplinas, a construção do conhecimento através do desenvolvimento de competências e habilidades, a contextualização dos conhecimentos, as escolhas de acordo com a realidade das escolas, dos alunos, sem perder de vista a boa qualidade do ensino para todos.

Quanto à Física, os PCN+ dizem que *os critérios que orientam a ação pedagógica deixam de tomar como referência primeira “o que ensinar de Física”, passando a centrar-se sobre o “para que ensinar Física”,* explicitando a preocupação em atribuir ao conhecimento um significado no momento mesmo de seu aprendizado. Para a distribuição dos conteúdos durante o curso são propostos *temas estruturadores do ensino de Física*, contemplando os conhecimentos necessários para atingir os objetivos do curso.

Foram privilegiados seis temas *estruturadores*, cada tema está subdividido em unidades temáticas, com abrangência para organizar todo o ensino de Física. São eles:

1. Movimentos: variações e conservações;
2. Calor, ambiente e usos de energia;
3. Som, imagem e informação;
4. Equipamentos elétricos e telecomunicações;
5. Matéria e radiação;
6. Universo, Terra e vida.

São feitas sugestões detalhadas sobre a possível abrangência de cada tema e apresentadas várias alternativas sobre como distribuí-los ao longo do curso, ficando esclarecido que se tratam de sugestões, de modo que a seqüência a ser adotada, o nível de profundidade e as unidades a serem adotadas são decisões que dependem da realidade de cada escola ou região. O conteúdo abordado neste trabalho pode ser enquadrado como parte tema número quatro e parte do tema estruturador número dois, ao abordar os usos de energia.

Quanto à avaliação dos alunos, o que é proposto neste trabalho está de acordo com as orientações que trazem os PCN+. A seguir encontram-se alguns trechos do texto sobre avaliação:

Quando o professor deseja que cada um de seus alunos se desenvolva da melhor maneira e saiba expressar suas competências, avaliar é mais do que aferir resultados finais ou definir sucessos e fracassos, pois significa acompanhar o processo de aprendizagem e os progressos de cada aluno, percebendo dificuldades e procurando contorná-las ou superá-las continuamente.

Quanto aos instrumentos e procedimentos de avaliação, entre outros, encontram-se nos PCN+ as seguintes afirmações:

À medida que os conteúdos são desenvolvidos, o professor deve adaptar os procedimentos de avaliação do processo, acompanhando e valorizando todas as atividades dos alunos, como os trabalhos individuais, os trabalhos coletivos, a participação espontânea ou mediada pelo professor, o espírito de cooperação e mesmo a pontualidade e assiduidade. As avaliações realizadas em provas, trabalhos ou por outros instrumentos, no decorrer dos semestres ou em seu final, individuais ou em grupo, são essenciais para obter um balanço periódico do aprendizado dos alunos, e também tem o sentido de administrar sua progressão. Eles não substituem as outras modalidades de avaliação, mas as complementam.

Os PCN+ tratam, também, da formação permanente continuada dos professores, que não é tema deste trabalho.

2.2 Breve histórico da Informática na Educação no Brasil

A recomendação do uso de recursos didáticos adequados é feita em quase todas as propostas de aprimoramento do ensino de Física. Não raro, são citados o computador e os recursos a ele associados, como uma possível solução para alguns dos problemas encontrados no ensino desta disciplina. Este projeto, que visa melhorias no ensino de Física, aplica os recursos da informática, como uma das possibilidades para alcançar seus objetivos. Procurou-se, então, revisar o histórico da aplicação da informática na educação, principalmente no Brasil, baseado em artigos e em informações obtidas no sítio do Proinfo³.

Fiolhais e Trindade (2003) referiram que *“a necessidade de diversificar métodos de ensino para contrariar o insucesso escolar ajudou ao uso crescente do computador no ensino de Física”* e dividem a história da utilização de computadores na educação em dois períodos: antes e depois do aparecimento dos computadores pessoais, os quais surgiram no final da década de 70, do século XX, representando um importante passo para a democratização dos

³ O ProInfo é um programa educacional, criado em 1997, pelo Ministério da Educação, para promover o uso das tecnologias da Informática à Educação.

meios de comunicação informatizados. Os mesmos autores fazem uma rápida retrospectiva sobre o uso da informática na educação:

- Em 1980, Seymour Papert, professor de Matemática no *Massachusetts Institute of Technology*, em Boston, nos EUA, criou a linguagem LOGO, que proporcionou um grande impacto no uso da informática na educação. Através dessa linguagem, destinada principalmente a crianças com mais de seis anos, estas podiam programar e desenhar figuras matemáticas.

- O físico norte-americano Alfred Bork, em uma conferência patrocinada pela *American Association of Physics Teachers*, em 1978, falou sobre uma grande revolução na educação que estaria se iniciando, e disse que o computador seria o instrumento dessa revolução. Tal como Seymour Papert, o referido físico foi um pioneiro na utilização do computador no ensino.

- O desenvolvimento da Internet, no final da década de 80, do século XX, e sua popularização na década de 90 constituíram um importante avanço para a aplicação da informática ao ensino.

- Ainda na década de 90, o surgimento de processadores mais potentes e de capacidades gráficas maiores e o fato de os computadores se tornarem mais baratos foram fatores que facilitaram o uso de computadores na educação, pois os mesmos se tornaram mais presentes em escolas e nas residências dos estudantes.

No Brasil, na década de 80, os microcomputadores começaram a aparecer nas escolas particulares, principalmente nas que possuíam mais recursos financeiros. Algumas ofereciam cursos ou treinamentos, visando atender o mercado de trabalho e a demanda social. Entre 1980 e 1982, o Ministério da Educação e Cultura realizou estudos e promoveu encontros nacionais para discutir a introdução da informática nas escolas. Foi nessa época que surgiu a hipótese de que os computadores, supridos de softwares educacionais, poderiam vir a substituir os professores. Verifica-se atualmente que essa hipótese não se confirmou, o uso da tecnologia em educação traz bons resultados, quando bem administrada pelo professor.

Reforçava-se a idéia de que o computador deveria auxiliar o desenvolvimento da inteligência do aluno, bem como desenvolver habilidades intelectuais específicas dos diferentes conteúdos. Recomendava-se que o uso da informática não deveria se restringir ao

2º grau, hoje, Ensino Médio, de acordo com a proposta inicial, mas que procurasse atender a outros graus de ensino, destacando o caráter interdisciplinar.

2.2.1 O Projeto EDUCOM

Em janeiro de 1983 foi criada, no âmbito da SEI, a Comissão especial nº 11/83 – Informática na Educação – para se encarregar dos trabalhos administrativos e do acompanhamento das atividades técnicas da área. Em março de 1983, a Secretaria Executiva da referida Comissão, baseada nas recomendações dos dois Seminários Nacionais, apresentava para aprovação da Comissão o documento *Projeto EDUCOM*, consubstanciando uma proposta de trabalho interdisciplinar voltada para a implantação experimental de centros-piloto, como instrumentos relevantes para a informatização da sociedade brasileira, visando à capacitação e a uma futura política para o setor.

Os primeiros cinco projetos-piloto foram implantados a partir de agosto de 1984, nas Universidades Federais do Rio Grande do Sul, Pernambuco, Minas Gerais, Rio de Janeiro e pela Universidade Estadual de Campinas. Coube ao CENIFOR (Centro de Informática do MEC, criado em novembro de 1982, subordinado à Fundação Centro Brasileiro de TV Educativa) a responsabilidade pela implantação, coordenação e supervisão técnica do Projeto EDUCOM. Apesar de enfrentar dificuldades decorrentes das alterações funcionais que ocorreram nas instituições federais com a transição governamental, iniciada em março de 1985, dificuldades estas de caráter administrativo e financeiro, o Projeto EDUCOM cumpriu o seu papel.

2.2.2 O PRONINFE e o PROINFO

O Programa Nacional de Informática na Educação (PRONINFE) foi criado em outubro de 1989, através de Portaria Ministerial. De acordo com o MEC, este Programa tinha por finalidade desenvolver a Informática Educativa no Brasil. Propunha a criação de núcleos distribuídos geograficamente pelo país. Estes núcleos tinham por finalidade desenvolver a formação de professores e promover o desenvolvimento de metodologias e a utilização da informática como prática pedagógica. Em abril de 1997, o Presidente da República e o Ministro da Educação lançaram o Programa Nacional de Informática na Educação: o ProInfo (BRASIL, 1997).

O PROINFO – Programa Nacional de Informática na Educação – visa a introdução de Novas Tecnologias de Informação e Comunicação na escola pública como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem. A base tecnológica do ProInfo nos estados é o Núcleo de Tecnologia Educacional – NTE, cuja função é dar apoio ao processo de informatização nas escolas, auxiliando tanto no processo de incorporação e planejamento de novas tecnologias, quanto no suporte técnico e capacitação de professores e equipes administrativas das escolas. Atualmente o ProInfo dispõe de um ambiente colaborativo virtual de aprendizagem, o e-ProInfo, onde são administrados e desenvolvidos diversos tipos de ações, como cursos a distância, complemento a atividades presenciais, projetos de pesquisa, entre outros. Este ambiente é utilizado em parceria com entidades educacionais conveniadas.

Na página do ProInfo são encontradas informações tais como:

O ProInfo não é um simples programa de tecnologia, é de educação. Isso significa considerar telemática uma ferramenta de apoio à qualificação da educação, do processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma é a qualidade dos recursos humanos envolvidos no processo, especialmente professores e gestores educacionais - e não pura e simplesmente a tecnologia o que mais conta. (BRASIL, 1997)

Isto mostra que a intenção do ProInfo não é apenas equipar as entidades educacionais com a tecnologia, mas também, promover a capacitação das pessoas para trabalhar com a tecnologia e com a educação de maneira adequada. De acordo com a tabela comparativa entre as metas e realizações do ProInfo, encontrada em <http://www.proinfo.mec.gov.br/upload/img/relatorio_died.pdf>, pode-se concluir que suas metas foram, até agora, parcialmente alcançadas, deixando de ser alcançadas as metas referentes ao número de escolas e de alunos beneficiados, o que é justificado pela falta de recursos financeiros para a aquisição e distribuição de equipamentos.

Pelo exposto, verifica-se que as iniciativas para a introdução da informática na educação, no Brasil, vêm ocorrendo há mais de trinta anos. Projetos, nesse sentido vêm se sucedendo ao longo dos anos. Contudo, na escola pública essa incorporação das novas tecnologias à Educação ocorre de forma muito lenta, esbarrando, principalmente, na falta de recursos financeiros para a compra e atualização de equipamentos e para a capacitação de recursos humanos.

Como depoimento, pode-se citar o fato de que a escola pública, onde se desenvolve o presente trabalho, nunca foi contemplada com um projeto governamental de implantação da informática educativa. A escola dispõe atualmente de um modesto Laboratório de

Informática, com dez computadores, adquiridos ao longo dos últimos oito anos. Recentemente (abril de 2004) foi instalada a Internet e foi adquirido um aparelho de televisão, de 29 polegadas, para ser usado substituindo o projetor, nas aulas que utilizam apresentação em PowerPoint. Todos esses equipamentos foram adquiridos com recursos próprios da escola, providos através do Círculo de Pais e Mestres (CPM), de campanhas realizadas por professores e alunos e doações da comunidade.

Quanto à capacitação de professores para trabalhar com informática educativa, esta tem ocorrido espontaneamente, de forma lenta, graças à boa vontade dos mesmos e de acordo com suas possibilidades.

Como podemos ver, este trabalho, entre outros objetivos, representa mais um passo para democratizar o acesso à rede e levar os poderosos recursos da informática para a sala de aula, numa tentativa de possibilitar aos alunos a participação no espaço cibernético, pois de acordo com as palavras de Pierre Lévy, esta é uma exigência dos tempos atuais.

O espaço cibernético é o terreno onde está funcionando a humanidade hoje. É um novo espaço de interação humana que já tem uma importância profunda, principalmente no plano econômico e científico, e, certamente, esta importância vai ampliar-se e vai estender-se a vários outros campos, como por exemplo, na Pedagogia, na Estética, na Arte e na Política.. (LÉVY, 2000, p. 14)

2.2.3 Uso do computador no ensino de Física: fundamentação e formas de uso

Este é um assunto muito abrangente e poderia servir de tema para um projeto de pesquisa. Não há intenção de aprofundá-lo nesta revisão de literatura, pretende-se apenas colher idéias de alguns pesquisadores nesta área, que justifiquem a ênfase que está sendo dada ao uso desta tecnologia no presente trabalho.

Para começar esta reflexão foram escolhidas as sábias palavras escritas pelo grande pensador e cientista de nosso século, Albert Einstein (1981, p. 29):

Não basta ensinar ao homem uma especialidade, porque se tornará assim uma máquina utilizável, mas não uma personalidade. É necessário que adquira um sentimento, um senso prático daquilo que vale a pena ser empreendido, daquilo que é belo, do que é moralmente correto. A não ser assim, ele se assemelhará com seus conhecimentos profissionais, mais a um cão ensinado do que a uma criatura harmoniosamente desenvolvida. Deve aprender a compreender as motivações dos homens, suas quimeras e suas angústias para determinar com exatidão seu lugar exato em relação a seus próximos e à comunidade.

Estas reflexões essenciais, comunicadas à jovem geração graças aos contatos vivos com os professores, de forma alguma se encontram escritas nos manuais. É assim que se expressa e se forma de início toda a cultura. Quando aconselho com ardor

"as humanidades", quero recomendar esta cultura viva, e não um saber fossilizado, sobretudo em história e filosofia.

Os excessos do sistema de competição e de especialização prematura, sob o falacioso pretexto de eficácia, assassinam o espírito, impossibilitam qualquer vida cultural e chegam a suprimir os progressos nas ciências do futuro. É preciso, enfim, tendo em vista a realização de uma educação perfeita, desenvolver o espírito crítico na inteligência do jovem. Ora, a sobrecarga do espírito pelo sistema de notas entrava e necessariamente transforma a pesquisa em superficialidade e falta de cultura.

O ensino deveria ser assim: quem o receba o recolha como um dom inestimável, mas nunca como uma obrigação penosa.

Seymour Papert, criador da linguagem LOGO, destinada à educação, principalmente de crianças, importante expoente nas pesquisas nesse sentido, diz que a educação necessita de uma *megamudança*. Mudanças muito rápidas e numerosas estão ocorrendo na sociedade, acompanhando o desenvolvimento da ciência e da tecnologia. Necessário se faz que modificações continuem ocorrendo também em educação, especialmente na sala de aula e na forma como vinha sendo tratada a educação.

Segundo Papert (1994), o principal problema para a educação matemática é descobrir como se valer da experiência da criança em matemática, experiência esta que lhe permitiu construir conhecimentos matemáticos antes de chegar à escola. O mesmo autor diz que os computadores podem fazer isto. Por analogia, pode-se dizer que esta afirmação se aplica também aos conhecimentos de Física.

Para Fiolhais e Trindade (2003), a aplicação da informática à educação pode se resumir a três períodos, acompanhando a evolução das teorias de aprendizagem: o primeiro período ou geração teve uma base behaviorista; a segunda geração foi moldada na teoria cognitiva, caracterizou-se por uma ênfase aos conteúdos da aprendizagem e na forma de sua apresentação aos alunos, se preocupava com o respeito à individualidade. A terceira geração surgiu na década de 90 e tem como base a teoria construtivista, segundo a qual cada aluno constrói sua visão de mundo através de suas experiências individuais.

A forma como é proposto o uso do computador é que vai proporcionar ou não as mudanças necessárias à educação. O computador pode ser uma ferramenta adequada a uma aula tradicional, onde a ênfase é para a transmissão de conhecimentos, dependendo da forma como for utilizado e dos *softwares* escolhidos.

Segundo Magalhães et al. (2002), na visão behaviorista, o professor é visto como manipulador do ambiente de aprendizagem. As aulas são planejadas passo a passo, tal que haja estímulo-resposta e reforço para atingir um objetivo. O professor transmite e o aluno recebe o conhecimento e a mudança do comportamento do aluno se dá através do condicionamento. De acordo com os mesmos autores, na visão construtivista a educação e a vida real andam juntas, cabe ao professor monitorar o crescimento cognitivo e o amadurecimento do aluno, contribuindo para a construção pessoal do mesmo.

No mesmo artigo, encontramos a afirmação de que o uso do computador no processo ensino/aprendizagem apresenta dois enfoques: o aluno pode aprender do computador ou com o computador. O segundo enfoque se refere ao uso do computador como ferramenta auxiliar na aprendizagem, que favorece o desenvolvimento de habilidades e competências (BRASIL, 1999).

A seguir apresentamos algumas formas de uso do computador no ensino de Física encontradas na literatura atual:

a) Modelagem e Simulação – um modelo, de acordo com Veit e Teodoro (2002), é uma representação simplificada de um sistema, mantendo as suas características essenciais. A modelagem pode facilitar a construção do conhecimento significativo. O termo modelagem, ou modelização, segundo Fiolhais e Trindade (2003) costuma ser utilizado quando a ênfase é dada à programação do modelo e simulação se refere à situação em que o aluno não programa, apenas executa o modelo de uma realidade física, o que também contribui para a compreensão do fenômeno envolvido. Medeiros e Medeiros (2002) alertam para o cuidado que se deve ter ao usar simulações, dizendo que o valor de qualquer simulação está condicionado ao modelo, à teoria física aplicada em sua construção. Dizem, ainda, que há uma diferença muito grande entre a simulação de um fenômeno físico e a sua experimentação real, uma vez que os programas de simulação são baseados em modelos que contêm simplificações e aproximações da realidade e se tal diferença não for levada em conta as simulações podem não surtir o efeito desejado em uma situação de ensino e aprendizagem.

b) Aquisição de dados – O computador pode ser usado como ferramenta auxiliar no laboratório de Física, onde, usando sensores e *softwares* apropriados, podem ser feitas medições de grandezas físicas em tempo real, controle de variáveis, os dados podem ser apresentados graficamente, facilitando a interpretação dos mesmos. Vários trabalhos têm sido

publicados sobre a aquisição automática de dados, mostrando a eficiência desta técnica. Cita-se aqui, como exemplo, *O Estudo de Colisões através do Som* (CAVALCANTE et al., 2002), que mostra como pode ser determinado o coeficiente de restituição em colisões, através do espectro sonoro emitido pelos impactos sucessivos de uma esfera em uma superfície plana.

c) Multimídia – A multimídia abrange uma variedade de ferramentas ou elementos computacionais que podem ser usados *on-line* ou *off-line*. Aqui estão incluídos CD-ROM com programas interativos ou não, textos, sons, imagens animadas ou não, simulações, vídeos, apresentações, entre outros. De acordo com Fiolhais e Trindade (2003), a multimídia baseia-se no conceito de hipertexto e suas características essenciais são a interatividade e a escolha do caminho a seguir, através de *links*.

d) Realidade Virtual – Esta é uma importante ferramenta para estudar fenômenos que ocorrem no espaço tridimensional. Através dela o estudante pode interagir em tempo real com os objetos virtuais, podendo concentrar sua atenção em problemas específicos, possibilitando a construção do conhecimento sobre tais problemas. De acordo com Fiolhais e Trindade (2003) “A realidade virtual pode ser entendida como uma tecnologia que facilita a interação entre o homem e a máquina e o ambiente virtual um cenário constituído por modelos tridimensionais, armazenado e gerido por computador, usando técnicas de computação gráfica”.

e) Internet – A Internet, através da Web (*World Wide Web*) representa uma importante ferramenta para ser usada em educação. A facilidade de uso e a apresentação em hipertexto contribuem para a interação do estudante com o objeto do conhecimento, atendendo as suas necessidades individuais. Através da Internet podem ser disponibilizados todos os recursos já citados, torna-se possível a interação entre os indivíduos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, aluno-aluno, aluno-professor de uma forma mais efetiva e individualizada do que no ambiente de sala de aula, onde o professor precisa atender, ao mesmo tempo, a muitos alunos. A referida comunicação pode se dar de uma forma geral, através de e-mail ou outro recurso de comunicação ou pode fazer parte do planejamento do curso, através de um ambiente virtual. No ambiente virtual de aprendizagem cada participante é identificado por um *login* e uma senha, de modo que todos possam se comunicar e disponibilizar ali os conteúdos, as propostas, as atividades, o produto do trabalho, enfim, o que for de interesse do grupo e do curso.

De acordo com Fiolhais e Trindade, a Internet tornou-se “a maior e mais ativa de todas as bibliotecas do mundo, tendo as paredes da sala de aula sido “derrubadas” através da ligação direta às fontes de informação.”

Estas são algumas das formas de uso do computador no ensino de Física. Como pode ser visto no desenvolvimento deste trabalho, algumas delas foram aplicadas, procurando-se a adequação aos objetivos do trabalho em cada etapa.

2.3 As concepções prévias e o estudo de Física

Os estudantes apresentam idéias prévias ou concepções espontâneas sobre os conteúdos estudados na disciplina de Física. Essas concepções dependem de suas experiências anteriores e da intuição individual de cada um, fazendo parte da história de vida de cada indivíduo.

As concepções espontâneas têm grande influência sobre a aprendizagem em todos os níveis. Pesquisas sobre esse tema têm sido realizadas, pelo menos, desde a década de 80, do século passado, e mostram que mesmo depois de ter estudado determinado conteúdo, muitos alunos ainda apresentam concepções espontâneas, não científicas, sobre o mesmo.

Barbeta e Yamamoto (2002) aplicaram um teste, sobre Mecânica Clássica, a alunos que ingressavam no ciclo básico de um curso de Engenharia, e constataram que mesmo já tendo tido contato prévio com o referido conteúdo ainda apresentavam conceitos baseados no senso comum.

De acordo com Peduzzi (2005), em “As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história e filosofia da ciência em um curso de Mecânica”, de um modo geral, as concepções alternativas dos estudantes, em física, encontram-se já bem identificadas. Reconhece a semelhança de muitas destas concepções com teorias historicamente superadas, como as teorias aristotélicas e se refere à importância histórica desses referenciais cognitivos para a construção coletiva do conhecimento humano.

Segundo Valadares (informação verbal)⁴, se os subsunçores aprendidos significativamente são incorretos do ponto de vista físico e justificáveis do ponto de vista psicológico, pode ocorrer uma aprendizagem significativa que não corresponda às concepções

⁴ Palestra: “Como facilitar a aprendizagem significativa e rigorosa de física”, proferida por VALADARES, J. no XVI *Simpósio Nacional de Ensino de Física*, Rio de Janeiro, jan. 2005.

científicas, uma vez que a assimilação não apaga os subsunçores, apenas os modifica, contribuindo, nesse caso, para o insucesso na aprendizagem de Física. Para evitar esse inconveniente, continua Valadares, os alunos devem ser ajudados pelo professor a aprenderem significativamente e corretamente, para enriquecerem suas concepções, aproximando-as o mais possível das representações científicas. Destaca a necessidade de uma base científica rigorosa e de uma linguagem científica tão correta quanto possível.

Segundo Peduzzi et al. (1992), a identificação das concepções alternativas como resultado de aprendizagens significativas é necessária para que ocorra a reformulação conceitual, do referencial intuitivo ao cientificamente aceito.

Outro trabalho, no sentido de identificar as concepções alternativas e encontrar possibilidades de alterá-las foi desenvolvido por Loureiro (1996), na Universidade de Aveiro, em Portugal. Após realizar estudos sobre as concepções alternativas em eletricidade, em alunos de doze a dezessete anos e baseado em estudos sobre propostas de ensino-aprendizagem, que visam a mudança conceitual, Loureiro desenvolveu um programa interativo, que se propõe facilitar a alteração das concepções prévias dos estudantes, proporcionando-lhes a construção de conhecimentos de acordo com as concepções científicas. O Programa WLABEL (Windows Laboratório de Eletricidade) tem o objetivo de realizar o diagnóstico das concepções alternativas dos alunos em eletricidade e através da promoção do conflito conceitual ajudar os alunos a progredir no sentido da aquisição das concepções cientificamente aceitas.

Segundo Loureiro (1996), depois de realizar os estudos já citados, a fase seguinte do trabalho foi a definição das estratégias de exploração do programa, a especificação do tipo de interface e modos de funcionamento do mesmo. O programa possibilita a simulação das atividades em um laboratório de Eletricidade, dando ao aluno *feedback* imediato e diferenciado de acordo com as suas manipulações. O passo seguinte foi o teste de validação do programa, ao qual foi dado especial cuidado, através da análise de possibilidades de exploração feita por professores e alunos.

Outro trabalho a ser incluído nesta revisão bibliográfica, foi realizado na década de 80 e trata-se da “Validação de um teste para verificar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples”, de autoria de Silveira, Moreira e Axt (1989). Segundo os autores, trata-se da aplicação de um teste de lápis e papel a alunos que já estavam

em um curso universitário. O teste é constituído por 14 questões de escolha múltipla e resposta única com o objetivo de verificar as concepções dos alunos sobre corrente elétrica. Cada questão oferece três alternativas para respostas, sendo uma de acordo com as concepções cientificamente corretas e duas correspondendo às concepções alternativas.

Entre as concepções alternativas encontradas nessa área por pesquisas anteriores, os autores citam a tendência de considerar a corrente elétrica com propriedades de um fluido natural, podendo ser consumida. Mencionam que para alguns alunos, a corrente elétrica flui sempre no mesmo sentido, enfraquecendo-se ao passar por cada elemento do circuito que apresentar resistência. Nessa concepção, cada elemento de um circuito recebe menos corrente elétrica que o anterior, pois esta vai sendo consumida ao longo do circuito, não havendo, nesse caso, conservação de corrente elétrica. Outro indicativo de concepção alternativa citado é o fato de, no entendimento de alguns alunos, a corrente elétrica variar quando encontra um obstáculo em seu caminho, sem sofrer a influência dos outros elementos do circuito, ou seja, o circuito elétrico, neste caso, não é visto como um sistema em que a alteração provocada por um elemento passa a ser uma alteração de todo o conjunto.

Segundo os mesmos autores, com base em pesquisas anteriores e na própria, concepções desse tipo foram encontradas em estudantes de segundo grau e universitários em diversos países, antes ou depois da instrução, o que leva a considerar que “*quando não há uma intenção explícita de promover a mudança conceitual, não se deve esperar que ela ocorra naturalmente, espontaneamente*”. Reforçam, portanto, a ideia de que é imprescindível que o professor conheça as concepções dos alunos e encontre estratégias eficientes para promover as mudanças.

No presente trabalho pretende-se averiguar as concepções prévias dos alunos sobre eletricidade, através de um teste e de diálogos informais, nas aulas expositivas interativas, bem como aplicar estratégias tais que, numa ótica *ausubeliana* (Moreira 1999), tais concepções sejam subsunçores, para a aprendizagem significativa das concepções aceitas pela comunidade científica. Esta breve revisão de literatura representa um apoio para a busca de tais objetivos.

No próximo capítulo são apresentados alguns aspectos das teorias de aprendizagem, segundo os autores que servem de referencial teórico para este trabalho.

CAPÍTULO 3

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O planejamento e desenvolvimento deste trabalho estão apoiados nas teorias construtivistas, principalmente nos trabalhos de Jean Piaget e David Ausubel.

A experiência como professora de Física no ensino fundamental e no ensino médio e o estudo das teorias de aprendizagem levam a acreditar que a verdadeira aprendizagem dos conceitos de Física só ocorre quando o aluno consegue construir o seu próprio conhecimento.

Neste capítulo é apresentado um estudo sobre as teorias de aprendizagem e seus enfoques. Este estudo tem como principais referências os livros “Teorias de Aprendizagem”, do professor Marco Antônio Moreira (1999) e “Teorias Construtivistas” dos professores Marco Antonio Moreira e Fernanda Ostermann (1999).

Entende-se por teorias de aprendizagem as tentativas de interpretar e sistematizar a área do conhecimento chamada aprendizagem. Cada teoria, a partir da visão de seu autor, tenta explicar como ocorre a aprendizagem, apontando caminhos para facilitá-la.

Segundo Moreira (1999), as teorias construídas pelo homem para sistematizar seu conhecimento são constituídas de conceitos e princípios e, subjacentes às teorias, estão sistemas de valores, que podem ser chamados de filosofias ou visões de mundo. As filosofias comportamentalista, humanista e cognitivista são subjacentes às teorias da aprendizagem; então, a seguir, faz-se uma breve descrição desses enfoques teóricos.

3.1. Filosofias subjacentes às teorias de aprendizagem

3.1.1 Comportamentalismo

O enfoque comportamentalista teve grande influência sobre a educação, principalmente nas décadas de sessenta e setenta. A ênfase do *behaviorismo* está nos comportamentos observáveis e mensuráveis dos sujeitos. As respostas seriam conseqüências dos estímulos externos. O *behaviorismo* surgiu no início do século passado, como uma reação ao *mentalismo*. A psicologia vigente na época se preocupava com o que as pessoas pensavam e sentiam. O comportamentalismo dá ênfase ao que as pessoas fazem, considerando desnecessária qualquer preocupação sobre a consciência. Segundo o behaviorismo, para

atingir o comportamento desejado são usados estímulos e reforços. A aprendizagem se baseia em estímulos, respostas e condicionamentos.

Um importante defensor do *behaviorismo* foi B. F. Skinner. Para esse autor, a aprendizagem seria basicamente uma mudança de comportamento. O mais importante seria, depois de se ensinar, pedir que o estudante executasse o que se ensinou e corrigi-lo imediatamente. A esta seqüência de eventos Skinner chamou de *contingências do reforço*. Skinner deu especial atenção aos comportamentos mensuráveis. Em seu livro “O Comportamento Verbal” Skinner diz: “*Os homens agem sobre o mundo, modificam-no e, por sua vez são modificados pelas conseqüências de sua ação*”. Pode-se perceber a importância dada ao estudo do comportamento e dos efeitos deste sobre o ambiente. (SKINNER, 1978)

Para Skinner, o comportamento de um indivíduo depende das conseqüências que comportamentos similares tiveram no passado. As conseqüências dos comportamentos presentes terão influência direta sobre os comportamentos futuros. O papel do professor, segundo esta teoria, é o de arranjar as contingências de reforço, de modo a proporcionar ou aumentar a possibilidade de que o aprendiz tenha o comportamento esperado.

Apesar de ser uma abordagem muito controversa, ela é ainda seguida atualmente. Estas idéias tiveram grande influência no ensino nas décadas de 60 e 70, mas ainda hoje estão presentes em muitas escolas ou no trabalho de muitos professores.

3.1.2 Cognitivismo

Segundo Moreira (1999) cognitivismo surgiu praticamente na mesma época em que surgiu o behaviorismo, contrário a este, mas também foi uma reação ao *mentalismo*, que se ocupava em estudar o que as pessoas pensavam e sentiam. Os cognitivistas tratam dos processos mentais, mas enfatizam a cognição, o processo de atribuir significados à realidade em que o indivíduo se encontra, o ato de conhecer e compreender. O cognitivismo se preocupa com o processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na aprendizagem.

Nesta perspectiva, se admite que a aprendizagem se dá por construção do conhecimento, chegando-se ao *construtivismo*, que teve grande ênfase na última década.

3.1.3 Humanismo

De acordo com Moreira (1999), o enfoque humanista considera o indivíduo que aprende como um todo, um ser que possui sentimentos, pensamentos e ações. O que importa é a auto-realização da pessoa, o seu crescimento pessoal. A pessoa é livre para fazer escolhas, o estudante é livre, inclusive para escolher o que estudar. A orientação humanista é baseada, principalmente, na psicologia de Carl Rogers, que originou o “ensino centrado no aluno” e as “escolas abertas”, que se destacaram na década de setenta, principalmente nos Estados Unidos.

Rogers defende a idéia de que mais do que repassar conhecimentos, a função de um professor que se propõe a ser facilitador seria "liberar a curiosidade; permitir que os indivíduos arremetam em novas direções ditadas pelos seus próprios interesses; tirar o freio do sentido de indagação; abrir tudo ao questionamento e à exploração; reconhecer que tudo se acha em processo de mudança..." e o aluno é o centro desse processo.

Concluindo este breve comentário sobre as abordagens das teorias de aprendizagem, pode-se dizer que cada teoria tem uma contribuição a dar. A idéia de “aprender a aprender” trazida pelo humanismo é de fundamental importância, num momento em que os conhecimentos passam por rápidas mudanças. É necessário que a escola permita que o aluno desenvolva essa habilidade e ofereça condições para que o estudante aprenda a usar os recursos adequados, para acompanhar as rápidas transformações que ocorrem nas diversas áreas do conhecimento. O ensino e a aprendizagem da Física tanto podem se beneficiar dessa habilidade, como também podem favorecê-la.

Pensa-se que a postura construtivista é a que mais favorece o ensino e a aprendizagem dos conteúdos de Física e as tecnologias atuais são importantes ferramentas que se adéquam a essa postura. A seguir enfoca-se o construtivismo e as idéias de alguns de seus representantes, que serviram de suporte ao desenvolvimento deste trabalho.

3.2 Construtivismo

O posicionamento construtivista considera que o indivíduo interage com o meio ambiente, responde aos estímulos externos, organiza e constrói o seu conhecimento.

Moreira se refere ao construtivismo dizendo:

O construtivismo é uma posição filosófica cognitivista interpretacionista. Cognitivista porque se ocupa da cognição, de como o indivíduo conhece, de como ele constrói sua estrutura cognitiva. Interpretacionista porque supõe que os eventos e objetos do universo são interpretados pelo sujeito cognoscente. (MOREIRA,1999)

Educador e pesquisador brasileiro, defensor do construtivismo Paulo Freire (2000), diz que “ensinar exige convicção de que a mudança é possível”. Do mesmo autor são as seguintes palavras:

O professor só é um professor competente se tiver competência política (posicionamento de classe social), competência científica (organiza e constrói o seu conhecimento de forma científica) e competência técnica (domínio da metodologia adequada ao seu posicionamento). (FREIRE, 1980)

O educador, ao se deparar com o processo ensino-aprendizagem, deve ter a consciência de que será mais bem sucedido se fizer a sua escolha, posicionando-se claramente sobre a ou as teorias pedagógicas, nas quais fundamentará a sua prática. Mas, para que isto ocorra, faz-se necessário que conheça as vantagens e desvantagens - se é que elas existem - de cada uma delas. Com isto, não se está dizendo que uma teoria é melhor do que as outras, mas que o professor, preocupado com sua prática e com o desejo de fazer o melhor, deve conhecer as teorias existentes, tirando proveito daquilo com que cada uma pode contribuir para a sua competência e descartando o que contraria os seus objetivos.

Ao eleger as teorias construtivistas para dar embasamento teórico a este trabalho, procurou-se, entre seus representantes, aqueles, cujas idéias estão em maior sintonia com os objetivos que se pretende alcançar com o mesmo. A escolha recaiu sobre Jean Piaget e David Ausubel. A seguir, apresentam-se algumas informações e considerações sobre as teorias destes dois autores.

3.2.1 Jean Piaget

Psicólogo suíço que estudou o desenvolvimento da inteligência do nascimento até a maturidade do ser humano, analisando a evolução do raciocínio, sendo a maior autoridade do século passado sobre o processo de funcionamento da inteligência e de aquisição do conhecimento, é tido como o pai do construtivismo, a linha pedagógica mais difundida entre os professores que defendem a escola ativa em detrimento da escola tradicional. Jean Piaget foi um dos primeiros estudiosos a pesquisar cientificamente como o conhecimento era formado na mente de um pesquisador. A palavra pesquisador toma aqui o seu sentido mais amplo, uma vez que os estudos de Piaget se iniciaram com a apreciação de bebês. Em seus

estudos, Piaget observou como um recém-nascido passava do estado de não reconhecimento de sua individualidade frente ao mundo que o cerca indo até a adolescência, onde já temos o início de operações de raciocínio mais complexas.

Segundo Moreira (1999), as propostas de Piaget configuram uma teoria construtivista de desenvolvimento cognitivo humano. De acordo com a teoria de Piaget, o conhecimento, em qualquer nível, é gerado através de uma *interação* do sujeito com seu meio, incluindo aqui os outros sujeitos e o objeto do conhecimento, a partir de estruturas previamente existentes no sujeito. Assim sendo, a aquisição de conhecimentos depende tanto de certas estruturas cognitivas inerentes ao próprio sujeito, como de sua relação com o objeto do conhecimento, não priorizando ou prescindindo de nenhuma delas. A relação entre estas duas partes se dá através de um processo de dupla face, por ele denominado de adaptação, e que é subdividido em dois momentos: a assimilação e a acomodação.

Por assimilação entendem-se as ações (mentais) que o indivíduo irá efetuar para poder internalizar o objeto, interpretando-o de forma a poder encaixá-lo nas suas estruturas cognitivas. A acomodação é o momento em que o sujeito altera suas estruturas cognitivas para melhor compreender o objeto que o perturba. Destas sucessivas e permanentes relações entre assimilação e acomodação (não necessariamente nessa ordem) o indivíduo vai "adaptando-se" ao meio externo através de um interminável processo de desenvolvimento cognitivo. Por ser um processo permanente, e estar sempre em desenvolvimento, esta teoria foi denominada de "Construtivismo", dando-se a idéia de que novos níveis de conhecimento estão sendo indefinidamente construídos através das relações entre o sujeito e o meio. "Chega-se a pensar que a teoria de Piaget é, por definição, a teoria construtivista. Não é bem assim, existem outras visões construtivistas, mas o enfoque *piagetiano* é, indubitavelmente, o mais conhecido e influente", afirma Moreira (1999, p. 96).

Um ponto alto da obra de Piaget é a classificação em períodos de desenvolvimento mental. São distinguidos quatro períodos de desenvolvimento cognitivo, de acordo com a idade do indivíduo: *sensório-motor* (vai do nascimento até os dois anos), *pré-operacional* (dos dois aos seis anos, aproximadamente), *operacional concreto* (dos sete aos onze ou doze anos) e *operacional-formal* (começa aos doze anos e se estende até a idade adulta). Esta classificação dos períodos de desenvolvimento cognitivo, de acordo com a faixa etária não deve ser entendida como uma divisão rigorosa de períodos, pois estes dependem também de outros fatores particulares de cada ser humano.

Esta proposta de trabalho é destinada ao terceiro ano do Ensino Médio, portanto, supõe-se que a maioria dos alunos envolvidos esteja no período operacional-formal, embora se saiba que estes períodos não obedecem rigorosamente às faixas etárias correspondentes.

Por volta dos onze ou doze anos inicia-se o quarto e último período de desenvolvimento mental, que passa pela adolescência e prolonga-se até a idade adulta: é o período das operações formais. A principal característica deste período é a capacidade de raciocinar com hipóteses e não apenas com objetos concretos. É o pensamento proposicional, por meio do qual o adolescente, ao raciocinar, manipula proposições. O ponto de partida é a operação concreta, porém o adolescente transcende este estágio: formula o resultado das operações concretas sob a forma de proposições e continua a operar mentalmente com eles. (MOREIRA, 1999)

Moreira e Ostermann (1999, p. 19) citam que:

Piaget recomenda construir gradualmente sobre o que a criança já sabe – sobre as ações da criança ou “intuições” não verbalizadas- para alcançar uma formalização subsequente. Em suma, uma das principais tarefas da educação é a eliminação da lacuna entre os modos informais de entendimento da criança e as formalidades ensinadas na escola.

Quanto às atividades físicas e às atividades mentais, numa visão piagetiana, Moreira e Ostermann (1999, p. 17) referem também que:

No entanto, deve haver cautela em relação à ênfase na atividade. Algumas vezes professores a relacionam unicamente com atividade física; eles acreditam que a manipulação de objetos automaticamente leva à aprendizagem. Isto pode ser verdadeiro em algumas situações, mas não sempre é o caso. Por exemplo, na idade pré-escolar a manipulação de objetos pode levar à aprendizagem. No entanto, no ensino médio, dificilmente ocorrerá aprendizagem se as ações físicas dos estudantes não forem acompanhadas por atividade mental tal como pensar em tipos de resultados alternativos e seus significados.

3.2.2 David Ausubel

Para David Ausubel, psicólogo educacional, o mais importante no processo de ensino-aprendizagem é que ocorra uma aprendizagem significativa. E para atingir esse objetivo os novos conhecimentos devem estar ancorados no que o estudante já sabe. Esta afirmação está de acordo com uma proposição de sua própria autoria, citada por Moreira e Ostermann (1999, p. 45): “Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigüe isso e ensine-o de acordo.”

Segundo Moreira:

O conceito central da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa. Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. (MOREIRA, 1999, p. 153)

Ainda:

“Contrastando com a aprendizagem significativa, Ausubel define *aprendizagem mecânica* (ou automática) como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva.” A simples memorização de conceitos, fórmulas ou números, como a memorização da tabuada, são exemplos de aprendizagem mecânica. “Na verdade, Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica como sendo uma dicotomia e sim como um contínuo”. A simples memorização de fórmulas pode estar em um dos extremos desse contínuo, enquanto as relações entre os conceitos envolvidos nessas fórmulas podem estar no outro extremo.

Quanto à aprendizagem por recepção e à aprendizagem por descoberta, Ausubel faz a seguinte distinção: Na aprendizagem por recepção, o conhecimento é apresentado ao aluno em sua forma final, enquanto na aprendizagem por descoberta, o conhecimento final deve ser descoberto pelo aluno. Tanto a aprendizagem por descoberta, como a aprendizagem por recepção, pode ser significativa ou não, isto depende da maneira como o novo conhecimento se relaciona com os conceitos subsunçores e com as estruturas cognitivas.

Para que ocorra a aprendizagem significativa, duas condições devem ser satisfeitas, segundo Ausubel:

- Uma das condições se refere ao conteúdo a ser aprendido. Este deve ser capaz de se relacionar com a estrutura cognitiva do aprendiz, de forma que lhe seja atribuído um significado. Assim, o conteúdo é dito *potencialmente significativo*.
- A outra condição depende do aprendiz. Este deve apresentar uma disposição para relacionar o novo conhecimento com a sua estrutura cognitiva. Mesmo que a primeira condição seja satisfeita, se o aprendiz se propõe apenas à memorização, a aprendizagem será mecânica.

E quando o aprendiz não possui os conceitos subsunçores para uma nova aprendizagem que se faz necessária?

Neste caso, Ausubel propõe a utilização de *organizadores prévios*. Estes seriam uma espécie de pré-requisitos, materiais introdutórios, apresentados antes do objeto da nova aprendizagem, em um nível mais alto de abstração, que servirão de ancoradouro para os novos conhecimentos.

Como verificar se ocorreu aprendizagem significativa?

De acordo com Ausubel, para procurar evidências de aprendizagem significativa a melhor maneira é formular questões que exijam a transferência e aplicação de conhecimentos, questões diferentes daquelas resolvidas durante as aulas, de tal forma que evite a “simulação de aprendizagem significativa” por mera repetição de exercícios.

Durante o planejamento e aplicação deste trabalho, que pretende ter uma postura construtivista, procurou-se aplicar, pelo menos, as principais idéias dos teóricos estudados e suas implicações para o ensino e a aprendizagem, conforme pode ser constatado nos capítulos seguintes.

CAPÍTULO 4

OBJETIVOS E METODOLOGIA

4.1 Objetivos

4.1.1 Justificativa do trabalho

A Física é uma das disciplinas consideradas de mais difícil aprendizagem pela maioria dos alunos do ensino médio, o que faz com que muitos jovens não gostem e não se interessem pela mesma. O índice de reprovação de alunos do Ensino Médio na disciplina de Física costuma superar o índice de reprovação de várias outras disciplinas. Da mesma forma, nos concursos vestibulares de diferentes universidades a média de acertos na prova de Física costuma ser baixa.

A Física, como ciência, está presente e se manifesta, a todo o momento, em nossas vidas. Acredita-se, então, que os conhecimentos que podem ser adquiridos através desta disciplina, deveriam despertar o interesse dos estudantes e trazer a satisfação da aprendizagem. Mas nem sempre é isso que constatamos quando alunos ou ex-alunos do Ensino Médio manifestam suas opiniões sobre o seu relacionamento com a disciplina de Física.

Questões como estas têm sido motivo de preocupação, ao longo dos anos e se está constantemente em busca de alternativas que tornem mais eficientes o ensino e a aprendizagem de Física. Sabe-se que muitos fatores interferem na aprendizagem, entre eles, o significado atribuído aos conteúdos e a motivação para a aprendizagem.

É de conhecimento público a atração que as Novas Tecnologias exercem sobre muitos adolescentes e jovens, cuja faixa etária corresponde ao Ensino Médio.

Os computadores estão trazendo mudanças significativas para o ensino de maneira geral. Tais mudanças não se referem apenas à aquisição de conhecimentos, mas colaboram com a construção do conhecimento e com o desenvolvimento de habilidades e competências.

Fatos como os citados acima levam a repensar o ensino de Física no nível médio, o que justifica a realização deste trabalho.

4.1.2 Questionamentos

O que deve ser modificado no ensino tradicional de Física no Ensino Médio para que sejam obtidos melhores resultados na aprendizagem dos alunos?

Que fatores poderão favorecer a aprendizagem? Como despertar e motivar os alunos para os conhecimentos referentes à Física?

Que metodologia e quais ferramentas são adequadas para o mundo atual e para alunos do Nível Médio?

4.1.3 Características da proposta

Acredita-se que uma proposta pedagógica poderá ser eficiente para despertar o interesse dos adolescentes e jovens estudantes do Ensino Médio deste novo século, proporcionando melhorias no ensino e na aprendizagem de Física, se:

- utilizar as Novas Tecnologias, como o computador e *softwares* adequados aos conteúdos previstos;
- proporcionar a interação entre os sujeitos da aprendizagem e entre estes e o objeto de estudo;
- levar em conta a importância de atividades práticas, podendo ser realizadas atividades reais e/ou virtuais;
- proporcionar a construção do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades¹;
- utilizar metodologias e recursos variados, capazes de possibilitar o desenvolvimento de habilidades, tais como a autonomia, que permitam que o aluno seja o sujeito de sua aprendizagem, ou seja, que aprenda a aprender²;
- fazer uma seleção de conteúdos de forma a contemplar as necessidades de conhecimentos para “um jovem atuar e viver solidariamente em um mundo tecnológico, complexo e em

¹ “Numa análise mesmo que superficial, parece que a escola ainda não percebeu a mudança de rumos que se exige da educação, isto é, a necessidade de se deslocar o foco da aquisição de conteúdos para a aquisição de habilidades e competências na gerência de conteúdos” (MORETTO, 2000, p.12).

² “O que a sociedade espera da escola é que *ensine a aprender a aprender*, isto é, que ensine a estabelecer relações significativas no universo simbólico constituído de nomes, datas, definições, fórmulas, procedimentos.” (MORETTO, 2000, p. 12)

transformação” (KAWAMURA; HOSOUME, 2003). Tais conhecimentos devem ser significativos para os estudantes e necessitam estar ancorados em conhecimentos prévios, de acordo com Ausubel³.

4.1.4 Objetivos gerais deste trabalho

- Desenvolver uma metodologia que torne as aulas de Física mais eficientes, mais produtivas e mais atraentes, procurando despertar o interesse dos alunos para facilitar a aprendizagem, tendo em vista a faixa etária à qual se destina. Tal metodologia deverá contribuir para que o aluno seja o sujeito da construção do seu conhecimento. “Os novos rumos da educação brasileira apontam para a busca da formação de um novo profissional e de um novo cidadão. Essa orientação necessita transformar-se em ação no ambiente privilegiado de interação que é a sala de aula.” (MORETTO, 2000, p. 13)

- Organizar as aulas de Física referentes aos conteúdos de Eletrodinâmica, conforme programação para o Ensino Médio, aplicando os recursos de informática, complementando e inovando as metodologias usualmente utilizadas, visando trazer melhorias para o ensino e a aprendizagem. “O espaço cibernético é o terreno onde está funcionando a humanidade hoje. É um novo espaço de interação humana que já tem uma importância profunda principalmente no plano econômico e científico, e, certamente, esta importância vai ampliar-se e vai estender-se a vários outros campos, como por exemplo, na Pedagogia,...” (LÉVY in PELLANDA, 2000, p. 13)

- Desenvolver os conteúdos dando maior ênfase aos conceitos e aos fenômenos físicos envolvidos, minimizando o desenvolvimento matemático. “A valorização do conhecimento e da criatividade demanda cidadãos capazes de aprender continuamente, o que exige uma formação geral, e não um treinamento específico.” (PCNEM, 1999, p. 206)

4.2 Metodologia

Para alcançar os objetivos a que se propõe este trabalho são usados os recursos e as atividades descritas a seguir:

³ “O que falta no ensino de Física é mostrar sua relação com o mundo que se vive. Quando se escreve uma fórmula no quadro-negro, ninguém dá bola. Informar o público é fundamental para a nossa sobrevivência em um contexto global cada vez mais dependente da ciência e suas aplicações.” (GLEISER, 2004).

- Utilização do aplicativo “Edison AC/DC” (Design Software – Educare Informática) para realizar a simulação de experimentos em circuitos elétricos com corrente contínua. Existe uma versão demonstrativa deste aplicativo, que pode ser acessada no endereço: http://www.educareinfo.com.br/download/edison_d.exe.

A aplicação de um *software* de simulação de experimentos pode facilitar a compreensão de conceitos e objetiva minimizar um dos fatores apontados como dificultador do ensino de Física- a carência de recursos dos laboratórios de Física, principalmente nas escolas de ensino médio da rede pública.

Os estudantes, orientados pela professora, podem selecionar algumas das diferentes experiências incluídas no programa e explorá-las virtualmente, podem resolver problemas propostos, podem montar diferentes experimentos, utilizando e combinando elementos de circuito elétrico, de acordo com sua curiosidade e criatividade. Nestes experimentos podem ser analisados os fenômenos envolvidos, através de medições, de visualização e através dos sons emitidos⁴. É possível detectar e corrigir danos causados a elementos do circuito, devido a ligações inadequadas, sem nenhum custo e sem risco de acidentes, pois as lâmpadas ou os motores queimados são reparados com um simples “clique”, após ser corrigido o problema que originou a avaria. Enfim, o uso deste *software* permite ao aluno interagir diretamente com o conteúdo em estudo, através de experiências virtuais. Para realizar, em um laboratório real de Física, a variedade de práticas permitidas pelo aplicativo, seria necessário um investimento tanto na compra do material, como na sua eventual reposição. Uma outra vantagem prevista é a racionalização do tempo, tanto na preparação das aulas, como no seu desenvolvimento.

O trabalho desenvolvido com este *software* está embasado nas teorias de Piaget e Ausubel. Os alunos trabalharão em grupos, o que proporcionará a interação aluno-aluno e a interação do aprendiz com o objeto da aprendizagem, o que deverá proporcionar uma aprendizagem significativa.

⁴ “O programa Edison, assim nomeado em honra do famoso inventor mundial, permite uma fácil e agradável compreensão da eletricidade. O Edison fornece um pequeno laboratório no vídeo, para realizar experiências com componentes tridimensionais e depois ler, observar e até ouvir o que se passa. Dependendo da tensão aplicada, a lâmpada elétrica irá acender-se com uma luz mais fraca ou mais brilhante, o motor elétrico irá girar mais devagar ou mais depressa e até você pode ouvir o motor a girar. A sobretensão irá provocar a explosão da lâmpada; um curto-circuito provocará um som de sirene e o programa mostrará o caminho do fluxo de corrente. Em complemento oferece voltímetros, amperímetros e ohmímetros para obter medições elétricas precisas.”. Texto retirado do arquivo Ajuda do aplicativo Edison.

- Realização de atividades utilizando planilha eletrônica para facilitar a compreensão de conceitos e relações entre grandezas físicas, através de gráficos.

Com este recurso, pode ser utilizada a linguagem gráfica para facilitar a compreensão dos conceitos, ao comparar os diferentes elementos do circuito elétrico. Tal atividade realizada sem o computador torna-se demorada e de pouca motivação para o jovem estudante. Este trabalho visa melhorar a produtividade das aulas, e, ao mesmo tempo, explorar a leitura e interpretação de gráficos, habilidade importante para o dia-a-dia do cidadão. “...o aprendizado deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas também para uma cultura mais ampla...Deve propiciar a construção de compreensão dinâmica de nossa vivência material, de convívio harmônico com o mundo da informação, de entendimento histórico da vida social e produtiva ...” (BRASIL, 1999, p. 208)

- Utilização do ambiente de aprendizagem “TelEduc”, como forma de interação entre os alunos, entre os alunos e o objeto do conhecimento e entre alunos e professora, durante as aulas e em atividades extra classe.

Com o uso desse ambiente de aprendizagem espera-se que haja um melhor aproveitamento do tempo, pois os alunos podem trabalhar e interagir também fora do horário normal das aulas. Espera-se que o ambiente interativo seja um fator de motivação dos alunos para a aprendizagem.

A utilização desse recurso vem ao encontro do interacionismo de Piaget, ao mesmo tempo em que contempla a possibilidade de averiguar sobre os conhecimentos prévios dos alunos, possibilitando suprir suas necessidades de conhecimentos de forma individualizada, o que se espera contribua para a aprendizagem significativa, “conceito central da teoria de Ausubel”. (Moreira e Ostermann, 1999, p. 46). Segundo Piaget:

Mas, se a interação entre o sujeito e o objeto os modifica, é *a fortiori* evidente que cada interação entre sujeitos individuais modificará os sujeitos uns em relação aos outros. Cada relação social constitui, por conseguinte, uma totalidade nela mesma, produtiva de características novas e transformando o indivíduo em sua estrutura mental. (PIAGET, 1973, p. 35)

- Realização de alguns experimentos simples de circuitos elétricos e comparação com os resultados das simulações obtidas através do aplicativo.

A realização de experimentos simples no laboratório real, utilizando os poucos recursos disponíveis na escola, tem o objetivo de mostrar aos alunos a confiabilidade dos experimentos virtuais e oportuniza a interação dos estudantes com o objeto de estudo.

- Realização de atividades e aplicação de metodologias que proporcionam a interação aluno-conteúdo, aluno-aluno e aluno-professora. Tais atividades e metodologias constam de pesquisa bibliográfica e pesquisa na Internet, trabalhos individuais, em duplas e em grupos, aulas expositivas interativas, montagem, observação e análise de experimentos e uso da informática como tecnologia da comunicação.

- Disponibilização, através do TelEduc, de textos contendo os conceitos principais, de exercícios de fixação, de propostas de atividades e de atividades desenvolvidas pelos alunos durante o curso, visando tornar o tempo de aplicação do projeto compatível com a carga horária disponível, sem prejuízo para os demais conteúdos da série.

Através das atividades propostas, espera-se ter desenvolvido os conteúdos, as habilidades e competências previstas para a disciplina de Física, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e com o plano anual da escola.

No próximo capítulo são descritos a aplicação da metodologia e o desenvolvimento da proposta.

CAPÍTULO 5

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

5.1 Desenvolvimento

O trabalho foi desenvolvido com duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio, do Instituto Estadual de Educação Ernesto Alves, em Rio Pardo, RS, no período de julho a outubro do ano de 2004. Ao iniciar a aplicação do projeto, uma turma possuía quarenta alunos, e a outra, quarenta e três. Durante o recesso escolar, no final do mês de julho, alguns alunos foram transferidos, diminuindo o número de alunos de cada uma das turmas, em dois e três alunos, respectivamente. As idades dos alunos variam de 16 a 19 anos. A caracterização detalhada das turmas encontra-se no Apêndice D.

As aulas foram planejadas e ministradas pela própria professora da turma, fazendo parte do trabalho normal do ano letivo, na disciplina de Física.

No início do ano letivo, os alunos, trabalhando em duplas, pesquisaram sobre a História da Eletricidade e sobre a biografia de alguns cientistas que fizeram parte dessa história, ou tiveram participação importante na História da Física, tais como, Albert Einstein, Alessandro Volta, Charles Coulomb, Ernest Siemens, Luigi Galvani, Georg Simon Ohm, Hans Christian Oersted, Heinrich Rudolf Hertz, James Clerk Maxwell, Nikola Tesla, Stephen Gray, Thomas Edison e outros. Cada dupla de alunos apresentou para a sua turma o trabalho originado pela pesquisa realizada, tendo sido discutida a relação entre a contribuição do trabalho de cada um dos cientistas com tecnologias aplicadas no mundo atual e com o conteúdo a ser estudado no decorrer do ano letivo. Estes trabalhos (pesquisas bibliográficas), além de proporcionarem aos alunos conhecimentos sobre o contexto histórico da Física, tiveram como objetivo motivá-los para o estudo desses conteúdos no decorrer do ano. Tais trabalhos escritos foram guardados para, posteriormente, serem divulgados através do TelEduc.

No decorrer do primeiro trimestre foram aplicadas as metodologias usuais, sem perder de vista a proposta construtivista, os conhecimentos prévios dos alunos e a ênfase para os conteúdos significativos.

A nova proposta metodológica, objeto do trabalho desenvolvido nesta dissertação, foi aplicada no segundo trimestre de 2004.

Para o estudo de eletrodinâmica, que iniciou em julho, foram preparados textos, que apresentam, em uma linguagem simples, os conteúdos a serem desenvolvidos, com a inclusão de exemplos, procurando, na medida do possível, contextualizar o assunto abordado com o cotidiano do aluno. Os textos são encontrados no Apêndice A.

A maioria das aulas ocorreu na sala de aula normal da turma, algumas foram expositivas e dialogadas, houve discussão dos temas apresentados, trabalhos em grupos e individuais dos alunos, a partir de pesquisas feitas por eles nos textos fornecidos pela professora, em livros-texto e na internet, apresentação dos trabalhos dos vários grupos para a turma, resolução e discussão de problemas, de exercícios e testes sobre o assunto. As atividades práticas reais e virtuais realizaram-se no Laboratório de Ciências e no Laboratório de Informática, respectivamente.

Foi utilizado o aplicativo “Edison AC/DC” para realizar a simulação de experimentos em circuitos elétricos com corrente contínua. A aplicação de um software de simulação de experimentos pode facilitar a compreensão de conceitos e suprir, parcialmente, a carência de recursos dos laboratórios de Física, muito comum, principalmente nas escolas da rede pública. O uso deste *software* permitiu aos alunos interagirem diretamente com o conteúdo em estudo, através de experiências virtuais. Para realizar, em um laboratório real de Física, a variedade de práticas permitidas pelo aplicativo, seria necessário um investimento tanto na compra do material, como na sua eventual reposição. Uma outra vantagem prevista foi a racionalização do tempo, tanto na preparação das aulas, como no seu desenvolvimento. Para realizar experimentos com o *software*, os alunos trabalharam em grupos, o que proporcionou a interação aluno-aluno e a interação do aprendiz com o objeto do conhecimento, visando proporcionar uma aprendizagem significativa. (MOREIRA, 1999)

Internet foi usada como fonte de consulta e para promover a interação entre os alunos e entre os alunos e a professora em atividades extra classe e até mesmo durante as aulas, através do ambiente de aprendizagem TelEduc. “...o aprendizado deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas também para uma cultura mais ampla...Deve propiciar a construção de compreensão dinâmica de nossa vivência material, de convívio harmônico com o mundo da informação, de entendimento histórico da vida social e produtiva ...” (BRASIL, 1999, p. 208)

A descrição da utilização de um ambiente virtual de aprendizagem merece um destaque especial. Além de proporcionar a partilha e o aprimoramento de conhecimentos, este recurso despertou o interesse e serviu de motivação para o estudo e a realização dos trabalhos de Física por parte da maioria dos alunos.

No TelEduc foram disponibilizados os textos de apoio contendo os conceitos principais, os exercícios de fixação e as atividades desenvolvidas pelos alunos durante o período de desenvolvimento da presente proposta, os trabalhos por eles realizados, individualmente ou em grupos, visando possibilitar a interação, de forma compartilhada, de todos com o material elaborado pelos colegas e pela professora, ampliando as condições de aprendizagem, em tempo compatível com a carga horária disponível.

Nesse ambiente de aprendizagem, através dos “Fóruns de Discussão” foram propostas questões para serem discutidas à distância, despertando no aluno o interesse pelos temas propostos e motivando-os para a pesquisa, quando necessário. Foram adicionadas fotografias dos alunos, que registram alguns momentos da aula, como a apresentação de trabalhos, as aulas práticas reais e virtuais, entre outros. A inclusão de fotografias teve a finalidade pedagógica de despertar o interesse dos alunos pelo ambiente de aprendizagem. Ao acessar o ambiente, o aluno passava, naturalmente, a contribuir com as demais atividades ali propostas.

A utilização desse recurso vem ao encontro do interacionismo de Piaget, ao mesmo tempo em que contempla a possibilidade de averiguar sobre os conhecimentos prévios dos alunos, possibilitando suprir suas necessidades de conhecimentos de forma individualizada, o que se espera contribua para a aprendizagem significativa, conceito central da teoria de Ausubel. (Moreira; Ostermann, 1999, p. 46)

A realização de trabalhos em grupos, sobre temas de interesse geral relacionados com os conteúdos previstos (Raios, Relâmpagos e Trovões; O Choque Elétrico; Instalação Elétrica em uma Residência; Geradores de Eletricidade; Supercondutores; Tipos de Lâmpadas; Pilhas; Atividades práticas sobre circuitos elétricos) e a apresentação destes à turma, preferencialmente usando recursos tecnológicos, como apresentação em PowerPoint, favoreceu a aquisição de competências e habilidades previstas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para a disciplina de Física, nas três categorias: investigação e compreensão científica e tecnológica, representação e comunicação em Ciência e Tecnologia – Linguagem e Códigos e contextualização sócio-cultural e histórica. (BRASIL, 1999, p. 213)

A realização de experimentos simples no laboratório real, utilizando os poucos recursos disponíveis na escola, mostra aos alunos a confiabilidade dos experimentos virtuais e oportuniza a interação dos estudantes com o objeto de estudo. As aulas práticas com experiências reais têm, também, a finalidade de abordar a questão da utilização de modelos no estudo de Física. O experimento virtual, ao simular o experimento real, incorpora aproximações e simplificações da situação real. A comparação dos resultados obtidos em experimentos análogos reais e virtuais favorece a construção do conhecimento, a compreensão dos fenômenos envolvidos e serve de alerta para o cuidado que devemos ter ao usar simulações para estudar conteúdos de Física.

Segundo Medeiros e de Medeiros (2002, p. 84): O ato educativo é por demais complexo para que o profissional da educação em Física possa optar por um único recurso pedagógico. O ato educativo deveria, ao contrário, ser focalizado de uma forma holística em múltiplas possibilidades trazidas pela realidade concreta, pela interação humana e, também, pelas simulações.

Foi aplicado um pré-teste, visando averiguar os conhecimentos prévios dos alunos e, ao término do desenvolvimento da presente proposta foi aplicado o pós-teste, que serviu como um dos instrumentos de avaliação da aprendizagem dos alunos e da proposta pedagógica. O pré-teste pode ser encontrado no Apêndice C.

A seguir, serão apresentados os instrumentos utilizados para o desenvolvimento da metodologia, e, em cada um deles é descrita detalhadamente a sua aplicação às turmas.

5.2 Recursos Utilizados

5.2.1 Um ambiente virtual de aprendizagem: o TelEduc

“O **TelEduc** é um ambiente de ensino a distância pelo qual se pode realizar cursos através da Internet. Está sendo desenvolvido conjuntamente pelo Núcleo de Informática Aplicada à Educação (Nied) e pelo Instituto de Computação (IC) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).” (http://www.edumed.org.br/teleduc/pagina_inicial/index.php)

Um dos objetivos deste trabalho é a aplicação das novas tecnologias ao ensino, tornando as aulas mais adequadas aos novos tempos e, assim, mais eficientes.

Após conhecer outros ambientes virtuais de aprendizagem, a escolha recaiu sobre este, devido à familiaridade que a autora tinha por ter participado de cursos no TelEduc durante as aulas, em duas disciplinas do Mestrado e por apresentar a facilidade de uso, mesmo por pessoas não especializadas em informática. Assim, ele foi considerado adequado aos propósitos desta disciplina, no Ensino Médio.

O TelEduc é um ambiente que permite a criação, a participação e a administração de cursos através da Web. Embora tenha sido concebido tendo em vista a educação à distância (EAD), tendo como alvo o processo de formação de professores, este ambiente pode ser utilizado em aulas presenciais e semipresenciais no Ensino Médio contribuindo para melhorar a qualidade do ensino e da aprendizagem, conforme se pode observar neste trabalho.

O TelEduc disponibiliza um conjunto de ferramentas com diferentes finalidades, conforme figura abaixo e posterior descrição.

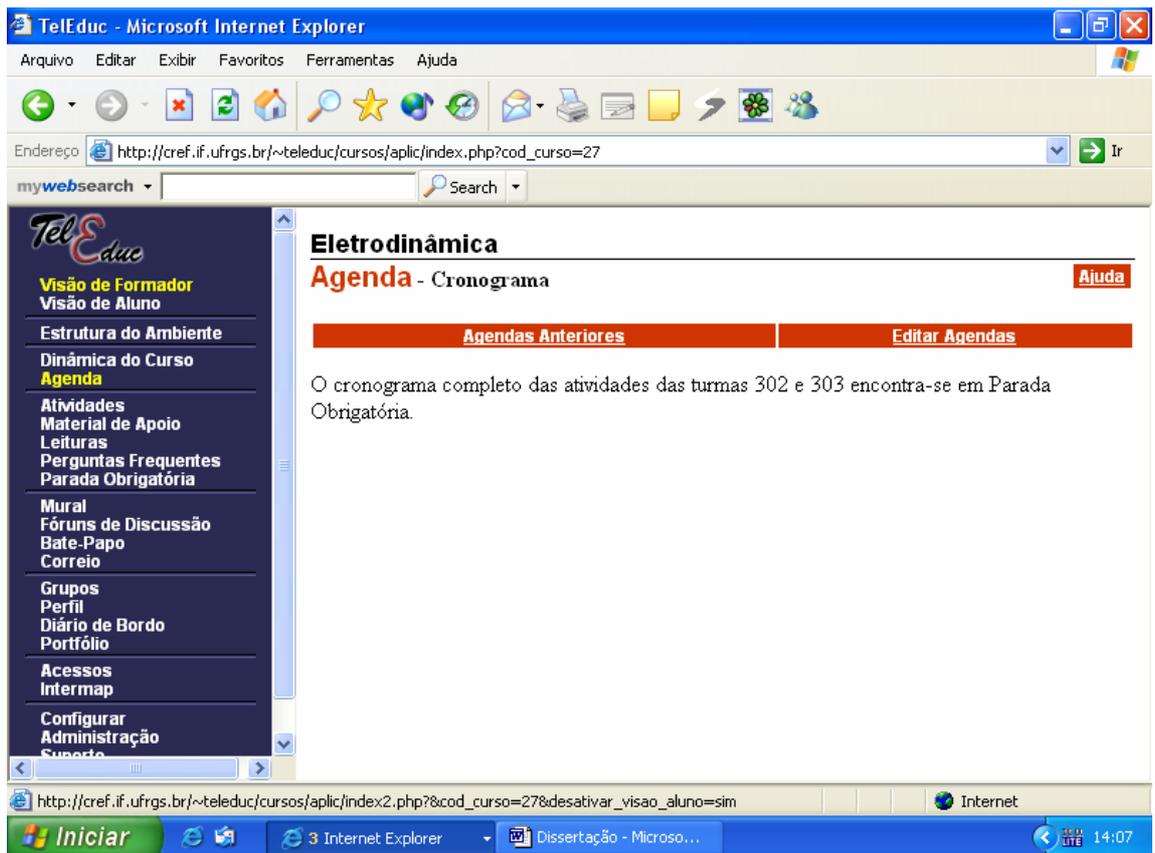


Figura 5.1: Layout do sítio do TelEduc, referente ao curso Eletrodinâmica

Na Figura 5.1 é apresentado o *layout* da página do curso Eletrodinâmica. Foi dado esse nome ao curso por tratar de uma parte dos conteúdos referente ao estudo da Eletrodinâmica na disciplina de Física do Ensino Médio.

Observando o *menu* (à esquerda) pode-se ter uma idéia geral sobre a estrutura do ambiente.

Em “**Estrutura do Ambiente**” são apresentadas informações sobre o ambiente TelEduc.

Para que formadores, coordenadores, alunos e convidados tenham acesso ao ambiente é necessário que tenham uma senha e uma identificação pessoal, o *login*. Sempre que o participante acessar o curso deverá fornecer a sua identificação.

A página inicial do curso é dividida em duas partes. À esquerda encontra-se o *menu*, onde constam as ferramentas que serão usadas durante o curso e, à direita, pode-se visualizar o conteúdo referente à ferramenta selecionada.

Em “**Dinâmica do curso**”, o coordenador pode fazer uma descrição sobre o funcionamento do seu curso.

Cada curso apresentado através deste ambiente pode utilizar um subconjunto de ferramentas, de acordo com suas necessidades e disponibilidades. Neste curso, por predominarem as atividades presenciais, as ferramentas foram utilizadas parcialmente, de modo a satisfazer as necessidades previstas.

A “**Agenda**” é destinada à programação do curso, que pode ser atualizada periodicamente. Neste curso, optamos por fazer uma tabela com a programação geral das atividades e inseri-la em “**Parada Obrigatória**”.

Em “**Atividades**” foram inseridos os exercícios de fixação, problemas, questões de vestibulares e outras atividades que deveriam ser realizadas pelos alunos, em sala de aula ou extra classe. Não foram inseridas todas as atividades realizadas no curso, algumas foram determinadas e orientadas diretamente durante as aulas presenciais.

O “**Material de Apoio**” é destinado às informações úteis relacionadas ao curso, servindo como subsídio à realização das atividades. Neste curso, essa ferramenta foi usada

para divulgar os textos elaborados pela professora e apresentações utilizadas para as aulas expositivas. Os mesmos textos foram distribuídos aos alunos, em papel. Muitos alunos preferiam fazer a leitura através do TelEduc, onde o material se torna mais atraente, devido ao colorido e melhor apresentação das figuras.

Em “**Leituras**” foram divulgados os trabalhos dos alunos, pesquisas realizadas no início do ano letivo, sobre a história da Física, através da biografia de cientistas importantes, relacionados com o estudo da eletricidade. A releitura destes trabalhos era recomendada, procurando-se fazer uma relação dos conteúdos estudados, com o respectivo contexto histórico.

Em “**Parada Obrigatória**”, além dos cronogramas de atividades planejadas para as duas turmas, foram adicionados arquivos com fotos dos alunos, mostrando alguns momentos da aula.

O “**Mural**” é um espaço reservado para que todos os participantes possam disponibilizar informações importantes para o contexto do curso. No nosso curso, esse espaço foi usado de uma forma descontraída, para os alunos se comunicarem, através de recados e brincadeiras. Essa foi uma iniciativa dos alunos, permitida pela professora, uma vez que um dos objetivos deste curso é tornar o ambiente de aprendizagem mais atraente, procurando motivar o estudante para o contato e uma melhor relação com a Física. Sendo assim, só houve interferência da professora quanto aos recados do “mural” quando algum aluno ultrapassava os limites do bom senso.

A ferramenta “**Fóruns de Discussão**” dá acesso a uma página que contém tópicos para serem discutidos em determinado momento do curso. A discussão ocorre por meio de mensagens enviadas para todos os participantes ou para uma parte do grupo, e da visualização das mensagens enviadas pelos demais.

Esta ferramenta foi bastante utilizada em nosso curso e teve uma ótima adesão por parte dos alunos.

Foram criados cinco fóruns de discussão, que permaneceram abertos até o final do curso. Os temas discutidos foram: Raios, Trovões e Relâmpagos; Choque Elétrico; Medidores Elétricos; A Eletrodinâmica no Dia-a-dia; O Computador e o Ensino de Física. Os alunos gostaram desta forma de discussão e acredita-se que a mesma tenha contribuído para

aprimorar os seus conhecimentos. A participação nas discussões ocorreu sempre na forma de educação à distância. Observou-se que alguns alunos que não participaram dos fóruns apresentaram maior dificuldade quando solicitado o conhecimento sobre esses temas durante as aulas.

O “**Bate-Papo**” é uma ferramenta interessante, que permite uma conversa em tempo real entre os alunos e entre alunos e formadores. Despertou o interesse de alunos que gostariam de utilizá-la, mas, devido a dificuldades de ordem técnica, esta ferramenta não foi utilizada neste curso. Muitos alunos não dispõem de acesso à internet em suas casas e, no laboratório de informática da escola o número de computadores é insuficiente para ser usado adequadamente, para essa finalidade, por uma turma, durante o horário de aula. Pensando nessas dificuldades e para evitar que a ferramenta se tornasse excludente, em relação a alguns alunos, optou-se por não fazer uso da mesma.

O “**Correio**” é um sistema de correio eletrônico interno ao ambiente. Todos os participantes do curso podem enviar e receber mensagens.

Este recurso foi muito útil durante o curso. Foi amplamente utilizado pela professora, para enviar orientações gerais sobre as atividades, para todos os alunos, para passar informações de forma individualizada a alunos ou grupos de alunos e para enviar mensagens de motivação para o trabalho. Os alunos também aderiram ao uso desta ferramenta, respondendo às mensagens da professora, enviando perguntas e buscando esclarecimento sobre algum tema e, também, na troca de informações entre colegas.

Algumas ferramentas são de uso exclusivo do coordenador do curso, no caso, a professora da turma.

A “**Administração**” se destina ao gerenciamento das ferramentas do curso, dos participantes do curso e dos dados referentes ao curso, tais como, início, inscrições, término, enviar senha e etc.

O “**Suporte**” permite ao coordenador do curso entrar em contato com o suporte do ambiente (administrador do curso) por e-mail.

O “**Perfil**” é um espaço reservado para que os participantes de cursos a distância possam se conhecer. Nesse espaço, cada participante pode se apresentar de maneira informal e ler as apresentações de outros colegas, o que favorece a formação de grupos de trabalho. No

nosso curso, como todos os participantes já se conheciam, eram colegas de sala de aula ou da mesma escola, não foi dada atenção a esse item, apenas alguns alunos preencheram a ficha com os seus dados.

O “**Portfólio**” é uma ferramenta onde os participantes do curso podem armazenar seus trabalhos: textos, arquivos utilizados durante o curso, endereços importantes etc. Os dados contidos no portfólio podem ser compartilhados com todos os participantes do curso, somente com os formadores ou podem ser mantidos em particular. Cada participante pode ler e comentar, se desejar, os trabalhos dos colegas. Os portfólios podem ser individuais ou portfólios de grupos.

No nosso curso, essa ferramenta foi muito utilizada; cada aluno tinha o seu portfólio individual, onde divulgava os seus trabalhos e exercícios resolvidos. Foram criados portfólios de grupos, onde cada grupo anexou os textos produzidos através de trabalhos em grupo e as apresentações de trabalhos.

Na Figura 5.2, podemos ver uma parte dos portfólios dos alunos, onde consta o nome do aluno, a data em que modificou o portfólio pela última vez, número de trabalhos anexados e o número de trabalhos comentados.

Nome do Portfólio	Data da Última Modificação	Número de Trabalhos Anexados	Número de Trabalhos Comentados
Portfólio de Adriano Machado Gonçalves	17/09/2004	2	2
Portfólio de Alex Dos Santos Schwengber	24/11/2004	6	5
Portfólio de Allan De Souza Mori	17/11/2004	4	3
Portfólio de Anelise Silva	15/09/2004	1	1
Portfólio de Angelo Rafael Salgueiro	24/10/2004	2	2
Portfólio de Ariane Severo Trindade	05/10/2004	3	3
Portfólio de Betiele Farias Pinto Fanfa	26/09/2004	1	1
Portfólio de Bolívar Pereira Rodrigues	24/10/2004	5	5
Portfólio de Camila Pena	05/10/2004	3	3
Portfólio de Carla Da Silva Melo	27/09/2004	1	1
Portfólio de Caroline Pain Borges	13/10/2004	2	2
Portfólio de Christian Labres Figueiredo	13/10/2004	1	1

Figura 5.2: Visualização da página contendo parte dos portfólios dos alunos.

The screenshot shows the TelEduc interface in Microsoft Internet Explorer. The browser address bar displays the URL: `http://cref.if.ufrgs.br/~teleduc/cursos/aplic/index.php?cod_curso=27`. The page content is divided into two main sections: 'Portfólios Individuais' and 'Portfólios de Grupos'. The 'Portfólios Individuais' section contains a table with the following data:

Itens	Data	Compartilhamento	Comentários
Resumo	09/09/2004	Totalmente Compartilhado	✓
Exercícios Geradores e Receptores	16/09/2004	Totalmente Compartilhado	✓*
exercicios de geradores	26/09/2004	Compartilhado com Formadores	✓*
resumo	21/10/2004	Compartilhado com Formadores	✓*
Lei de Kirchof - exercicios	24/11/2004	Totalmente Compartilhado	✓*
Conta de Luz	24/11/2004	Totalmente Compartilhado	✓*

At the bottom of the table, there are three status indicators: 'Comentário de Aluno' (checked), 'Comentário de Formador' (checked), and 'Comentários enviados por mim' (checked).

Figura 5.3: Visualização do portfólio de um aluno.

Na Figura 5.3, podemos observar o portfólio de um aluno, onde consta o título dado a cada trabalho, a data da última alteração de cada um destes, a forma de compartilhamento e a indicação de se cada trabalho foi ou não comentado.

A Figura 5.4 apresenta o portfólio de um grupo, o Grupo 4 da turma 302, onde podemos ver os títulos de três trabalhos anexados, sendo o primeiro um texto elaborado a partir da pesquisa sobre choque elétrico, os próximos, uma apresentação sobre o mesmo assunto e um trabalho sobre circuitos elétricos.

The screenshot shows a web browser window titled 'TelEduc - Microsoft Internet Explorer'. The address bar shows the URL: http://cref.if.ufrgs.br/~teleduc/cursos/aplic/index.php?cod_curso=27. The page content is for 'Eletrrodinâmica' and 'Portfólio - Portfólio de Grupo'. It shows a table with the following data:

Itens	Data	Compartilhamento	Comentários
Choque Elétrico	01/09/2004	Totalmente Compartilhado	✓*
apresentação choque elétrico	01/09/2004	Totalmente Compartilhado	✓*
Circuitos elétricos	20/10/2004	Totalmente Compartilhado	✓*

Below the table, there are three status indicators: 'Comentário de Aluno' (checked), 'Comentário de Formador' (checked), and 'Comentários enviados por mim' (checked).

Figura 5.4: Visualização do portfólio do Grupo 4 da turma 302.

Com a ferramenta “**Acessos**” é possível ao formador acompanhar a frequência de acessos ao curso e a cada uma das ferramentas, por cada participante.

O “**Intermap**” permite ao formador visualizar a interação dos participantes do curso nas ferramentas “**Correio**”, “**Fóruns de Discussão**” e “**Bate-Papo**”.

5.2.2 O Software Edison

O *software* Edison, que recebeu este nome em homenagem ao famoso inventor Thomas Alva Edison, é um programa com múltiplas finalidades, que permite simular experimentos de eletricidade, resolver problemas, observar experimentos apresentados e participar de jogos educativos. Todos estes recursos, se bem explorados, permitem uma fácil e agradável compreensão dos conceitos e fenômenos elétricos.

O Edison fornece um pequeno laboratório virtual para realizar experiências com componentes tridimensionais, tais como geradores de diferentes voltagens (pilhas, baterias e fontes de tensão variável), resistores, condensador, lâmpadas incandescentes, motor elétrico, bobina, osciloscópio, medidores elétricos (ohmímetro, voltímetro, amperímetro e multímetro).

A seguir encontram-se algumas informações contidas no arquivo de introdução ao *software* Edison (na língua original, Português de Portugal):

O Edison torna a simulação de experiências divertida e enriquecedora. Altere a tensão aplicada a uma lâmpada e verifique que esta variará a sua luminosidade, ou então veja um motor a girar mais lenta ou rapidamente, ouvindo-o a funcionar.

Aplique uma tensão muito elevada a uma lâmpada e veja-a explodir; provoque um curto circuito e ouça uma sirene de alarme ao mesmo tempo que lhe é mostrado o percurso da corrente de curto circuito. Evidentemente que o Edison também lhe permite usar diversos instrumentos de medida tais como voltímetros, amperímetros, ohmímetros e ainda um multímetro para efectuar medidas eléctricas com precisão.

Agora no Edison 2.0 poderá utilizar componentes de corrente contínua e corrente alternada. Sempre que usar um osciloscópio ou um altifalante, o Edison apresentará a sua resposta e efeitos produzidos em tempo real.

Seleccione as diferentes experiências eléctricas incluídas neste programa. Veja, leia, ouça e experimente com a vasta colecção de cenários eléctricos. Você pode também praticar a detecção de avarias com os problemas fornecidos. Quer as experiências incluídas, quer os problemas, são extensíveis pelo utilizador.

Jogue com o novo jogo mental de electrificação incluído no programa. Combine a estratégia, tática e sorte para procurar o seu caminho no mundo excitante da electricidade.

O Edison serve como uma ponte entre os jogos e os projectos sérios. Os estudantes irão adorar esta nova abordagem. Enquanto jogam com o programa eles não só irão entender as bases mas também irão dar o primeiro passo para o projecto de circuitos reais.

O Edison corre sobre o MS Windows 3.1 com, no mínimo, um computador baseado no 386. É recomendada uma placa de som Sound Blaster Pro ou compatível.

Neste trabalho, o referido *software* foi utilizado de várias maneiras diferentes, tornando as aulas mais produtivas e atraentes.

A apresentação do programa aos alunos ocorreu em uma aula expositiva, utilizando um computador e um aparelho de televisão, para a projecção da imagem. Nesta ocasião, foram apresentados os elementos de um circuito eléctrico, a função de cada um, fazendo a comparação com um circuito real. Na mesma aula, foi explicado o funcionamento do *software* e foram apresentados seus recursos.



Figura 5.5: Tela do computador, mostrando os principais elementos de circuitos elétricos.

A Figura 5.5 mostra os principais elementos de circuitos elétricos estudados com o auxílio deste *software*¹. Cabe salientar que essas atividades foram realizadas após o estudo teórico, através de textos, aula expositiva, discussão e exemplificação dos elementos do circuito elétrico.

Em um segundo momento dessa mesma aula, já familiarizados com o *layout* do *software*, os alunos, distribuídos em grupos de acordo com o número de computadores da sala, receberam a seguinte proposta de atividades práticas:

¹ De cima para baixo, encontram-se:

Três geradores, sendo uma bateria de 4,5 V, uma pilha de 1,5 V e uma fonte de tensão variável, variando de -12 V a 12 V.

Três lâmpadas de diferentes potências e mesma tensão nominal, sendo que a menor possui potência 2 W, a média 3 W e, a maior, 15 W. Todas possuem tensão nominal de 5,6 V.

Dois resistores de resistência 100 Ω e potência 50 W. Um condensador, de capacidade 1 nF.

Três aparelhos de medidas, sendo um ohmímetro, um voltímetro e um amperímetro.

Um motor elétrico de potência e tensão nominal 7 W e 12 V, respectivamente e dois interruptores.

Atividades Práticas com o "Edison" - Em grupos

1. Explore os recursos do *software* Edison: selecione e observe as prateleiras, coloque peças na área de trabalho, verifique os valores nominais dos elementos e simule ligações usando fios condutores.
2. Monte circuitos simples utilizando os recursos do *software* Edison.
3. Ligue as lâmpadas e os geradores, ora em série, ora em paralelo, observe os resultados, discuta, no grupo, as alterações observadas, anote os resultados e faça um relatório simples.

Através desta atividade, os alunos puderam simular uma variedade de experimentos, testar a teoria estudada sobre associação em série e em paralelo, tanto de resistores como de geradores, verificar a ocorrência de curto-circuito e discutir suas causas. Por se tratar de uma atividade "aberta", cada aluno ou cada grupo teve a oportunidade de testar fenômenos que lhe despertavam a curiosidade e trabalhar de acordo com seu gosto e sua curiosidade. A troca de informações entre os grupos também foi muito positiva.

Após a atividade prática, no encontro seguinte, houve uma discussão em aula, sobre os conhecimentos construídos através das simulações feitas. Os alunos gostaram da atividade, a consideraram prazerosa e proveitosa para o entendimento do conteúdo em estudo. Nas aulas seguintes foram realizados exercícios, resolução de problemas e atividades práticas reais sobre o conteúdo.

Para desenvolver a atividade seguinte, a turma foi dividida em dois grupos. Enquanto uma parte da turma, dividida em sub-grupos, trabalhava no Laboratório de Informática, fazendo as simulações, a outra parte trabalhava no Laboratório de Ciências, realizando experiências com os kits de eletricidade. Tal divisão foi necessária para adequar o número de alunos ao material disponível.

Atividades práticas com o uso de simulações e experimentos reais (Em grupos)

Usando os elementos do software Edison, monte os circuitos abaixo e, após, faça as mesmas atividades com as experiências reais.

1º) Três pilhas em série (ou uma bateria) ligadas a uma lâmpada. Observe.

2º) Acrescente mais uma lâmpada em série. Depois mais uma. Observe e anote os resultados. (use lâmpadas idênticas)

3º) Três pilhas em série (ou uma bateria) ligadas a uma lâmpada. Observe. Acrescente uma lâmpada em paralelo com a primeira. Observe. Acrescente mais uma lâmpada. Observe e anote os resultados. Compare com o resultado da 2ª experiência. (use lâmpadas idênticas)

Use o amperímetro e o voltímetro para realizar medidas nos circuitos.

Faça um relatório explicando cada experiência e os seus resultados. De acordo com a teoria estudada, explique o que aconteceu com o brilho das lâmpadas, com a intensidade da corrente e com a voltagem obtida em suas medidas, em cada caso, e explique porque aconteceu assim.

Suas observações estão de acordo com a teoria? Explique.

Compare os resultados obtidos nas simulações com os resultados dos experimentos reais equivalentes. Os resultados foram todos semelhantes? Se houve alguma diferença explique os motivos.

Comente sobre as vantagens e as desvantagens do uso de um *software* de simulação, comparado com as experiências reais, para observar o funcionamento dos circuitos elétricos.

Esta atividade foi muito proveitosa, oportunizou aprofundar os conhecimentos sobre associações em série e em paralelo, lei de Ohm, resistência interna dos geradores, gerador ideal, medidas de corrente elétrica e de voltagem, a conservação da carga elétrica e permitiu comparar as simulações com os experimentos reais, evitando que o aluno ficasse com alguma idéia equivocada sobre os conceitos, devido a possíveis imperfeições ou idealizações das simulações.

Após a realização de mais exercícios teóricos, aplicação de conceitos e fórmulas e problemas sobre o assunto, mais uma vez se recorreu ao “Edison” para realizar uma atividade comparativa entre os exercícios resolvidos em aula, com lápis e papel, e as simulações de atividades práticas. Foi proposta a seguinte atividade, para ser desenvolvida em grupos:

Questões teóricas, cujas respostas deverão ser comparadas, através de cálculos e de prática (simulação):

As questões propostas a seguir devem ser resolvidas aplicando a teoria e as fórmulas estudadas e, após, devem ser montados os circuitos no *software* Edison e comparados os resultados.

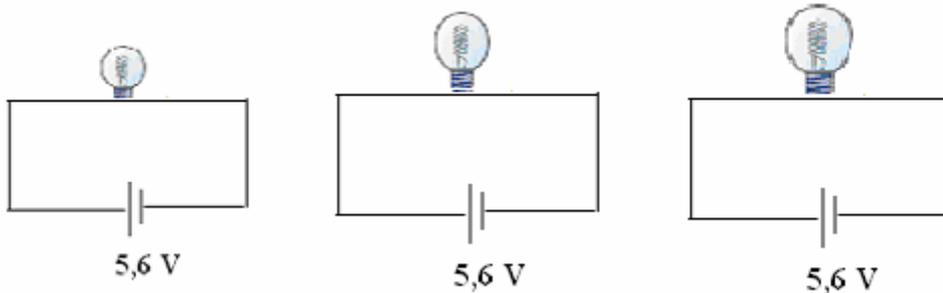
O *software* Edison, como você conhece, possui três lâmpadas diferentes, com as seguintes especificações nominais.

Lâmpada grande: Potência = 15 W e Voltagem (U) = 5,6 V

Lâmpada média: Potência = 3 W e Voltagem (U) = 5,6 V

Lâmpada pequena: Potência = 2 W e Voltagem (U) = 5,6 V

1. Considere três circuitos simples formados cada um por uma das lâmpadas citadas, ligadas a uma fonte de 5,6 V. Considere o gerador ideal e a resistência constante.



Nestas condições, anote a resistência de cada lâmpada e calcule a intensidade da corrente que passa por elas.

Lâmpada pequena: R= i=.....

Lâmpada média: R= i=

Lâmpada grande: R= i=.....

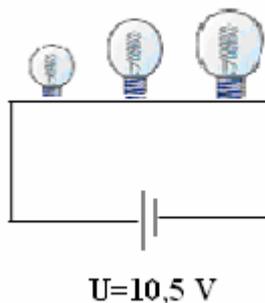
Qual é a energia consumida por cada lâmpada em 5 minutos?

Lâmpada Pequena: Lâmpada Média:

Lâmpada Grande:

Como podemos interpretar esse dado em termos de iluminação fornecida (ou brilho)?

2. Considere, agora, um circuito formado pelas três lâmpadas ligadas em série a uma fonte de 10,5 V (pode ser um gerador ou geradores associados) e responda:



Qual é a resistência total no circuito?.....

a) Qual é a intensidade da corrente que passa por cada lâmpada?

b) Qual a voltagem fornecida pelo gerador a cada lâmpada?

c) O que podemos prever sobre o brilho destas lâmpadas, comparando cada uma com suas condições nominais (questão 1):

L pequena () brilho normal () brilha mais () brilha menos

L média () brilho normal () brilha mais () brilha menos

L grande () brilho normal () brilha mais () brilha menos

Justifique sua resposta.

.....

d) As três lâmpadas terão o mesmo brilho, uma vez que são percorridas pela mesma intensidade de corrente? Para responder calcule a potência utilizada por cada uma. (Pense sobre o significado de energia útil).

e) E se as três lâmpadas fossem idênticas? Faça um comentário sobre o que deveria acontecer nesta situação.

3. Faça uma figura representando as três lâmpadas, associadas em paralelo, e ligadas a uma ddp de 5,8 V.

O que podemos prever sobre o brilho das lâmpadas neste caso? Todas terão o mesmo brilho ou não? Cada lâmpada terá o brilho igual, maior ou menor do que nas suas condições nominais?

E se fossem três lâmpadas idênticas, associadas em paralelo, o que mudaria em relação à situação anterior?

Estas questões podem ser respondidas analisando-se o cálculo, mas não é necessário calcular agora. Responda de acordo com a teoria.

4. Agora que já foram respondidas todas estas questões, de acordo com a teoria e com o cálculo, monte os circuitos no "Edison".

Usando voltímetros e amperímetros, compare cada uma de suas respostas com os resultados obtidos na prática. Faça um relatório de suas atividades práticas, explicando o que acontece em cada situação.

Esta atividade foi desenvolvida em duas etapas, primeiramente, em duplas, os alunos resolveram as questões de número um a três, aplicando as fórmulas, fizeram os cálculos e, embasados na teoria e nos conhecimentos construídos com as práticas anteriores, responderam as perguntas.

Após, usando o “Edison”, fizeram a simulação de cada situação descrita nos exercícios. Compararam os resultados obtidos nos cálculos com os resultados quantitativos e qualitativos obtidos nas simulações.

Verificou-se que a atividade foi muito eficiente para consolidar os conhecimentos adquiridos até o momento. Ao obter a coincidência de resultados, comprovou-se que tanto o *software* quanto as fórmulas fornecem resultados corretos para situações ideais.

A maioria dos alunos considerou a atividade trabalhosa, mas agradável e esclarecedora.

O aplicativo “Edison” foi utilizado, pela última vez, neste projeto, em uma aula expositiva, para explicar as Leis de Kirchhoff, quando foram associados, adequadamente, o uso do software de simulação e de um aplicativo para apresentações e a Internet (para mostrar applets Java). A aula expositiva e dialogada se deu através do uso de um computador e de um aparelho de televisão de 29 polegadas.

A professora preparou uma apresentação, incluindo a figura de um circuito (Figura 5.6), montado com o uso do aplicativo. Esta figura facilitou a compreensão dos conceitos de nó, ramo, malha e a compreensão das Leis de Kirchhoff para circuitos elétricos.

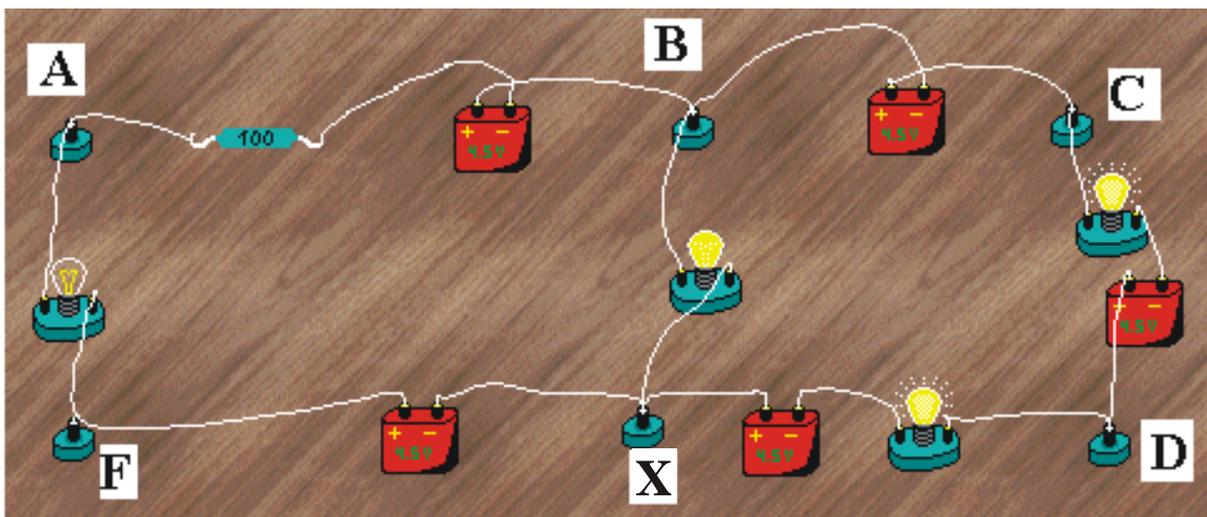


Figura 5.6: Circuito elétrico utilizado para ilustrar a apresentação das Leis de Kirchhoff.

Após explicar o conteúdo básico, foram mostradas animações em Java, constantes no sítio <www.pet.dfi.uem.br/animacoes/index.html> e, também, realizadas simulações no

“Edison” para verificar as leis de Kirchhoff. Tais simulações foram montadas pela professora, com a participação dos alunos, contemplando suas dúvidas e curiosidades.

Embora não tenham sido esgotadas as possibilidades oferecidas pelo “Edison”, encerrou-se aqui a sua participação neste trabalho, pois havia um cronograma a ser cumprido e, acredita-se que os objetivos propostos para este recurso já haviam sido plenamente alcançados pela maioria dos alunos.

5.2.3 Experimentos reais

Como já foi descrito no capítulo anterior, paralelamente ao uso de simulações de circuitos elétricos, foram realizados experimentos reais, usando kits de eletricidade – Figura 5.7, (produzidos na Oficina de Ensino do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul), um multímetro e experimentos montados pelos próprios alunos, em seus trabalhos em grupos, com material adquirido pelos grupos.

As atividades realizadas com experimentos reais permitiram aos estudantes interagirem diretamente com o objeto de estudo, verificando a relação entre a teoria e a prática, testando leis físicas e facilitaram a compreensão dos fenômenos físicos envolvidos.

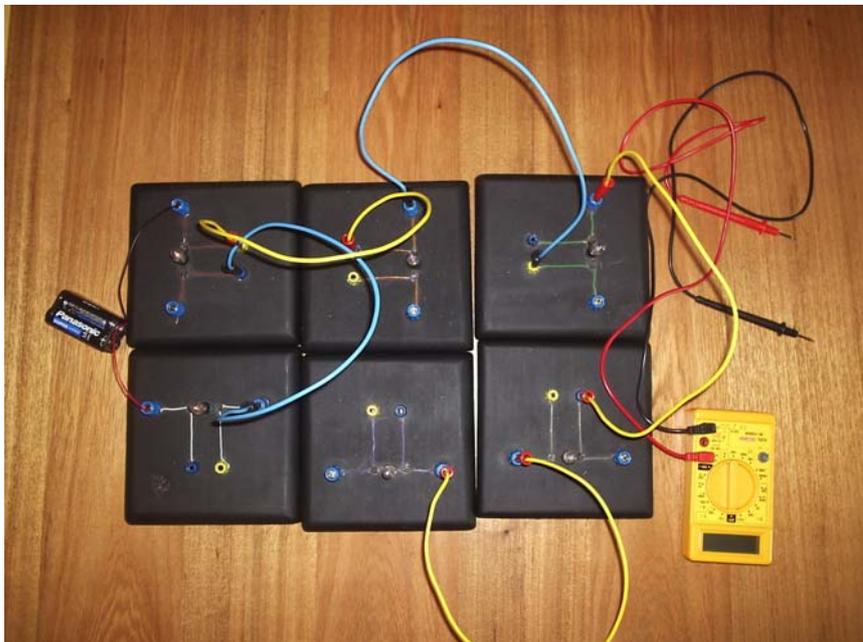


Figura 5.7: Exemplo de circuito elétrico montado com componentes de um dos kits de eletricidade.

Uma vez que nessa Escola os materiais disponíveis para atividades práticas reais são limitados, que qualquer avaria representa um custo a mais e que algumas atividades com eletricidade podem se tornar perigosas, principalmente quando se trata de uma turma numerosa e na faixa etária dos alunos em questão, lançou-se mão do uso de simulações, com bastante sucesso, conforme descrito na seção anterior.

As atividades práticas reais tiveram como objetivo, também, mostrar que as simulações realizadas são baseadas em modelos de circuitos ideais, assim como algumas das fórmulas estudadas, nem sempre têm os resultados coincidindo com a realidade. Conhecendo o fenômeno real, torna-se mais fácil ao estudante compreender as aproximações feitas nos modelos ideais.

Com os kits de eletricidade foram montados experimentos simples, que permitiram verificar a Lei de Ohm, as características de associações de resistores e de geradores, a relação entre o brilho de uma lâmpada e a intensidade da corrente elétrica que a atravessa, a voltagem e a potência desenvolvida pela própria lâmpada.

Foram realizadas medições de intensidade da corrente e da tensão elétrica, usando um multímetro. Esta tarefa foi prejudicada, só podendo ser realizada por alguns grupos, pois o aparelho foi danificado e não foi possível substituí-lo. Da mesma forma, algumas lâmpadas, por serem muito sensíveis, não resistiram muito tempo ao uso, o que justifica plenamente o uso de simulações.

Os materiais elaborados pelos alunos fizeram parte dos trabalhos de pesquisa, em grupos, e serão descritos na próxima seção.

5.2.4 Trabalhos individuais e em grupos: Elaboração e apresentação. Pesquisa na Internet e em livros-texto

Durante a aplicação deste projeto, além dos trabalhos desenvolvidos em aula, foram propostos trabalhos extra classe, visando um melhor aproveitamento do tempo. Alguns destes trabalhos foram realizados individualmente, outros foram realizados em duplas ou em grupos maiores. Entende-se que a interação entre os sujeitos da aprendizagem e entre estes e o objeto de aprendizagem favorece a construção do conhecimento. O contato do aprendiz com novos conceitos e os desafios propostos pela professora podem motivar o desequilíbrio na sua

estrutura cognitiva e a procura do reequilíbrio (equilíbrio majorante⁶), proporcionando a aprendizagem.

O aprendizado não deve ser centrado na interação individual de alunos com materiais instrucionais, nem se resumir à exposição de alunos ao discurso professoral, mas se realizar pela participação ativa de cada um e do coletivo educacional *numa prática de elaboração cultural*. (BRASIL, 2000, p. 7)

Foram propostos trabalhos para serem desenvolvidos pelos grupos e apresentados para a respectiva turma. Os temas dos trabalhos foram escolhidos cuidadosamente, procurando, além de contemplar o conteúdo do projeto, proporcionar conhecimentos significativos sobre assuntos de interesse geral.

Levando-se em conta o momento de transformações em que vivemos, promover a autonomia para aprender deve ser preocupação central, já que o saber de futuras profissões pode ainda estar em gestação, devendo buscar-se competências que possibilitem a independência de ação e aprendizagem futura. (BRASIL, 2000, p. 8)

Os trabalhos dos grupos foram desenvolvidos através de pesquisas feitas na Internet e em livros-texto e resultaram em elaboração de textos e/ou material para atividades práticas e posterior apresentação para a turma. Os textos e apresentações elaboradas pelos alunos foram divulgados no TelEduc, para que todos os alunos da turma tivessem esse material a sua disposição a qualquer momento.

A apresentação para a turma ocorreu oralmente, sendo realizadas demonstrações, no caso das atividades práticas, acompanhadas de explicação da teoria envolvida na atividade. Os conteúdos teóricos foram apresentados através da metodologia escolhida pelo grupo. Todos os grupos da turma 302 e dois grupos da turma 303 escolheram “Apresentação em PowerPoint”, complementada pela explicação aos colegas. Por se tratar de uma novidade para os alunos, este tipo de apresentação usando a informática, observou-se o entusiasmo dos mesmos e o empenho para realizar um bom e bonito trabalho. Este tipo de comportamento dos alunos e a seleção prévia dos temas a serem abordados podem ser relacionados com as condições apontadas por Ausubel para a ocorrência da aprendizagem significativa: resumidamente, de acordo com Moreira (1999), uma das condições é que o material a ser aprendido seja relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz, que foi plenamente contemplada. A outra condição é que o aprendiz manifeste uma predisposição para aprender. Esta predisposição foi

⁶ “Para Piaget, este processo reequilibrador, que ele chama de *equilíbrio majorante*, é o fator preponderante na evolução, no desenvolvimento mental, na aprendizagem da criança.” (MOREIRA, 1999, p. 102)

evidenciada no entusiasmo dos alunos pelo trabalho, tanto na organização do material, quanto na apresentação aos colegas.

Quando a escola promove uma condição de aprendizado em que há entusiasmo nos fazeres, paixão nos desafios, cooperação entre os partícipes, ética nos procedimentos, está construindo a cidadania em sua prática, dando as condições para a formação dos valores humanos fundamentais, que são centrais entre os objetivos da educação. (BRASIL, 2000, p. 53)

Alguns grupos, não citados acima, apresentaram seus trabalhos de forma convencional, apenas oralmente, com muita leitura ou usando transparências e o retro-projetor.

A avaliação, feita pelos alunos, considerou os trabalhos em grupos produtivos e enriquecedores para a sua aprendizagem.

Os temas propostos para trabalhos em grupos foram:

- O estudo dos Raios, Relâmpagos e Trovões;
- Geradores de Eletricidade;
- Choque elétrico;
- Pilhas – Pilha de Daniel, Pilha de Volta, tipos de pilhas usadas atualmente;
- Isolantes, semicondutores, condutores e supercondutores de eletricidade;
- Lâmpadas. Tipos de lâmpadas.
- Instalação elétrica de uma residência. Montar uma maquete e explicar os cuidados necessários;
- Realizar atividades práticas variadas, envolvendo o conteúdo estudado.

Os trabalhos individuais, ou em duplas, foram realizados parte em casa, parte na sala de aula, e constavam de exercícios de fixação, resolução de problemas, questões de vestibulares e elaboração de resumos, entre outros.

Um trabalho individual, considerado muito importante pelos alunos foi a determinação da energia elétrica consumida em suas casas, durante um mês.

A proposta foi a seguinte:

Atividade Prática

1. Observe uma "conta de energia elétrica" de sua casa.
O consumo de energia é dado em kWh. Assinale o número que representa o consumo de energia em um mês, o preço de 1 kWh e o valor total em reais da nota em um mês.
2. Faça uma relação de todos os aparelhos elétricos usados em sua casa e pesquise as suas potências nominais.
3. Faça uma estimativa do tempo que cada aparelho é usado em um dia (ou em um mês). Calcule a energia elétrica consumida por cada aparelho, em kWh, e determine o consumo de energia elétrica, em sua casa, em um mês.
4. Determine o valor, em reais, gasto em um mês em sua casa, na conta de energia elétrica, através do cálculo.
5. Compare o valor obtido no item 4, com os dados verdadeiros, constantes na nota fiscal.
6. Escreva uma conclusão, dizendo se os valores obtidos no cálculo estão próximos dos verdadeiros ou não. Justifique.
7. Explique se é possível e como é possível economizar energia elétrica em sua casa.
8. Justifique a preocupação que todos devemos ter em racionalizar o uso de energia elétrica.

Este trabalho foi realizado prazerosamente pela maioria dos alunos, que o consideraram de grande valia para o seu dia-a-dia. Além de proporcionar o entendimento sobre o consumo de energia elétrica em sua residência, conhecimento importante para todo cidadão, o trabalho gerou uma reflexão, e posterior discussão, sobre a necessidade de usar a energia elétrica racionalmente, sem cometer abusos, pois, concluíram os alunos, o consumo excessivo acarreta prejuízo financeiro para o consumidor e prejuízo coletivo no que se refere às questões ambientais.

5.2.5 Exercícios, problemas e questões de vestibulares

A experiência adquirida ao longo de vários anos, como professora de Física não deixa dúvidas quanto à necessidade de resolver exercícios e problemas sobre o conteúdo em estudo, para consolidar a construção do conhecimento.

Não basta ao estudante ouvir uma explanação sobre determinado tema ou realizar a leitura de textos, embora estas estratégias sejam importantes para a aprendizagem. É

necessário interagir com o novo conhecimento, refletir sobre os novos conceitos, estabelecer relações entre diferentes conteúdos e entre os *novos conhecimentos* e os *conhecimentos prévios* para que realmente ocorra uma *aprendizagem significativa*, de acordo com a teoria de Ausubel.

As competências e habilidades previstas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para serem desenvolvidas pela área de Ciências, no Ensino Médio, que mais se relacionam com estas atividades, são destacadas a seguir (BRASIL, 2000):

- Desenvolver o raciocínio e a capacidade de aprender;
- Formular questões a partir de situações reais e compreender aquelas já enunciadas;
- Procurar e sistematizar informações relevantes para a compreensão da situação-problema;
- Formular hipóteses e prever resultados;
- Elaborar estratégias de enfrentamento das questões;
- Fazer uso dos conhecimentos da Física, da Química e da Biologia para explicar o mundo natural e para planejar, executar e avaliar intervenções práticas.

Os exercícios e problemas propostos, elaborados pela professora ou selecionados na literatura, visam promover o desenvolvimento destas habilidades e competências, além daquelas específicas da disciplina de Física, já citadas na revisão de literatura.

As modalidades exclusivamente pré-universitárias e exclusivamente profissionalizantes do Ensino Médio precisam ser superadas, de forma a garantir a pretendida universalidade desse nível de ensino, que igualmente contemple quem encerre no Ensino Médio sua formação escolar e quem se dirija a outras etapas de escolarização. (BRASIL, 2000, p. 8)

Concordando plenamente com esta afirmação, as atividades propostas neste projeto visam a formação geral do estudante, podendo o mesmo utilizar os conhecimentos e habilidades adquiridas tanto na continuidade de seus estudos, como na sua vida diária, independente da profissão que venha a seguir.

As questões de vestibulares propostas para as turmas têm os mesmos objetivos dos demais exercícios, além de contemplarem a preparação de um grande grupo de alunos das duas turmas, com relação à continuidade dos estudos. As questões foram selecionadas, com as devidas autorizações, dos vestibulares das duas universidades onde um maior número de alunos desta escola costuma prestar vestibular; são elas: a Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC) e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A listagem das questões encontra-se no Apêndice C.

5.2.6 Recursos disponibilizados pela Informática

A utilização de recursos tecnológicos, até então não usuais nas aulas de Física, destas turmas, foi um fator de motivação dos alunos para o estudo do conteúdo abordado.

A Internet foi usada como fonte de consulta, para a realização de pesquisas sobre determinados assuntos e como meio de comunicação, através de e-mail, entre a professora e os alunos e entre os alunos. Foi amplamente utilizado um *software* para simulação de experimentos, conforme já foi descrito.

Tanto a professora como os alunos utilizaram apresentações em PowerPoint, como complemento a aulas expositivas e a apresentações de trabalhos.

As planilhas eletrônicas tiveram uma aplicação limitada nestas aulas referentes ao projeto, mas no primeiro trimestre foram usadas para construção de tabelas e gráficos e interpretação de dados referentes à Lei de Coulomb. Durante o projeto apenas alguns alunos utilizaram planilha eletrônica em seus trabalhos individuais ou em exercícios, por opção própria.

Agradou muito aos alunos o trabalho em um ambiente virtual de aprendizagem, o TelEduc, conforme já foi descrito.

Graças a esta metodologia, paralelamente à aprendizagem de Física, os alunos aprofundaram seus conhecimentos em Informática ou adquiriram estes conhecimentos, no caso daqueles que não possuem computador e não tinham nem mesmo as noções básicas de Informática.

A utilização destes recursos e a nova aprendizagem proporcionada foram fatos considerados muito positivos, por alguns alunos que não possuem computador e nem recursos para fazer um curso de Informática. Através deste projeto tiveram o Laboratório de Informática da Escola à sua disposição, no turno inverso ao de suas aulas, com a orientação necessária e sem nenhum custo.

Outros alunos, que também não possuem computador, não entenderam desta forma considerando trabalhoso ter que ir até a escola em outro turno, para realizar seus trabalhos extra classe e até deixaram de cumprir algumas tarefas. Mas esta atitude foi de uma minoria e

não chegou a prejudicar o trabalho. Outros optaram por trabalhar na casa de algum colega, pertencente ao mesmo grupo, que disponibilizava o computador da família.

A maioria dos alunos nunca havia usado a linguagem HTML e, para divulgar seus trabalhos no TelEduc, passaram a usar essa linguagem, através de *softwares* adequados, o que constituiu para eles mais uma novidade e aprimoramento de seus conhecimentos, habilidades e competências. Cabe registrar aqui a atitude de cooperação que se evidenciou entre os alunos, na troca de informações e ajuda entre os colegas, onde os que dominavam a tecnologia compartilhavam seus conhecimentos com os que tinham alguma dificuldade nesse sentido. Tal atitude é própria de uma aula que pretende ser construtivista e preparar para a cidadania plena.

Constatou-se que a aplicação dos recursos tecnológicos , além de despertar o gosto dos alunos pelas aulas e demais atividades, proporcionou-lhes o aumento da auto-estima, principalmente àqueles alunos que tinham baixa auto-estima em relação ao seu desempenho na disciplina de Física. Com frequência se ouvia ou recebia mensagens de alunos dizendo:

- *“Viu professora? Estou participando muito!”* Declaração de um aluno que no primeiro trimestre costumava ficar alheio às aulas.

- *“O meu trabalho ficou muito bom! A senhora já olhou?”* ou simplesmente: *“Já viu meu trabalho? Já coloquei lá (no TelEduc)”*. Pergunta muito freqüente sobre os trabalhos anexados ao TelEduc, tanto os trabalhos individuais como os do grupo. O entusiasmo da pergunta indicava o desejo de que a professora avaliasse logo os trabalhos, pois estavam confiantes e orgulhosos dos mesmos.

- *“Gostei dessa atividade!”* Essa frase foi repetida por diferentes alunos, em relação ao “Edison”, ao “TelEduc”, às aulas práticas, aos trabalhos em grupos, à atividade sobre consumo de energia elétrica entre outras.

- *“A aula já terminou? Que pena, hoje eu aprendi tudo.”* Frase de um aluno que costumava dizer que não aprendia Física e cuja nota do primeiro trimestre foi baixíssima. Foi dita ao final de uma aula expositiva.

- *“Gostei, com essas figurinhas fica bem fácil de entender”*. Frase dita por uma aluna, ao final da aula sobre as Leis de Kirchhoff, onde foi utilizada uma apresentação em PowerPoint. Outros alunos concordaram.

Declarações como estas, durante a aplicação do projeto, mostravam que se estava no caminho certo. Vendo a motivação dos alunos, aumentava também a motivação da professora, fator importante para o desempenho de um bom trabalho.

5.2.7 Contextualização dos conteúdos

Ao organizar os textos com o conteúdo a ser distribuído aos alunos e ao introduzir um novo conhecimento na sala de aula, através de aula expositiva, houve sempre a preocupação de usar uma linguagem que favorecesse a compreensão dos novos conceitos. Para atingir esse objetivo, procurou-se relacionar, sempre que possível, os novos conceitos com aqueles já conhecidos pelo aluno. Procurou-se citar exemplos ou estabelecer comparações com fenômenos ou fatos da vida do estudante. Foi destacada a presença da Física em diferentes circunstâncias do dia-a-dia de cada um, na tentativa de mostrar a importância do estudo de fenômenos e leis físicas para todos os cidadãos e não apenas para aqueles que necessitam desta disciplina na continuidade de seus estudos ou diretamente em sua futura profissão.

O contexto histórico da construção dos conhecimentos físicos foi abordado, relacionando-se o conteúdo estudado com parte da História da Física, estudada através de pesquisa feita pelos grupos, e apresentada à turma, sobre a biografia e a contribuição de alguns físicos importantes no estudo da eletricidade. Essa pesquisa foi feita no início do primeiro trimestre e, posteriormente, à medida que eram citados esses cientistas ou suas descobertas, procurava-se relacionar com o que já havia sido estudado sobre eles.

Na tentativa de facilitar a aprendizagem significativa procurou-se sempre *averiguar o que o aluno já sabia para ensinar de acordo*², tentando suprir as necessidades prévias.

² “...o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo”. (AUSUBEL in MOREIRA, 1999, p. 163)

CAPÍTULO 6

ANÁLISE DOS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA PROPOSTA E SUAS CONSEQÜÊNCIAS NA AVALIAÇÃO DOS ALUNOS

Neste capítulo é feita uma análise qualitativa e quantitativa dos resultados da aplicação desta proposta. São descritos os resultados referentes a cada um dos principais recursos e procedimentos metodológicos, resultados estes obtidos através da manifestação dos alunos, observação direta da professora em relação às atitudes dos alunos, registros de dados referentes a número de acertos em trabalhos e testes, número de participações com relação a entrega de trabalhos, participação no TelEduc, realização das tarefas propostas para casa, entre outros procedimentos e observações. Com o intuito de tornar esse estudo mais abrangente, procede-se também uma análise complementar das conseqüências da aplicação desta proposta de ensino, que ocorreu durante o segundo trimestre, comparando-se os resultados obtidos pelos alunos ao longo de todo o ano letivo. Para tal, na seção 5.2 são apresentados os critérios de avaliação dos alunos nesta Escola.

6.1 Análise qualitativa

6.1.1 Utilização do ambiente virtual de aprendizagem TelEduc

O uso deste ambiente virtual de aprendizagem produziu um efeito muito positivo nos alunos, como motivador para a aprendizagem. Observou-se o entusiasmo da maioria dos alunos ao participar das atividades solicitadas, tais como fóruns de discussão, postagem de trabalhos, interação através do correio eletrônico, leitura de textos disponibilizados, leitura de trabalhos de colegas e comentários sobre os mesmos. Alguns alunos ficavam sempre a procura de novas tarefas ou atividades no TelEduc. A exposição, no TelEduc, de fotografias dos alunos, tiradas durante os trabalhos foi um fator motivador para a entrada no ambiente e, uma vez estando lá, os alunos passavam naturalmente a interagir. O “**Mural**” foi usado pelos alunos de forma espontânea e descontraída. Ali eles deixavam recados para os colegas e para a professora, representando esta ferramenta mais uma motivação para a participação no ambiente, direcionando-lhes naturalmente para as atividades propostas. Ocorreu, por mais de uma vez, de um grupo de alunos realizar as tarefas antes de serem solicitadas pela professora.

Em uma pesquisa indagando aos alunos se gostaram ou não de trabalhar no TelEduc e se o consideravam um instrumento importante para a aprendizagem de Física, foi obtido o seguinte resultado:

Tabela 6.1: Apresenta o resultado obtido nas duas turmas para a pergunta: “Gostou de trabalhar no TelEduc?”

Gostou de trabalhar no TelEduc?			
Turma 302		Turma 303	
Sim	Não	Sim	Não
35	3	32	8
92%	8%	80%	20%

Tabela 6.2: Apresenta o resultado obtido nas duas turmas para a pergunta: “Considera o TelEduc importante para a aprendizagem de Física.?”

Considera o TelEduc importante para a aprendizagem de Física?			
Turma 302		Turma 303	
Sim	Não	Sim	Não
36	2	36	4
95%	5%	90%	10%

Constatou-se que na turma 302 apenas duas alunas não consideram o TelEduc importante para a aprendizagem de Física e três alunos (as mesmas duas e mais um) não gostaram de trabalhar no ambiente. Sabendo-se que essas duas alunas pouco participaram das atividades do segundo trimestre, pois se encontravam em licença-gestante, pode-se concluir que o uso do TelEduc foi aprovado quase por unanimidade nessa turma.

Na turma 303, dos quarenta alunos que responderam à pesquisa, oito não gostaram de trabalhar no ambiente e, quatro alunos disseram que esse recurso não foi importante para a aprendizagem de Física. Considerando as dificuldades gerais apresentadas pela turma, conforme caracterização da mesma, no Apêndice D, onde 23 alunos não possuem computador em casa e não estavam familiarizados com esta tecnologia, considerando que vários alunos e alunas desta turma não gostavam de ir à escola fora do seu horário de aula, este resultado pode ser considerado muito positivo.

Complementando esta avaliação subjetiva do uso do TelEduc, são citados algumas declarações e recados de alunos, encontrados no próprio ambiente. Observe-se que as frases foram transcritas literalmente, com a linguagem informal própria do jovem.

“A participação no teleduc em geral foi proveitosa, pois de um modo geral nos fez ampliar os conhecimentos em física de uma forma moderna e diferente da tradicional.” (C.R., Turma 303)

“Estou gostando bastante de trabalhar no teleduc, é uma experiência nova para todos, assim prestamos mais atenção na aula!!!!” (D.S., Turma 302)

“Prof. acabei de enviar o resumo sobre condensadores. Bah, espero q tu analise bem a participação do teleduc, eu me esforcei ao máximo, posso não ser 100% nas aulas, mas aqui no Teleduc desde o início, eu sempre participei de tudo, discutindo os temas, lembra que até uma curiosidade e dúvida eu coloquei no fórum sobre choque elétrico!? Por isso estou contando com uma excelente nota do Teleduc, pois minha nota em física no 1º trimestre foi muito baixa, e como este é o último ano no colégio, me preocupo muito em passar.” (A.M., Turma 302)

“Obrigado pelas dicas dadas ate agora, pelo correio, estou gostando de participar dos trabalhos no teleduc, espero que a turma também aproveite esse modo inovador de ensino para si.” (E.M., Turma 302)

“Professora, estou adorando participar do telEduc”. (M.R.S., Turma 303)

“Bia... Acabei d entrar no teleduc, já deixei o resumo, porém ocorreu um erro de formatação, não apareceram os deltas. Como devo fazer? Um abraço”. (J.R., Turma 302)

“Viu q chique q ficou nossa apresentação aqui no TelEduc!!! Só não ficou mais chique q quem apresentou!!! Hehehehehehehehehehe....Já to me familiarizando com esses negócios aki, logo, logo nosso trabalho vai estar prontinho e bem legal!!!! Bjs.... “ (H.B., Turma 302)

“Professora, fiz o resumo sobre geradores, soh naum consegui colocar no meu portfólio. To te mandando esse email soh pra ti ve como eu naum esqueci do trabalho, o q aconteceu foi q naum consegui coloca mesmo, mas amanhã eu vo tenta de novo pode ser ? provavelmente eu jah vou ter falado contigo na aula sobre isso, mas tah aki a prova como naum eh mentira minha” (A. M., Turma 302)

Ao final da aplicação do projeto, a professora perguntou aos alunos se gostariam de continuar trabalhando com o TelEduc até o final do ano. Aqui estão algumas respostas, enviadas pelo “**Correio**” do ambiente:

“Gostaria de continuar trabalhando no teleduc até o fim do ano, pois é muito educativo e eu aprendi muito com isso.” (J.C., Turma 302)

“Gostei muito do Teleduc, pois é interativo e os usuários têm maior facilidade na aprendizagem.” (E.M.N., Turma 302)

“Sim, eu gostaria de continuar trabalhando no Teleduc, pois através do Teleduc aprendi mais sobre os programas e sobre a Física, além de ser uma forma nova, diferente e moderna de aprender.” (D.B., Turma 302)

“Claro Bía .. tri massa.. naum preciso nem sai di ksa pra faze as tarefas .. com certeza .. achei muito show essa tua idéia.” (L.H.L., Turma 302)

“Eu acho que devemos continuar usando o teleduc até o fim do ano... pq facilita muito as coisas...” (F.L., Turma 302)

“Sim, porque é bom deixar todos os trabalhos arquivados.” (E.B.B., Turma 303)

“Sim, gostaria, pois entrei poucas vezes e gostaria de participar mais!” (V.C., Turma 302)

“Sinceramente, eu não gostaria muito!!! Pois como já lhe expliquei várias vezes, encontro muitas dificuldades na participação do teleduc, devido ao pouco tempo que tenho disponível. Prefiro fazer as atividades no papel, como era antes, apesar de toda essa tecnologia e modernização das aulas de física. Valeu!!!!!!!!!!” (L.M. Turma 302)

Um grupo de alunos sugeriu que se usasse o TelEduc também nas demais disciplinas. A resposta da professora foi de que isto não estava previsto neste projeto, mas é uma possibilidade a ser discutida na Escola para os próximos anos.

Após a análise destes dados, destas e de outras declarações e sugestões, da observação de todas as formas de participação dos alunos no TelEduc, do entusiasmo demonstrado por muitos, não nos resta dúvida de que o uso deste recurso tecnológico foi de grande valia para o sucesso deste projeto.

6.1.2 Utilização de um *software* de simulação

Usando o *software* Edison, os alunos entenderam o funcionamento dos elementos do circuito elétrico, as associações de elementos em série, em paralelo e associações mistas, fizeram uma variedade de simulações, através de diferentes atividades, dirigidas ou livres, simularam desde circuitos simples aos mais complexos.

Em uma pesquisa perguntando a opinião dos alunos sobre o *software* Edison, foi obtido o seguinte resultado:

Tabela 6.3: Resultado obtido nas duas turmas para a pergunta: “Gostaram de trabalhar com o “Edison”?”

Gostaram de trabalhar com o "Edison"?			
Turma 302		Turma 303	
Sim	Não	Sim	Não
36	2	32	8
95%	5%	80%	20%

Tabela 6.4: Resultado obtido nas duas turmas para a pergunta: “O “Edison” contribuiu para aprendizagem?”

O "Edison" contribuiu para aprendizagem?			
Turma 302		Turma 303	
Sim	Não	Sim	Não
38	0	40	0
100%	0%	100%	0%

Analisando os resultados expostos acima, concluímos que a maioria dos alunos gostou de trabalhar com o *software* Edison. Na turma 302, apenas duas alunas não gostaram, trata-se novamente de duas alunas que não participaram da maior parte das atividades com esse aplicativo, então, ou não entenderam muito bem o seu significado ou realmente este tipo de atividade não lhes atrai.

Na turma 303 dos quarenta alunos que responderam a pesquisa, apenas oito disseram não ter gostado de trabalhar com este aplicativo. Estes mesmos oito alunos disseram preferir as atividades em aula da forma tradicional, pois não têm afinidade com o computador.

Quando foi perguntado se, na opinião dos alunos, o “Edison” contribuiu para a aprendizagem dos conhecimentos de Física, especialmente dos circuitos elétricos, por unanimidade os alunos disseram que sim.

A seguir encontram-se algumas observações feitas por alunos, sobre este aplicativo. Alguns destes depoimentos foram dados através do “**Correio**” do TelEduc, outros, através de uma avaliação escrita entregue em papel para a professora.

“O “Edison” também foi uma atividade boa, nele fazíamos experiências, onde testávamos amperagem e voltagem em lâmpadas e resistores. As lâmpadas, quando queimadas podiam, facilmente, serem reparadas.” (C.R., Turma 303)

“Com o *software* Edison e as atividades práticas reais podemos comparar um com o outro e testar o que muitas vezes nos provoca dúvida.” (D.B., Turma 302)

“O “Edison” foi benéfico para a nossa aprendizagem, pois com esse programa pudemos pôr em prática o que aprendemos na teoria.” (M.M., Turma 303)

“Gostei das experiências com o programa “Edison”, pois tivemos a noção da realidade de uma instalação elétrica.” (T.M., Turma 303)

“Gostei do *software* Edison, achei interessante e bem prático, ajudou muito na aprendizagem da matéria.” (V.A., Turma 303)

“Gostei de fazer trabalhos no “Edison”, pois é fácil de ser usado e, certamente, jamais esquecerei todos os trabalhos e experiências que fiz, tanto em grupos como individualmente.” (B.F., Turma 303)

“O programa “Edison”, no qual trabalhei construindo circuitos, foi bem divertido, me ensinou a fazer as ligações corretamente, às vezes tentava e tentava e acabava não dando certo, mas com jeitinho foi se tornando fácil mexer e entender as ligações dos circuitos elétricos. Aprendi me divertindo ao mesmo tempo.” (P.B.U., Turma 303)

A observação direta da professora, em relação à atitude de satisfação dos alunos durante os trabalhos com este aplicativo, o acompanhamento da interação entre os alunos, durante essas atividades, os questionamentos entre eles e a busca de soluções, a troca de informações, as respostas dadas aos questionamentos feitos pela professora e a coerente relação feita com os exercícios teóricos, conduzem à conclusão de que o uso deste recurso atingiu os objetivos previstos. As opiniões dos alunos expressadas acima vêm corroborar esta provável conclusão.

6.1.3 Experimentos reais

A realização de atividades práticas, usando material concreto real, também foi um recurso que agradou parte dos alunos e acredita-se contribuiu significativamente para a aprendizagem dos conteúdos previstos.

Além do kit de eletricidade apresentado pela professora, e experimentado por todos, alguns alunos¹, através de trabalhos em grupos, construíram experimentos, testaram e apresentaram para a turma. Esta atividade foi considerada muito enriquecedora, tanto para os grupos que a realizaram, como para os demais alunos, que assistiram as apresentações.

O que dificultou a realização das atividades práticas foi a quantidade reduzida de material, em relação ao número de alunos da turma. Para minimizar esse problema, essas atividades ocorreram de forma alternada, ou seja, enquanto alguns grupos realizavam atividades práticas, no Laboratório de Ciências, outros trabalhavam no Laboratório de Informática.

Um fator de desmotivação de alguns alunos, em se tratando de atividades práticas foi a avaria de alguns elementos, como, por exemplo, lâmpadas que queimaram durante o trabalho, os medidores (multímetros) que deixaram de funcionar durante as atividades e cuja reposição não pode ser feita imediatamente.

¹ Nos trabalhos em grupos foram distribuídos temas e atividades diferentes para cada grupo, sendo assim nem todos precisaram construir experimentos extra-classe.

Observando o desempenho dos alunos durante estas atividades, a interação entre os aprendizes e entre estes e o material em questão, analisando os diálogos e as conversas informais após a realização dos trabalhos, pode-se afirmar que as atividades totalmente organizadas pelos alunos, desde o planejamento, a organização e aquisição do material surtem melhor efeito em termos de construção do conhecimento do que aquelas em que o aluno recebe o material pronto, cabendo a ele apenas montar e experimentar. O papel do professor, neste caso, é o de orientador, indicando os tópicos principais que devem ser abordados na prática e se limitando a interferir na elaboração do trabalho apenas quando solicitado. No momento da apresentação, ou durante a preparação desta, além de orientador, o professor deve atuar como *problematizador*, lançando desafios que levem o aluno a consolidar e aprofundar seus conhecimentos. O inconveniente dessa forma de trabalho é, novamente, o custo do material, nem sempre ao alcance do aluno ou da escola.

Em linhas gerais, constatou-se que com relação às atividades práticas, os objetivos propostos foram alcançados.

A seguir são apresentadas algumas fotografias de alunos realizando atividades práticas e explicando-as para a turma:



Figura 6.1: Grupo de alunos montando circuitos em paralelo e em série com o kit de eletricidade.



Figura 6.2: Grupo de alunos montando um circuito e realizando medidas de voltagem e amperagem.

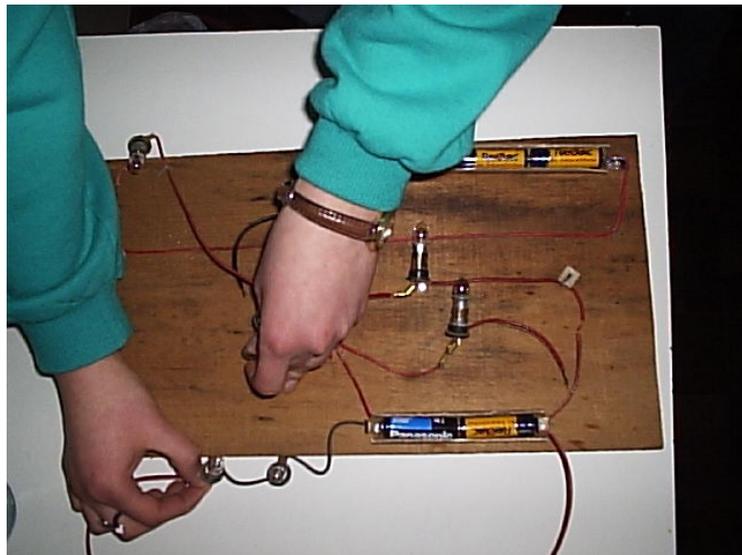


Figura 6.3: Aluna explicando o funcionamento da associação mista elaborada pelo grupo.



Figura 6.4: Além de realizar a atividade prática, o grupo explicou o trabalho utilizando uma apresentação em PowerPoint.



Figura 6.5: Outro grupo apresentando a atividade prática realizada.



Figura 6.6: Este grupo também explicou a teoria aplicada na prática através de uma apresentação em PowerPoint.



Figura 6.7: Maquete mostrando a instalação elétrica em uma residência, usando uma bateria como gerador. A maquete foi construída pelos alunos do grupo.



Figura 6.8: Grupo apresentando trabalho sobre geradores, a maquete (Figura 5.7) foi usada como exemplo de aplicação. O trabalho foi explicado utilizando uma apresentação em PowerPoint.



Figura 6.9: Outro grupo apresentando sua maquete da instalação elétrica em uma residência. A explicação foi feita com o auxílio de quadro e giz da sala de aula.

6.1.4 Trabalhos individuais e em grupos: Elaboração e apresentação. Pesquisa bibliográfica e na Internet

Numa avaliação geral pode-se constatar que as propostas de realização de trabalhos, tanto individuais, como em grupos, foram bem aceitas pelos alunos. A maioria dos alunos realizou todas as atividades propostas. Observou-se por parte da maioria dos alunos e dos grupos, o empenho para realizar o seu trabalho da melhor forma possível, não descuidando do conteúdo, da apresentação, da postagem no TelEduc ou entrega em papel, na data prevista.

Comparando-se com o primeiro trimestre, quando ainda não havia começado a aplicação do projeto, houve um crescimento muito grande nesse sentido, pois era normal, para muitos alunos deixarem de entregar os trabalhos solicitados ou realizá-los com pouca vontade, resultando em trabalhos de baixa qualidade. Este fato pode ser constatado ao se analisar o crescimento que houve nas notas dos alunos, mostrado na seção 6.3.4.

Acredita-se que essa mudança se deva a vários fatores, tais como: a motivação gerada pelo conjunto de metodologias, a adaptação ao grau de exigência da professora, os recursos utilizados na elaboração dos trabalhos, a seleção de conteúdos e a forma de avaliação, previamente combinada com os alunos, em que eles sabiam que um terço da nota do trimestre seria referente aos trabalhos.

Tanto na avaliação dos alunos, como na da professora, os trabalhos, em geral, contribuíram muito para a construção do conhecimento.

Através da elaboração e apresentação dos trabalhos, os alunos tiveram a oportunidade de desenvolver competências e habilidades previstas para a Área de Ciências e, especificamente, para a disciplina de Física, pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000).

Através dos trabalhos práticos, pesquisas e resumos solicitados desenvolveram a capacidade de:

- ler e interpretar textos de interesse científico e tecnológico;
- produzir textos adequados para relatar experiências, formular dúvidas ou apresentar conclusões;
- utilizar as tecnologias básicas de redação e informação;
- utilizar instrumentos de medição e de cálculo;
- procurar e sistematizar informações relevantes para a compreensão da situação-problema;
- conhecer fontes de informação e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas;
- elaborar sínteses ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados;
- articular o conhecimento físico com os conhecimentos de outras áreas do saber científico;

- reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico.

A apresentação de trabalhos para os colegas oportunizou o desenvolvimento da habilidade de “expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de tal linguagem”.

A realização dos trabalhos, em geral, permitiu aos alunos utilizarem os recursos tecnológicos adequados para esta era, contando com a vantagem de ter a assessoria da professora, quando necessário, e o Laboratório de Informática à sua disposição, sem nenhum custo, o que se constitui em um diferencial importante, tratando-se de uma escola pública estadual.

Novamente podemos dizer que os objetivos propostos, contando com esta metodologia, foram plenamente alcançados.

Abaixo, são apresentadas fotos de alguns grupos apresentando seus trabalhos:



Figura 6.10: Grupo apresentando o trabalho sobre Raios.



Figura 6.11: Grupo apresentando o trabalho sobre Pilhas.



Figura 6.12: Grupo de alunos apresentando trabalho sobre Choque Elétrico.



Figura 6.13: Grupo de alunos apresentando trabalho sobre Geradores.

6.1.5 Exercícios, problemas e questões de vestibulares

A proposta de resolução de exercícios e problemas, na disciplina de Física, não se apresentou aqui como uma novidade. Ao contrário, esta prática costuma fazer parte das aulas mais tradicionais, ao longo dos anos.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (1999), o ensino de Física “ênfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através de competências adquiridas.” Esta referência é ao ensino de Física da década passada, chamando a atenção para a necessidade de mudança.

Concordando que essas são características do ensino de Física do século passado, que mudanças nessa concepção de ensino são necessárias e urgentes, acrescentamos que o tratamento dado ao ensino de Física, conforme descrito no parágrafo anterior já não faz parte da prática da autora deste trabalho há, pelo menos, uma década. É justamente a procura por alternativas para tornar mais eficiente o ensino e a aprendizagem de Física que faz com que esta continue estudando e experimentando novas metodologias, que, no momento, resultaram neste trabalho.

Sendo assim, na elaboração ou seleção dos exercícios e problemas que fazem parte deste projeto, houve o cuidado para que estas atividades levassem o aluno a refletir sobre o objeto do conhecimento, levando-o a analisar e compreender informações obtidas através da teoria, aplicando leis e fórmulas em situações reais, utilizando a Matemática como ferramenta importante para o estudo de alguns fenômenos físicos. Na medida do possível, procurou-se propor atividades desafiadoras, evitando cair na monótona repetição de exercícios.

As questões de vestibulares foram selecionadas, propostas e, posteriormente, discutidas com os alunos, atendendo ao interesse das turmas, onde a maioria dos alunos pretendia prestar vestibular no final do ano.

Avaliando as atividades de exercícios, problemas e questões de vestibulares, podemos dizer que estas foram muito importantes para a aprendizagem dos estudantes.

Durante a realização destas tarefas, em aula, foi oportunizada a interação entre os alunos e entre estes e o seu material para consulta, o que favoreceu a construção e aprofundamento do conhecimento. Além disso, durante as aulas, eles contavam com a orientação da professora, quando necessário.

As atividades realizadas em casa, além de contribuírem para a racionalização do tempo, oportunizaram a reflexão e estudo individualizado e o levantamento de dúvidas para serem esclarecidas no próximo encontro, com a professora ou com os colegas.

A atitude dos alunos em relação a estas tarefas foi positiva, a maioria dos alunos se envolveu, resolvendo os exercícios tanto na sala de aula como aqueles propostos como “tema” para casa. Em alguns momentos, até sugeriram que fossem propostos mais exercícios, e, sempre que possível e coerente, suas sugestões foram atendidas, incluindo-se mais exercícios ou problemas, desafiadores, improvisados e apresentados no quadro. A prática de vários anos, como professora de Física, no Ensino Médio, permite à autora, quando necessário, improvisar a elaboração de exercícios no quadro, diante dos alunos, o que não se recomenda a um professor em início de carreira.

Observou-se que os alunos que apresentaram menor disposição para estas tarefas, ou se engajaram menos nestas atividades, tiveram mais dificuldade na aprendizagem.

6.1.6 Recursos disponibilizados pela Informática

Ao se fazer a análise dos resultados do trabalho com o *software* Edison, com o ambiente de aprendizagem TelEduc e dos trabalhos usando a Internet e o computador, como instrumento para a elaboração e apresentação de trabalhos, já ficou evidenciada a importância da utilização dos recursos tecnológicos para se alcançar os objetivos propostos por este projeto.

A título de ilustração, são citadas abaixo algumas declarações de alunos sobre este tema:

“O Computador, na minha opinião torna a aula bem extrovertida e interessante, pois saímos daquele cotidiano "Sala de Aula". Vamos acessando, curiosos com uma coisa ou outra, e isso faz com que cresça nosso interesse pela matéria.” (A.M., Turma 302)

“Na minha opinião a utilização do computador para estudos de física é muito certa, e necessária, pois com os contínuos avanços tecnológicos sua utilização se torna inevitável.” (L.V., Turma 303)

“Realmente, e acho que a tecnologia vem evoluindo cada vez mais, e o computador é um bom exemplo disto, pois hoje em dia podemos fazer tudo pelo computador, ou seja, pela Internet (o meio de comunicação mais usado no mundo). O ensino não poderia ficar longe disso, se temos oportunidades de desfrutar dessa tecnologia toda não temos porque recusar. A iniciativa da professora de física, na minha opinião, foi muito proveitosa e criativa, mas infelizmente não são todos os alunos que conseguem ter 100% de participação nas atividades propostas”. (L.M., Turma 302)

“Cada vez mais a tecnologia vai aumentando, gerando mais facilidades a seus usuários. Espero que cada vez mais ela se torne popular em nossa escola anos seguintes, e na vida dos próximos estudantes que assim como nós hoje o utilizamos para as aulas de física.” (C.R., Turma 303)

“Realmente as aulas se tornam mais interessantes quando podemos contar com esse aliado, que juntamente com a internet nos possibilita ter acesso a um grande número de informações, ampliando os nossos conhecimentos”. (H.B., Turma 302)

“Estamos na era da informática, então nada melhor que acrescentarmos ao nosso ensino o computador, e os recursos oferecidos por ele. Podemos usufruir desse “método” nas aulas de Física, com o uso de programas para facilitar a aprendizagem e tornar as aulas mais descontraídas e interessantes...” (L.H.P., Turma 302).

“Nos dias de hoje é fundamental entendermos sobre os computadores e a Internet! Acho muito proveitoso, quando aprendemos a Física, que é uma matéria, na minha opinião meio chata! Mas aí aparece o lado bom, podemos aprender usando o nosso computador. Para quem tem fácil acesso, na minha opinião só conto vantagens. Se procurarmos um emprego, ou entrarmos na faculdade, com certeza, a vida de um jeito ou de outro, vai cobrar de nós, os conhecimentos. Acho excelentes, os avanços tecnológicos, mas não podemos ficar parados, pra quem não se mexeu ainda, ou até mesmo não teve oportunidade, é hora de aproveitar a chance que a prof. proporcionou!” (P.B.U., Turma 303).

“Eu acho as aulas na sala de informática muito mais interessantes do que na sala de aula. Isso tudo sem contar que esse tipo de aula nos dá bastante incentivo e esse tipo de incentivo nos faz aprender mais sobre a física.” (S.R., Turma 302)

A seguir, são apresentadas algumas fotografias de alunos trabalhando no Laboratório de Informática:

A primeira foto mostra a turma assistindo a uma aula expositiva e interativa, em que a professora está fazendo uma apresentação, usando textos e imagens, para explicar o conteúdo, no Laboratório de Informática. Nota-se que a sala não dispõe de acomodações confortáveis para todos os alunos, assim, para esse tipo de aula, o ambiente era adaptado da melhor forma possível, onde alguns alunos sentavam em almofadas, enquanto outros se acomodavam nas poucas cadeiras disponíveis. Mas em nenhum momento houve reclamação da turma em relação a isso. Pelo contrário, ali a atenção era maior do que na sala convencional.



Figura 6.14: Turma de alunos assiste aula expositiva em que foi utilizada uma apresentação eletrônica.



Figura 6.15: Professora, de costas, discutindo com os alunos o conteúdo apresentado.



Figura 6.16: Grupo de alunas trabalhando, durante o horário de aula, com o *software* Edison.



Figura 6.17: Turma trabalhando em grupos, fazendo simulações de experimentos com o *software* Edison.



Figura 6.18: Além de construir o experimento, alunos optaram por fazer uma apresentação (em PowerPoint) para explicá-lo.

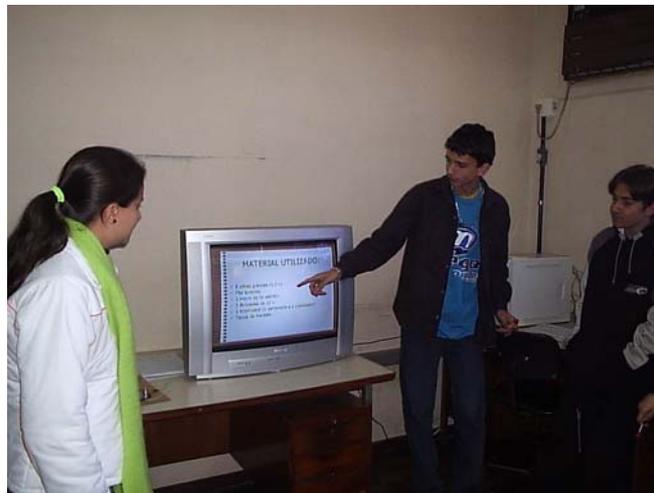


Figura 6.19: Grupo apresentando um trabalho, usando a tecnologia (no caso, PowerPoint e computador acoplado ao vídeo da TV).



Figura 6.20: Alunas trabalhando no TelEduc no Laboratório de Informática da Escola.

6.2 Critérios da Escola para Avaliação dos Alunos

A avaliação dos alunos na Escola onde foi aplicada esta proposta é expressa através de notas. As notas são trimestrais e cada trimestre possui um peso. Assim, no primeiro trimestre a nota máxima é vinte, no segundo trimestre é trinta e no terceiro trimestre é cinquenta, totalizando cem pontos no ano letivo. A nota do aluno é considerada satisfatória para aprovação no trimestre se atingir no mínimo sessenta por cento da nota máxima do trimestre.

Ao final do ano o aluno é considerado aprovado se, somando as notas dos três trimestres, obtiver, no mínimo, sessenta pontos, ou seja, sessenta por cento do total.

A avaliação referente a este projeto compreendeu a nota do segundo trimestre, totalizando trinta pontos.

A avaliação foi feita através dos trabalhos realizados em aula e extra-classe, individualmente e em grupos, participação no TelEduc (anexando os trabalhos solicitados-pesquisas, resumos, respostas de exercícios, apresentações - participando dos fóruns de discussão, interagindo com a professora e com os colegas através do ambiente, de forma a contribuir para a sua aprendizagem e a dos colegas) e através de testes individuais.

Tratando-se de um projeto que tem pretensão de ser construtivista, a avaliação dos alunos não poderia se dar de forma tradicional, unicamente através de provas. Buscou-se avaliar o crescimento, a aprendizagem significativa de novos conhecimentos, o desenvolvimento de habilidades e competências através da observação de seu desempenho em todas as modalidades de atividades desenvolvidas. A avaliação se deu através da observação direta da professora durante as aulas (com registro de dados) e através dos testes aplicados e correção de trabalhos entregues em papel ou postados no TelEduc.

A nota do trimestre foi dividida em três partes iguais, ficando dez pontos destinados à participação em aula, incluindo os trabalhos realizados durante as aulas e algumas atividades extra classe, como tarefas para casa (exercícios). Dez pontos foram destinados à participação do aluno através do TelEduc. Os últimos dez pontos foram avaliados através de testes. Foram realizados dois testes de forma tradicional, individual e sem consulta, podendo o aluno consultar apenas uma lista de fórmulas, elaborada por ele próprio e revisada pela professora. Foi considerado também, para fins de avaliação do aluno, incluído nestes dez pontos, o

resultado do pós-teste (que foi a última atividade realizada, sendo o mesmo instrumento que foi aplicado no início deste trabalho, denominado de pré-teste).

6.3 Análise Quantitativa da Aplicação da Proposta

Foi feita até agora uma análise qualitativa dos resultados obtidos com a aplicação de cada um dos principais recursos e metodologias desta proposta.

A seguir, serão analisados os dados registrados com o propósito de quantificar os resultados obtidos em termos de aproveitamento dos alunos e provável aprendizagem.

6.3.1 Pré-teste e Pós-teste

Ao iniciar a aplicação desta proposta, os alunos responderam a um pré-teste (Apêndice C), com o objetivo de verificar os seus conhecimentos prévios e concepções alternativas sobre o conteúdo alvo deste trabalho. Durante o período de aplicação da proposta, não foi feita nenhuma referência a este pré-teste, ou ao resultado do mesmo, pela professora.

A última atividade desta proposta foi a aplicação do mesmo teste, nessa oportunidade como pós-teste, com o objetivo de verificar a mudança ocorrida nas respostas dos alunos e a provável mudança em suas concepções.

Passaremos a analisar os resultados obtidos em cada turma, começando com a turma 302.

Na turma 302, trinta e oito alunos responderam ao pré-teste. Foram registrados, para fins de comparação, os resultados do pós-teste dos mesmos alunos.

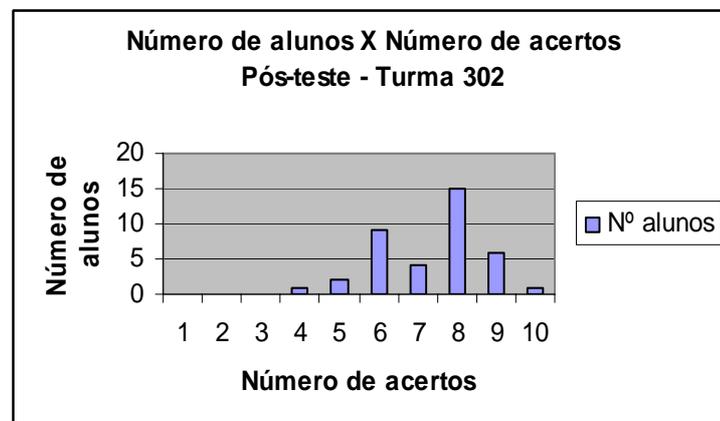
A seguir, serão apresentados os gráficos e as tabelas comparativas do número de acertos obtidos pelos alunos da turma 302 no pré-teste e no pós-teste.

Tabela 6.5: Resultados obtidos no pré-teste (à esquerda) e no pós-teste (à direita) pela Turma 302.

Pré-teste Turma 302		Pós-Teste Turma 302	
Nº alunos	Acertos	Nº alunos	Acertos
5	1	0	1
4	2	0	2
10	3	0	3
11	4	1	4
7	5	2	5
1	6	9	6
0	7	4	7
0	8	15	8
0	9	6	9
0	10	1	10
38	128	38	280



(a)



(b)

Figura 6.21: Gráficos mostrando os resultados obtidos: (a) número de alunos versus número de acertos no pré-teste; e (b) número de alunos versus número de acertos no pós-teste (Turma 302).

Através da análise destes gráficos verifica-se que houve uma mudança significativa nas concepções dos alunos da turma 302 em relação ao conteúdo abordado no pré-teste.

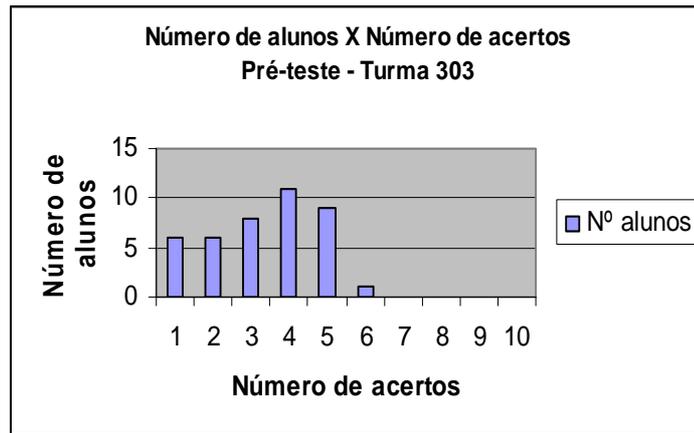
Enquanto no pré-teste, metade dos alunos desta turma (50%) acertou uma, duas ou três das dez questões e, a outra metade acertou quatro ou cinco questões, no pós-teste, os resultados passaram para o outro extremo, apenas três alunos ficaram com quatro ou cinco acertos. Os demais, trinta e cinco alunos acertaram seis ou mais questões, sendo que dezesseis alunos (41%) acertaram oito questões, cinco alunos (13%) acertaram nove questões e um aluno (3%) acertou todas as questões, o que nos indica um resultado muito bom.

Os registros referentes aos resultados obtidos na turma 303, em relação à aplicação do pré-teste e do pós-teste serão apresentados nas tabelas e gráficos a seguir:

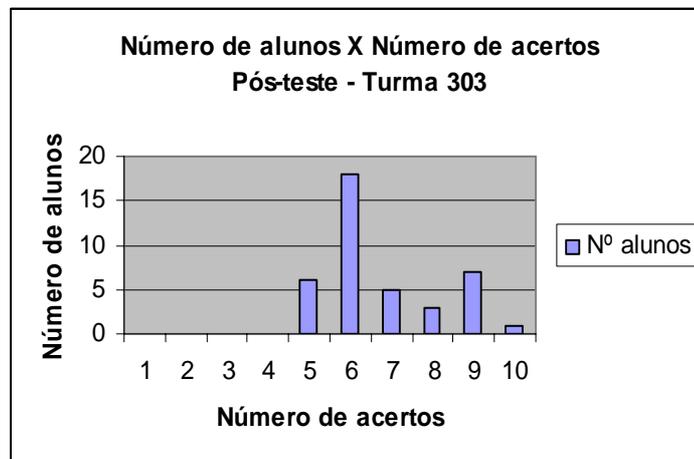
Nesta turma, quarenta e um alunos responderam ao pré-teste e apenas quarenta alunos responderam ao pós-teste, devido à transferência de uma das alunas para outra turma no turno da noite.

Tabela 6.6: Resultados obtidos no pré-teste (à esquerda) e no pós-teste (à direita) pela Turma 303.

Pré-teste Turma 303		Pós-teste Turma 303	
Nº alunos	Acertos	Nº alunos	Acertos
6	1	0	1
6	2	0	2
8	3	0	3
11	4	0	4
9	5	6	5
1	6	18	6
0	7	5	7
0	8	3	8
0	9	7	9
0	10	1	10
41	137	40	270



(a)



(b)

Figura 6.22: Gráficos mostrando os resultados obtidos: (a) número de alunos versus número de acertos no pré-teste e (b) número de alunos versus número de acertos no pós-teste. (Turma 303).

A análise dos resultados obtidos pela turma 303 nos mostra que no pré-teste, doze alunos (30%) tiveram um ou dois acertos, dezesseis alunos (39%) tiveram três ou quatro acertos e o número máximo de acertos foi cinco, obtido por treze alunos (31%); no pós-teste, a situação é bem diferente, o número mínimo de acertos foi cinco, obtido por seis alunos (15%), vinte alunos (49%) tiveram seis acertos, três alunos (8%) acertaram sete questões, dois alunos (5%) tiveram oito acertos, oito alunos (20%) acertaram nove questões e um aluno (3%) acertou todas as questões.

Estes dados nos indicam que o resultado obtido nesta turma também pode ser considerado muito bom.

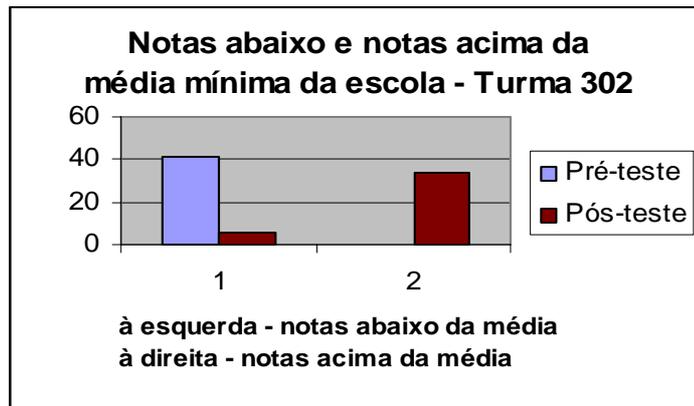
Para complementar essa análise, os números de acertos obtidos no pré e no pós-teste em relação à média da escola foram computados, considerada satisfatória para fins de aprovação do aluno. O aluno é considerado aprovado quando obtém, no final do ano letivo, nota sessenta, ou seja, sessenta por cento da nota máxima.

Tabela 6.7: Notas dos alunos da Turma 302 (38 alunos) no pré-teste e no pós-teste. São mostrados os números de alunos que atingiram escore abaixo e acima de 60%.

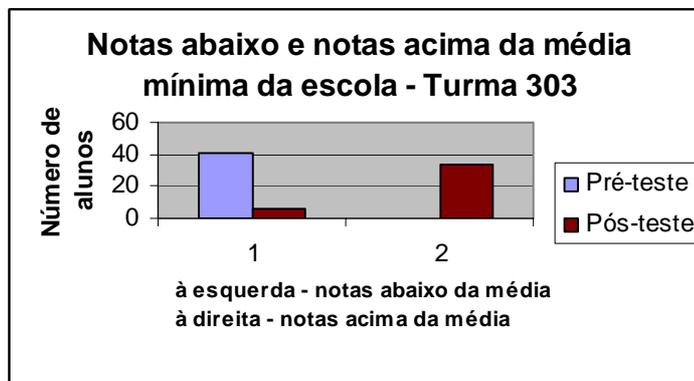
Turma 302		
Notas	Abaixo de 60%	Acima de 60%
Pré-teste	38	0
Pós-teste	3	35

Tabela 6.8: Notas dos alunos da Turma 303 no pré-teste (41 alunos) e no pós-teste (40 alunos). São mostrados os números de alunos que atingiram escore abaixo e acima de 60%.

Turma 303		
Notas	Abaixo de 60%	Acima de 60%
Pré-teste	41	0
Pós-teste	6	34



(a)



(b)

Figura 6.23: Os gráficos mostram as notas obtidas no pré-teste (em azul) e no pós-teste (em marrom) comparadas com a nota mínima da Escola (60%): à esquerda, abaixo desta nota, e à direita, acima desta nota para as turmas 302 em (a) e 303 em (b).

Constatou-se que na turma 303 seis alunos (15%) obtiveram resultados abaixo da média mínima da Escola, enquanto trinta e quatro alunos (85%) tiveram resultados acima da média, no pós-teste, enquanto que no pré-teste todos estavam abaixo da média.

Na turma 302, no pós-teste, três alunos (8%) ficaram abaixo da média mínima da Escola e trinta e cinco alunos (92%) obtiveram resultados acima da média. No pré-teste todos estavam abaixo da média.

Embora este não seja um resultado ideal, pois gostaríamos que todos tivessem ficado acima da média, estes dados evidenciam o crescimento da turma, dentro do esperado, em uma situação real.

Como este não foi, e nem poderia ser dentro desta proposta, o único instrumento de avaliação dos alunos, conforme descrito na seção 6.1, estes dados não indicam índice de aprovação ou reprovação dos alunos no trimestre.

6.3.1.1 Análise estatística dos resultados da aplicação da proposta, obtidos através do pré-teste e do pós-teste²

Nesta sub-seção é apresentado um estudo estatístico que teve por objetivo avaliar se os recursos aplicados nesta proposta contribuem para a aprendizagem significativa.

Para tanto, antes da aplicação da proposta às duas turmas do Ensino Médio do Instituto Estadual de Educação Ernesto Alves, de Rio Pardo, os alunos foram submetidos a um pré-teste e, ao final da aplicação, foram submetidos a um pós-teste, idêntico ao pré-teste, conforme descrito acima (seção 6.3.1).

A análise da consistência interna das 10 questões do teste de avaliação da aprendizagem foi realizada utilizando as respostas (certo=1 ou errado= 0) dos 78 alunos (o aluno que não respondeu ao pós-teste foi eliminado), nas 10 questões do pré e do pós-teste. O *coeficiente alfa de Cronbach* (estimativa do *coeficiente de fidedignidade* do escore total no teste) resultou em 0,66. Esse resultado revela uma fidedignidade razoável para o escore total, suficiente para estudos em que o objetivo é comparar grupos em *medidas de tendência central* (por exemplo, médias).

²A análise estatística aqui apresentada foi realizada pelo Prof. F. L. Silveira, utilizando o pacote estatístico *SSPS – Versão 10.01*.

Na tabela 6.9, é apresentada a comparação entre as médias do pré e do pós-teste. Abaixo são apresentados os escores totais que efetivamente foram utilizados no teste para a diferença entre médias que segue mais adiante. Nas duas últimas linhas da tabela encontram-se, respectivamente, as médias e os desvios-padrão para os dois escores totais.

Tabela 6.9: Apresentação dos escores obtidos por cada um dos alunos, das médias e dos desvios padrão no pré e do pós-teste.

ALUNO	TURMA	TOTAL1	TOTAL2
1	303	3	9
2	303	5	9
3	303	5	9
4	303	5	7
5	303	3	6
6	303	1	6
7	303	5	6
8	303	5	8
9	303	4	8
10	303	4	10
11	303	4	7
12	303	5	6
13	303	2	9
14	303	1	9
15	303	6	9
16	303	5	9
17	303	4	5
18	303	4	6
19	303	3	7
20	303	5	7
21	303	4	5
22	303	4	6
23	303	4	6
24	303	4	6

25	303	3	6
26	303	3	5
27	303	4	5
28	303	4	7
29	303	3	6
30	303	3	6
31	303	3	5
32	303	2	6
33	303	2	6
34	303	5	8
35	303	2	5
36	303	1	6
37	303	2	6
38	303	1	6
39	303	1	6
40	303	1	6
41	302	4	10
42	302	2	9
43	302	1	9
44	302	6	9
45	302	5	9
46	302	4	9
47	302	4	8
48	302	3	8
49	302	5	8
50	302	3	9
51	302	5	8
52	302	5	8
53	302	4	8
54	302	2	8
55	302	3	8
56	302	3	8

57	302	3	8
58	302	3	8
59	302	4	8
60	302	4	8
61	302	3	8
62	302	4	8
63	302	4	7
64	302	3	7
65	302	5	7
66	302	5	7
67	302	4	6
68	302	5	6
69	302	2	6
70	302	1	6
71	302	1	6
72	302	1	6
73	302	2	5
74	302	1	6
75	302	3	6
76	302	4	5
77	302	4	6
78	302	3	4
Média		3,37	7,05
Desvio-padrão		1,38	1,42

A representação gráfica dos resultados do pré e do pós-teste está na Figura 6.24. As barras de erro representam os *intervalos de confiança da média no nível de confiança de 95%* (ou seja, média mais ou menos dois *desvios-padrão da média*).

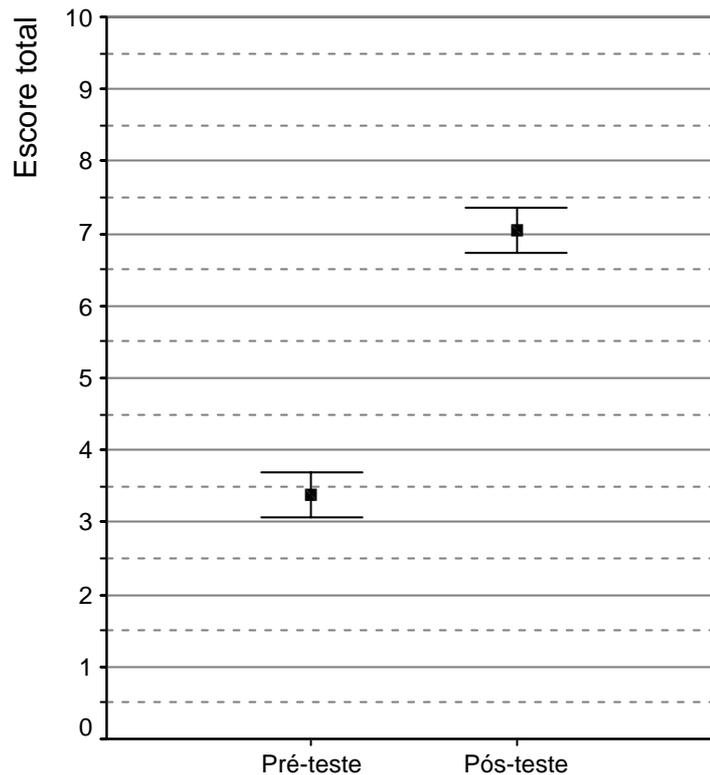


Figura 6.24: Barra de erro para as médias de acertos no pré e no pós-teste.

A *significância estatística para a diferença entre as duas médias* foi determinada através do teste *t de Student para amostras relacionadas*. A *razão t* resultou 19,45 (estatisticamente significativa em nível inferior 0,1 %). Este resultado permite inferir que a diferença entre as duas médias tem baixíssima probabilidade de ter ocorrido por mero acaso. O teste de significância estatística corrobora a intuição visual que temos ao olhar a Figura 6.24: as duas médias estão muito distantes em unidade de *erro da média (desvio-padrão da média)* e, portanto, a diferença entre elas não é atribuível ao acaso.

6.3.2 Notas obtidas pelos alunos nos testes escritos

Os testes escritos resolvidos pelos alunos ao final da aplicação desta proposta e que serviram como um dos instrumentos de avaliação trimestral, constaram de questões teóricas, problemas, análise e interpretação de gráficos, aplicação de leis e fórmulas, entre outras habilidades necessárias. Os testes foram resolvidos individualmente, sem consulta ao material, com exceção de uma listagem de fórmulas, feita pelos próprios alunos, que serviu como lembrete na hora da prova.

Conforme norma da escola, foram aplicados dois testes e, embora um deles seja chamado “teste de recuperação”, todos os alunos podem resolvê-lo, independente da nota

obtida no primeiro teste. É considerada válida, para fins de avaliação trimestral do aluno, a maior nota obtida entre as notas dos dois testes.

Através dos gráficos e tabelas abaixo, será feita uma análise dos resultados dos testes.

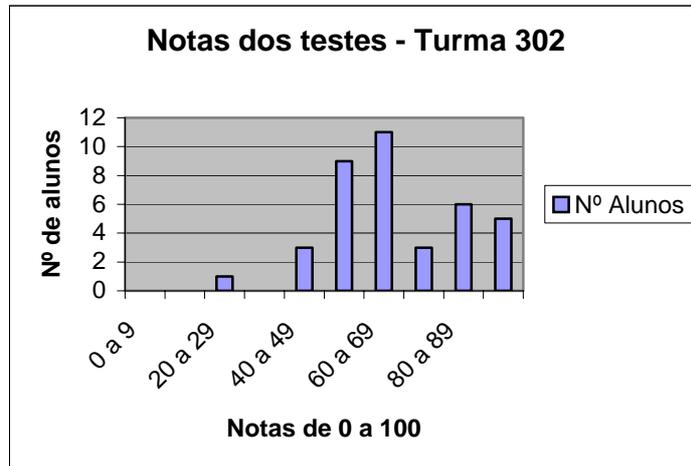


Figura 6.25: Gráfico apresentando a distribuição de notas obtidas nos testes pelos alunos da Turma 302.

Tabela 6.10: Em comparação com a média mínima da Escola (60%), é apresentado o número de alunos cujas notas encontram-se acima ou abaixo desta média (Turma 302).

Turma 302	
Notas dos testes	Nº Alunos
Acima de 60 %	25
Abaixo de 60 %	13
Total	38

Na turma 302, vinte e cinco alunos (65,7%) tiveram um percentual de acertos igual ou maior que 60, seis alunos (15%) ficaram com nota entre 80% e 89% e cinco alunos (13%) acertaram 90% ou mais das questões do teste. Apenas um aluno ficou com nota muito baixa e quatro alunos (10%) acertaram menos da metade das questões do teste.

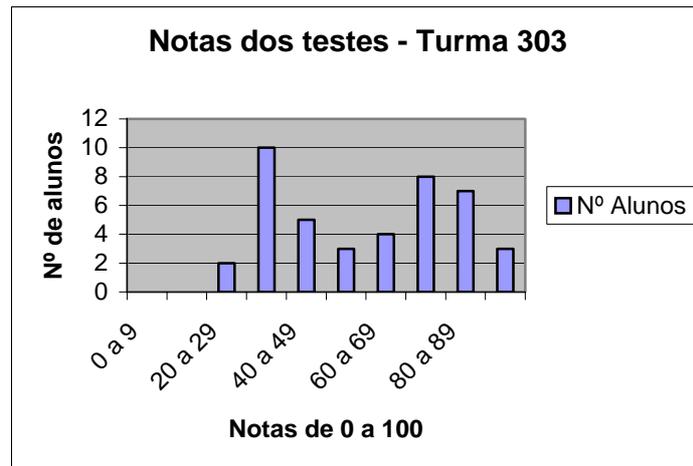


Figura 6.26: Gráfico apresentando a distribuição de notas obtidas nos testes pelos alunos da Turma 303.

Tabela 6.11: Em comparação com a média mínima da Escola (60%), é apresentado o número de alunos cujas notas encontram-se acima ou abaixo desta média (Turma 303).

Turma 303	
Notas dos testes	Nº Alunos
Acima de 60 %	22
Abaixo de 60 %	20
Total	42

Na turma 303 vinte e dois alunos (52%) tiveram um percentual de acertos igual ou superior a 60, dez alunos (24%) tiveram nota percentual igual ou superior a 80, sendo que três alunos (7%) acertaram 90% ou mais das questões do teste.

Considerando que a prova individual, sem consulta e com data previamente marcada é uma situação que altera, em geral, a rotina da sala de aula deixando alguns alunos inseguros e angustiados, o que pode interferir nos resultados, considerando que vários alunos, destas turmas, não têm o hábito de estudo para “se preparar para a prova” (isto foi declarado por eles, em várias oportunidades), levando em conta que o objetivo desta proposta não é preparar alunos para resolver testes, e sim, desenvolver habilidades, competências e levar a uma aprendizagem significativa, nem sempre demonstrada através de testes, pode-se considerar satisfatório o resultado da avaliação obtido através dos testes.

6.3.3 Questões de vestibulares

Atendendo à expectativa dos alunos, foram organizadas duas listas de questões de vestibulares, referentes a estes conteúdos. As questões de vestibulares foram resolvidas depois do teste.

Uma das listas contém treze questões, que fizeram parte dos vestibulares da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, selecionadas do livro *Questões de Física 2*³.

A outra lista é composta por 13 questões que fizeram parte dos vestibulares da Universidade de Santa Cruz do Sul, UNISC.

Tabela 6.12: Mostra a distribuição das notas obtidas pelos alunos da Turma 302 na Lista contendo questões de vestibulares da UFRGS.

Notas obtidas nas questões de vestibulares - UFRGS - Turma 302										
Notas(%)	0 a 9	10 a 19	20 a 29	30 a 39	40 a 49	50 a 59	60 a 69	70 a 79	80 a 89	90 a 100
Nº Alunos				3	6	6	8	6	7	2

Tabela 6.13: Mostra a distribuição das notas obtidas pelos alunos da Turma 302 na Lista contendo questões de vestibulares da UNISC.

Notas obtidas nas questões de vestibulares - UNISC - Turma 302										
Notas(%)	0 a 9	10 a 19	20 a 29	30 a 39	40 a 49	50 a 59	60 a 69	70 a 79	80 a 89	90 a 100
Nº Alunos				4	5	7	8	7	6	1

Tabela 6.14: Mostra a distribuição das notas obtidas pelos alunos da Turma 303 na Lista contendo questões de vestibulares da UFRGS.

Notas obtidas nas questões de vestibulares - UFRGS - Turma 303										
Notas(%)	0 a 9	10 a 19	20 a 29	30 a 39	40 a 49	50 a 59	60 a 69	70 a 79	80 a 89	90 a 100
Nº Alunos				4	5	8	7	8	8	0

Tabela 6.15: Mostra a distribuição das notas obtidas pelos alunos da Turma 303 na Lista contendo questões de vestibulares da UNISC.

Notas obtidas nas questões de vestibulares - UNISC - Turma 303										
Notas(%)	0 a 9	10 a 19	20 a 29	30 a 39	40 a 49	50 a 59	60 a 69	70 a 79	80 a 89	90 a 100
Nº Alunos				5	6	6	8	7	7	1

6.3.4 Notas trimestrais dos alunos na disciplina de Física

As tabelas e os gráficos encontrados a seguir mostram o número de alunos que obtiveram nota trimestral abaixo e acima da nota mínima prevista para aprovação (a qual estamos chamando de “média”), nos três trimestres de 2004, na disciplina de Física.

³ *Questões de Física 2* é um livro que contém questões de vestibulares da UFRGS, de autoria de B. Buchweitz e R. Axt (1997).

Tabela 6.16: Mostra o número de alunos, da Turma 302, que obtiveram notas abaixo e acima da média, nos três trimestres do ano letivo, quando comparadas com a média mínima para aprovação da Escola (60%).

Turma 302	Alunos com notas abaixo da média	Alunos com notas acima da média
1º Trimestre	25	15
2º Trimestre	5	33
3º Trimestre	3	35

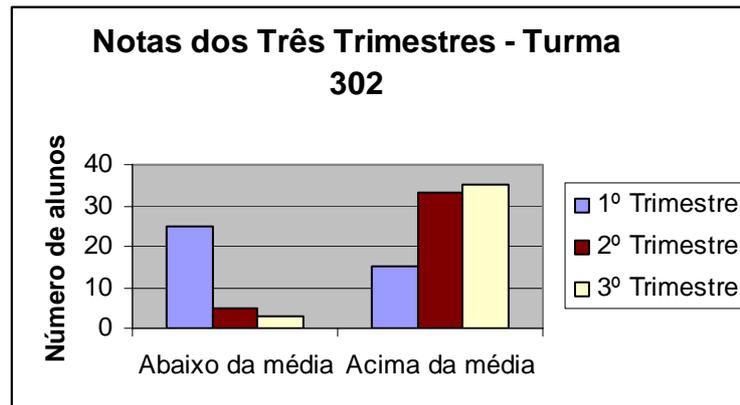


Figura 6.27: Mostra a distribuição das notas obtidas pelos alunos da Turma 302, nos três trimestres do ano letivo, quando comparadas com a média mínima para aprovação da Escola (60%).

Pode-se observar que no primeiro trimestre, dos quarenta alunos da turma 302, avaliados, apenas quinze (37,5%) foram considerados “aprovados” no trimestre. Os demais, vinte e cinco alunos (62,5%) encerraram o trimestre com nota abaixo de 60. Constatase, portanto, que a maioria dos alunos obteve nota abaixo da média, no primeiro trimestre.

No segundo trimestre, coincidindo com a aplicação desta proposta, o resultado foi o oposto, ou seja, a maioria dos alunos obteve nota acima da média. Trinta e oito alunos permaneciam na turma até o final deste trimestre, dois alunos haviam sido transferidos. Destes, apenas cinco (13%) ficaram com nota final abaixo de 60, os demais, trinta e três (87%), obtiveram nota acima de 60, o que mostra um crescimento significativo da turma.

No terceiro trimestre, dos trinta e oito alunos avaliados, apenas três (8%) não conseguiram a nota mínima para aprovação. Trinta e cinco alunos (92%) ficaram com a nota igual ou superior a 60.

Basta olhar para o gráfico acima (Figura 6.27) para se ter uma idéia clara do crescimento apresentado pelos alunos da turma 302, ao longo do ano.

Passa-se à análise das notas trimestrais da turma 303 durante o ano letivo de 2004.

Tabela 6.17: Mostra a distribuição das notas obtidas pelos alunos da Turma 303, nos três trimestres do ano letivo, quando comparadas com a média mínima para aprovação da Escola (60%).

Turma 303	Alunos com notas abaixo da média	Alunos com notas acima da média
1º Trimestre	17	26
2º Trimestre	10	32
3º Trimestre	6	32

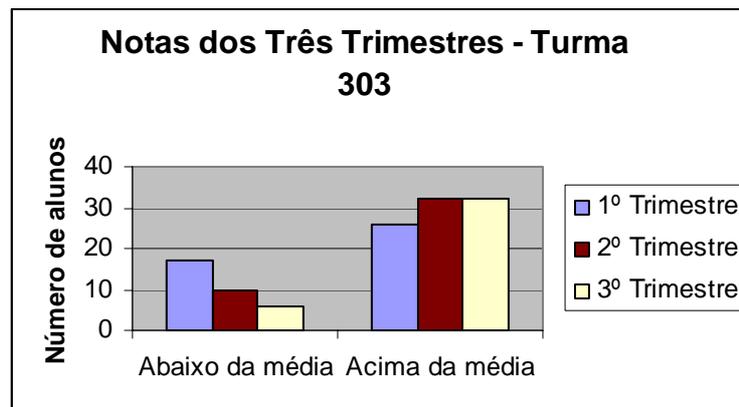


Figura 6.28: Mostra a distribuição das notas obtidas pelos alunos da Turma 303, nos três trimestres do ano letivo, quando comparadas com a média mínima para aprovação da Escola (60%).

No início do ano letivo e até o final do primeiro trimestre, a turma 303 era formada por quarenta e três alunos, destes, vinte e seis (60,5%) obtiveram nota trimestral acima de 60, numa escala de 0 a 100, enquanto dezessete alunos (39,5%) ficaram com nota abaixo de 60.

No segundo trimestre, durante a aplicação desta proposta, uma aluna foi transferida, chegando-se ao final do trimestre com quarenta e dois alunos. Destes, trinta e dois (76%) ficaram com nota acima de 60 e os dez alunos restantes (24%) ficaram com nota trimestral abaixo de 60.

Durante o terceiro trimestre, quatro alunos foram transferidos ou não concluíram a avaliação, sendo considerados desistentes. Dos trinta e oito alunos avaliados, seis (15,8%) ficaram abaixo da média, enquanto trinta e dois alunos (84,2%) obtiveram nota igual ou superior a 60.

A análise do gráfico acima (Figura 6.27) mostra o crescimento das notas da turma 303, ao longo do ano letivo de 2004.

Como já foi dito, a avaliação dos alunos está de acordo com as normas estabelecidas pela escola e, em cada trimestre, resulta da aplicação de vários instrumentos de avaliação. A nota final do ano letivo resulta das notas dos três trimestres.

Assim, é apresentado abaixo, o resultado da avaliação das duas turmas, ao final do ano letivo, para fins de aprovação na série. Esta análise é feita porque entendemos que o trabalho realizado em um trimestre não é estanque, principalmente nesta proposta, onde se tem como propósito desenvolver competências e habilidades.

Tabela 6.18: Resultado final do ano letivo para as turmas 302 e 303.

Resultado final do ano letivo		
	Aprovados	Reprovados
T. 302	37	1
T. 303	33	5

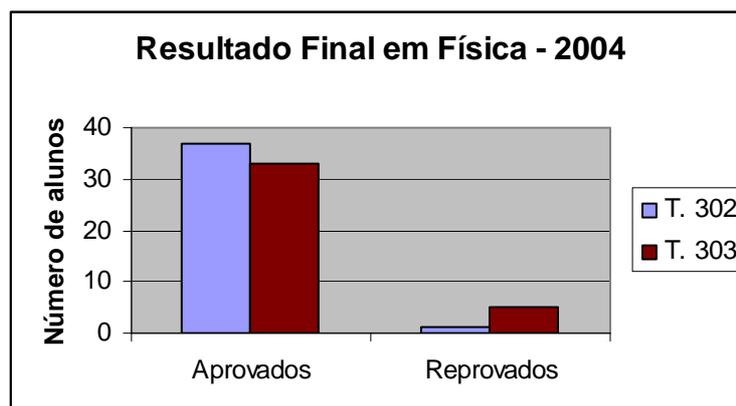


Figura 6.29: Mostra o resultado final na disciplina de Física no período letivo de 2004 para as Turmas 302 (em azul) e 303 (em marrom).

Na turma 302, dos trinta e oito alunos, apenas um não foi aprovado em Física. Na turma 303, de trinta e oito alunos que permaneceram na turma até o final do ano letivo, trinta e três foram aprovados em Física e cinco alunos foram reprovados.

Observações:

- O único aluno reprovado em Física, na turma 302, foi reprovado também em várias outras disciplinas, pois o mesmo esteve ausente da escola nos últimos dias de aula e teve grande número de faltas durante o ano.

- Os cinco alunos reprovados em Física, na turma 303, foram reprovados também em outras disciplinas. Além destes, mais cinco alunos dessa turma foram reprovados em outras disciplinas.

CAPÍTULO 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Encontrar alternativas para tornar as aulas de Física motivadoras e proporcionar aos alunos a aprendizagem significativa é um desafio constante para todos os professores desta disciplina.

Esta proposta de trabalho, usando uma metodologia variada, com ênfase na aplicação das novas tecnologias é uma tentativa de resposta a esse desafio.

Como fundamentação para esta proposta procedeu-se a uma revisão bibliográfica, passando pelo estudo dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Física, editados em 1999, e pelo complemento a estes, editado no ano de 2000, com a denominação de PCN+. Foi feita uma pequena revisão do contexto histórico do uso de informática na educação, principalmente no Brasil, com enfoque na aplicação da informática e suas tecnologias ao ensino de Física. Após, voltou-se o olhar para o estudo das concepções prévias e das concepções alternativas, relacionando-o com as teorias construtivistas e a busca de caminhos para chegar às concepções científicas através do estudo de Física.

Através da fundamentação teórica procurou-se conhecer um pouco mais sobre as teorias de aprendizagem e seus enfoques. O estudo voltou-se para as teorias construtivistas, concentrando-se mais nas idéias de Jean Piaget e David Ausubel.

A aplicação ou desenvolvimento da proposta se deu em uma escola pública estadual, Instituto Estadual de Educação Ernesto Alves, em Rio Pardo, em duas turmas, no período correspondente ao segundo trimestre do terceiro ano do Ensino Médio, durante o ano letivo de 2004. A metodologia constou do uso de atividades e recursos variados, privilegiando atividades que oportunizam a interação entre os alunos, entre estes e a professora e entre estudantes e o objeto de estudo, visando a construção do conhecimento de forma significativa. Quanto aos recursos, foram usados desde os mais triviais - como giz e quadro, lápis e papel - incluindo-se também experimentos reais com material de laboratório, softwares de simulação e um ambiente virtual de aprendizagem, privilegiando a aplicação das tecnologias computacionais ao ensino de Física.

Constatou-se que os objetivos foram alcançados, os alunos mostraram-se mais interessados pelas aulas, demonstraram entusiasmo e realizaram os trabalhos com mais

satisfação do que ocorria normalmente, quando estes conteúdos eram abordados de forma tradicional. Acredita-se que foi propiciada uma aquisição mais significativa dos conhecimentos. Embora a aplicação dos recursos tecnológicos represente uma novidade para os alunos destas turmas, e até certo ponto tenha trazido algumas dificuldades, devido à falta de recursos em relação ao grande número de alunos de cada turma e devido ao fato de que muitos deles não dispõem de computador ou de acesso à Internet em suas casas, com o andamento do trabalho as dificuldades foram superadas. Para superar as dificuldades, conjuntamente professora e alunos buscaram alternativas, como visita ao Laboratório de Informática em horário extra classe e grupos trabalhando com recursos diferentes, em atividades alternadas.

Ao final do ano letivo constatou-se que os resultados foram positivos, os alunos mostraram-se satisfeitos com os recursos utilizados, demonstraram um aproveitamento muito bom e, através de diferentes instrumentos de avaliação, constatou-se que houve uma aprendizagem significativa por parte da maioria dos alunos, foram desenvolvidas competências e habilidades, ocorreu a motivação para o estudo de Física, que refletiu positivamente no desempenho dos alunos, também ao longo do terceiro trimestre, quando já havia sido encerrada a aplicação da proposta.

Observando os resultados das avaliações, descritos no capítulo anterior, constata-se que houve um grande crescimento dos alunos das duas turmas, demonstrado através do resultado do pós-teste, quando comparado aquele do pré-teste, através do resultado final das avaliações feitas nos trimestres, onde se observou um crescimento progressivo, do primeiro ao terceiro trimestre e através do índice de aprovação na disciplina, que foi maior do que o índice de aprovação nas demais disciplinas em conjunto.

Não só os testes mostraram resultados positivos, como o nível da participação dos alunos durante as aulas e nas atividades extra classe cresceu a partir do segundo trimestre e o nível dos trabalhos apresentados também apresentou melhorias significativas.

A avaliação que os alunos fizeram da proposta, quando, em situações e momentos diferentes, tiveram a oportunidade de opinar sobre a mesma e sobre o próprio desempenho e motivação nas aulas de Física, mostra que houve satisfação com relação ao desenvolvimento da mesma por parte da maioria dos alunos das duas turmas.

Acredita-se que se esta metodologia trouxe resultados positivos ao ensino e à aprendizagem de conteúdos de Eletrodinâmica, provavelmente, com o uso de material adequado, também oportunizará bons resultados, se aplicada a outros conteúdos de Física do Ensino Médio.

REFERÊNCIAS

- BUCHWEITZ, B.; AXT, R. *Questões de física 2*. Porto Alegre: Sagra-Luzzatto, 1997.
- BARBETA, V. B.; YAMAMOTO, I. Dificuldades conceituais em física apresentadas por alunos ingressantes em um curso de engenharia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 324-341, set. 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília: MEC, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação à Distância. *PROINFO*. 1996/2002. Disponível em: <http://www.proinfo.mec.gov.br/upload/img/relatorio_died.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2005.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+- ENSINO MÉDIO, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília. 2002. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/ensino/pcn.shtml>>. Acesso em: 25 fev. 2005.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação a Distância. *PROINFO. E-PROINFO: ambiente colaborativo de aprendizagem*. 2004. Disponível em: <http://www.eproinfo.mec.gov.br/fra_eProinfo.php?opcao=1>. Acesso em: 24 fev. 2005.
- CARRON, W.; GUIMARÃES, O. *As faces da física*. São Paulo: Editora Moderna, 1997.
- CAVALCANTE, M. A. et al. O estudo de colisões através do som. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.
- EINSTEIN, A. *Como vejo o mundo*. 10. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1981.
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 8. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1980.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia*. 14. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2000.
- GLEISER, M. A alma não existe. *Isto é*, São Paulo, n. 1828, p. 7-11, out. 2004.
- KAWAMURA, M. R. D.; HOSOUME, Y. A contribuição da física para um novo ensino médio. *A Física na Escola*, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 22-27, out. 2003.
- LÈVY, P. A emergência do ciberespaço e as mutações culturais. In: PELLANDA, N. M. *Ciberespaço: um hipertexto com Pierre Lèvy*. Porto Alegre. Artes e Ofícios Editora, 2000. p. 13-20.
- LOUREIRO, M. J. O. *Programa Wlabel: teste e validação*. Universidade de Aveiro. Portugal, 1996. Disponível em: <<http://phoenix.sce.fct.unl.pt/simposio/26/>>. Acesso em: 20 dez. 2004.
- MAGALHÃES, M. G. M.; SCHIEL, D.; GUERRINI, I. M.; MARENGA, E. Utilizando tecnologia computacional na análise quantitativa de movimentos: uma atividade para alunos

do ensino médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.

MARASCHIN, C. Conhecimento, escola e contemporaneidade. In: PELLANDA, N. M. *Ciberespaço: um hipertexto com Pierre Lèvi*. Porto Alegre: Artes e Ofícios Editora, 2000. p. 106-114.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. de. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.

MORAES, M. C. Informática educativa no Brasil: um pouco de história. *Em Aberto*, Brasília, v. 12, n. 57, p. 17-26, mar. 1993.

MOREIRA, M. A. Ensino de física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-99, mar. 2000.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. *Teorias construtivistas*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1999.

MORETTO, V. P. *Construtivismo: a produção do conhecimento em aula*. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2000.

PAPERT, S. *A máquina das crianças*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PEDUZZI, L. O. Q.; ZYLBERSZTAJN, A.; MOREIRA, M. A. As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história da ciência numa seqüência de conteúdos em mecânica: o referencial teórico e a receptividade de estudantes universitários à abordagem histórica da relação força e movimento. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 239-246, dez. 1992.

PEDUZZI, L. O. Q. *As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história e filosofia da ciência em um curso de mecânica*. UFSC. Disponível em: <<http://www.fsc.ufsc.br/pesqpeduzzi/hom-bases.htm>>. Acesso em: 25 fev. 2005.

PIAGET, J. *Estudos sociológicos*. Rio de Janeiro: Editora Forense, 1973.

RAMALHO, F. et al. *Os fundamentos da física*. São Paulo: Editora Moderna, 1999. v. 3.

SANTOS, B. S.; PACHECO, C. O. A informática no cotidiano escolar: relato de uma experiência didática. In: PELLANDA, N. M. *Ciberespaço: um hipertexto com Pierre Lèvi*. Porto Alegre: Artes e Ofícios Editora, 2000. p. 222-247.

SKINNER, B. F. *O comportamento verbal*. São Paulo: Editora Cultrix, 1978.

SILVEIRA, F. L.; MOREIRA, M. A.; AXT, R. Validação de um teste para verificar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 41, n. 11, p. 1129-1133, nov. 1989.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. Instituto de Computação. NIED. TelEduc. Disponível em: <http://www.edumed.org.br/teleduc/pagina_inicial/index.php>. Acesso em: 4 dez. 2004.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ. Departamento de Física. *Programa especial de treinamento*. Maringá. Disponível em: <www.pet.dfi.uem.br/animacoes/index.html>. Acesso em: 24 set. 2004.

VALADARES, J. *Como facilitar a aprendizagem significativa e rigorosa de física*. 2005. Trabalho apresentado ao 16^o Simpósio Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro, 2005.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. Modelagem no ensino de física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.

OBRAS CONSULTADAS

- LUZ, A. M. R. da; ÁLVARES, B. A. *Física*. São Paulo: Scipione, 1999.
- LUZ, A. M. R. da; ÁLVARES, B. A. *Curso de física*. 4. ed. São Paulo: Scipione, 2000. v. 3.
- BEASANT, P. *Introdução à eletrônica*. Rio de Janeiro: Editora Lutécia. 1985.
- BORGES, A. T. Modelos mentais de eletromagnetismo. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. Florianópolis, v. 15, n. 1, p. 7-31, abr. 1998.
- CARRON, W.; GUIMARÃES, O. *As faces da física*. São Paulo: Editora Moderna, 1997.
- CARRETERO, M. *Construtivismo e a educação*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002.
- FERRARO, N. G. *Eletricidade: história e aplicações*. São Paulo: Editora Moderna, 1991.
- FERRARO, N. G. et al. *Física: ciência e tecnologia*. São Paulo: Editora Moderna, 2001.
- GASPAR, A. *Física*. São Paulo: Editora Ática, 2000. v. 3.
- GONÇALVES, F. A.; BAROLLI, E. *Instalação elétrica: investigando e aprendendo*. São Paulo: Scipione, 1993.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R. *Física*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos Científicos, 1994. v. 3.
- HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 8. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2002.
- LAGÔA, A. Piaget à brasileira. *Nova Escola*, São Paulo, n. 76, p. 22-25, jun. 1994.
- LIMA, A. O. *Avaliação escolar: julgamento ou construção*. Petrópolis: Editora Vozes, 1994. 168 p.
- RAMALHO, F. et al. *Os Fundamentos da física*. São Paulo: Editora Moderna, 1999. v. 3.
- SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. *Universo da física*. São Paulo: Editora Atual, 2001. v.3.
- SEARS, F. W.; ZEMANSKY, M. W. *Física*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos Científicos, 1980. v. 1, 3.
- VEIT, E. A.; MORS, P. M.; TEODORO, V. D. Ilustrando a segunda lei de Newton no século XXI. *Revista Brasileira do Ensino de Física*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 176-184, jun. 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE A
TEXTOS DE APOIO

CORRENTE ELÉTRICA

No trimestre anterior estudamos a diferença entre condutores e isolantes, as formas de eletrização de um corpo, as propriedades de um corpo eletrizado, o movimento de cargas em condutores e as causas destes movimentos, bem como, os conceitos de força elétrica, de campo elétrico, de potencial elétrico, de energia potencial elétrica, de trabalho da força elétrica, entre outros conceitos e definições importantes para a melhor compreensão do que iremos estudar a seguir.

O que é uma **corrente elétrica**?

Chamamos de corrente elétrica ao movimento ordenado de portadores de carga elétrica. Neste caso, os portadores de carga elétrica são os elétrons livres nos condutores sólidos (metais) e os cátions e ânions, nos condutores eletrolíticos (soluções iônicas – líquidos).

Os gases, normalmente isolantes, sob a ação de um forte campo elétrico podem se ionizar, apresentando como portadores de carga, íons positivos, íons negativos e elétrons livres.

Usa-se ainda a expressão *corrente elétrica*, que vem da antiga concepção de eletricidade como um fluido¹, que supostamente poderia ser canalizada por condutores ou encanamentos hipotéticos, à semelhança da água corrente canalizada.

Embora a analogia entre corrente elétrica e água corrente seja ainda usada para facilitar a compreensão do que é uma corrente elétrica, esses dois fenômenos apresentam algumas características muito diferentes e que devem ser esclarecidas, para evitar interpretações inadequadas.

Enquanto na água encanada o que se movimenta é o líquido, e todo o líquido e qualquer partícula nele inserida se desloca com aproximadamente a mesma velocidade e no mesmo sentido, na corrente elétrica quem se movimenta são os portadores de carga que representam uma pequena parte do que é constituído o condutor, mesmo sendo muito numerosos.

Nos condutores metálicos sempre existem os elétrons livres e estes sempre se encontram em um movimento desordenado. A corrente elétrica decorre da imposição de um movimento ordenado, que não anula o movimento desordenado dos elétrons mas se superpõem a ele. Um modelo para tal situação é o de um enxame de mosquitos: cada mosquito (elétron livre) voa desordenadamente enquanto o enxame como um todo se encontra parado. Em seguida leve brisa passa a carregar o enxame como um todo. Note que cada mosquito agora possui ainda o movimento desordenado mas é arrastado ordenadamente junto com o enxame.

Na corrente elétrica contínua, em condutores metálicos, há duas velocidades de propagação a considerar: a do movimento ordenado dos elétrons livres, que é muito pequena, da ordem de centena de centímetros por hora, mesmo quando a corrente é tão grande que o condutor se danifica. A outra velocidade é a velocidade de propagação do campo elétrico (ou da energia elétrica). Esta última velocidade é muito grande, sendo da ordem da velocidade da luz no vácuo (3×10^8 m/s). Isto explica o fato de, ao ligarmos o interruptor de uma lâmpada, esta se acender imediatamente.

Quando nos referimos à corrente alternada, a analogia com o fluxo de água corrente em um cano é completamente inadequada, pois os portadores de carga não se deslocam ao longo do condutor, mas realizam um movimento de vaivém em torno de posições aproximadamente fixas.

Corrente elétrica contínua e corrente elétrica alternada

A aplicação de uma diferença de potencial (tensão) entre os pólos de um fio condutor implica em um campo elétrico \vec{E} neste condutor, o qual estabelece, no fio, uma corrente elétrica. O sentido (convencional) da corrente elétrica é o mesmo do vetor campo elétrico.

Quando o sentido do campo elétrico aplicado permanece sempre o mesmo, os portadores de carga se deslocam (mesmo com baixa velocidade), em média, em um só sentido. Neste caso, a corrente elétrica é *contínua*. Este tipo de corrente é fornecido pelos geradores químicos, por exemplo, baterias e pilhas.

No gerador mecânico-eletromagnético ou dínamo ou alternador, o sentido do vetor campo elétrico entre os seus terminais varia periodicamente, fazendo com que os portadores de carga nos condutores alimentados com este gerador praticamente não se desloquem, mas oscilem em torno de posições fixas, em um movimento de vaivém, em qualquer ponto do fio condutor. Neste caso, o gerador produz uma tensão alternada que, atuando sobre um condutor, determina a ocorrência de uma corrente alternada.

As correntes elétricas que ocorrem quando ligamos um dispositivo à rede elétrica em nossas casas ou indústrias são, normalmente, alternadas. A frequência da corrente alternada é, em geral, igual a 60 Hertz. Isto significa que as cargas elétricas nos condutores executam, em média, 60 vibrações completas em cada segundo (60 ciclos).

¹ Fluido – qualquer substância capaz de escoar ou fluir; qualquer líquido ou gás.

Para se obter uma corrente em um único sentido, em um circuito alimentado por um gerador de tensão alternada, pode ser utilizado um dispositivo chamado retificador. O diodo é um dispositivo eletrônico deste tipo, permitindo a passagem da corrente elétrica em apenas um sentido. Então, quando introduzido em um circuito de tensão alternada, determina apenas uma corrente elétrica em um único sentido (corrente retificada ou corrente “contínua”).

Gráficos da intensidade da corrente contínua e da corrente alternada em função do tempo:

Gráfico 1:

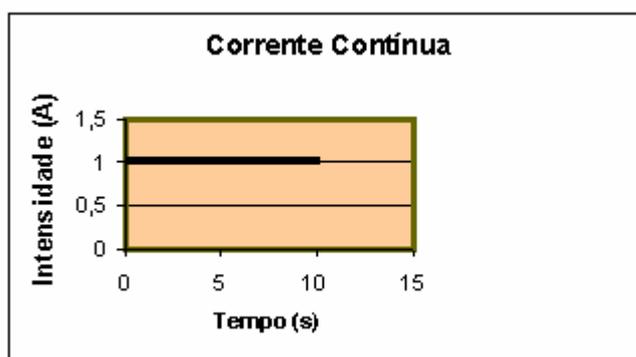
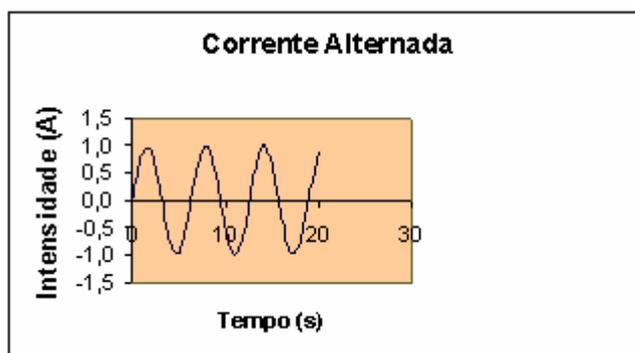


Gráfico 2:



Observando o gráfico 1 verifica-se que, quando a corrente é contínua, a intensidade permanece constante no decorrer do tempo. A intensidade média é igual à intensidade constante.

O gráfico 2 mostra que o valor da intensidade da corrente varia de uma intensidade máxima a uma intensidade mínima, oscilando periodicamente no decorrer do tempo.

O movimento dos portadores de carga em um condutor

Nos condutores metálicos existe movimento ininterrupto e irregular de elétrons e, principalmente, de elétrons livres. Chamamos de elétrons livres, os elétrons que se encontram mais afastados do núcleo de seu átomo, que estando mais fracamente ligados ao átomo adquirem maior mobilidade.

A corrente elétrica é um movimento ordenado de portadores de cargas elétricas. Então, como ocorre a transformação desse movimento caótico em um movimento ordenado, para produzir a corrente elétrica?

Os elétrons livres passarão a se deslocar, preferencialmente, em uma direção e sentido se uma força for aplicada sobre eles com essa orientação.

Como se tratam de partículas eletrizadas é fácil concluir que a força que age sobre cada uma delas, para ordená-las, é uma *força elétrica*. Um elétron, ou qualquer corpo eletrizado, sofre a ação de uma força elétrica quando se encontra em um *campo elétrico*. Para que seja gerado um campo elétrico no condutor, deve ser aplicada a este condutor uma *diferença de potencial*. Esta é a função do gerador. Ligando-se o condutor aos pólos do gerador se estabelece a corrente elétrica.

Nos condutores líquidos e nos gases, de maneira semelhante, se faz necessária a diferença de potencial entre seus pólos para que os portadores de cargas (cátions, ânions e/ou elétrons livres), inicialmente

em movimento caótico, passem a ter um movimento ordenado. Esta diferença de potencial é aplicada aos condutores quando estes são ligados aos pólos de um gerador.

Sentido real e sentido convencional da corrente elétrica

Considere um condutor (eletrolítico) onde há um movimento ordenado de cargas positivas e de cargas negativas.

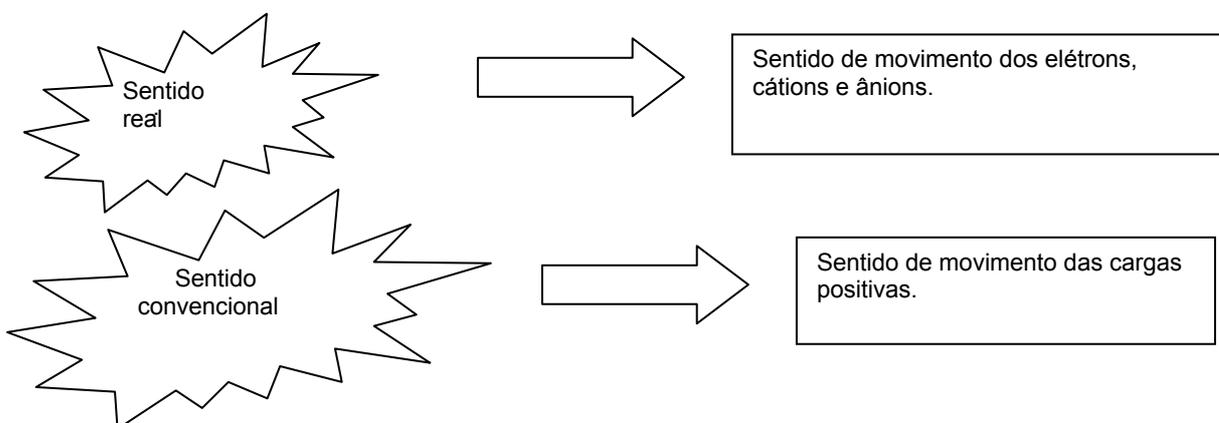
A diferença de potencial elétrico faz com que o condutor fique imerso em um campo elétrico. Graças a esse campo elétrico, cada carga fica sujeita a uma força elétrica, que provoca o seu movimento. As cargas positivas se deslocam, no condutor, no mesmo sentido do campo elétrico, ou seja, no sentido do potencial maior para o potencial menor (do pólo positivo para o pólo negativo do gerador). As cargas negativas se deslocam em sentido contrário ao campo elétrico, vão do potencial menor para o maior (do pólo negativo para o pólo positivo do gerador). Este é o sentido real da corrente elétrica.

Nos condutores sólidos, onde só há movimento de elétrons livres, o sentido real da corrente elétrica é o que foi descrito para as cargas negativas.

É fácil imaginar esta situação quando se trata de corrente contínua. Para a corrente alternada, a explicação é a mesma, apenas há que se considerar que o campo elétrico varia, invertendo o seu sentido periodicamente e, em consequência, fazendo variar o sentido da corrente elétrica e o sentido de movimento dos elétrons no condutor.

Muito antes de conhecer as partículas atômicas e subatômicas, de saber o sinal das cargas que se deslocavam, os físicos já haviam estabelecido um sentido para a corrente elétrica. Tal sentido coincide com o sentido do movimento das cargas positivas. Até hoje, sempre que nos referimos ao sentido da corrente elétrica, estamos nos referindo ao sentido convencional, a não ser que seja especificado o contrário.

Mesmo nos condutores metálicos, onde há apenas movimento de elétrons, o sentido convencional é o sentido contrário ao sentido de movimento dos elétrons, que equivaleria ao sentido do movimento de cargas positivas:



Intensidade da corrente elétrica

A corrente elétrica é uma grandeza física, cuja intensidade de sua manifestação (mais forte/ mais fraco) depende da quantidade de cargas que passam pelo condutor em um determinado intervalo de tempo.

A esse fenômeno é associada uma grandeza escalar chamada **intensidade da corrente elétrica (i)**.

Considere um condutor retilíneo percorrido por uma corrente elétrica. Imagine, neste condutor, uma seção reta S. (Colocar uma figura)

Em cada intervalo de tempo (Δt) passa por essa seção S uma certa quantidade de carga (ΔQ).

A intensidade média da corrente elétrica nessa seção é dada por:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Como a carga elétrica é quantizada e o menor valor corresponde à carga de um elétron ou de um próton, carga elementar ($e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$), a expressão acima pode ser dada por:

$$i = \frac{n \cdot e}{\Delta t} ,$$

onde:

n= número de elétrons que atravessam a secção reta do fio condutor,

e= módulo da carga elementar (ou carga de um elétron),

Δt = intervalo de tempo,

No Sistema Internacional de Unidades, a carga elétrica é dada em Coulomb (C) e o tempo em segundos (s). A intensidade da corrente elétrica é dada em C/ s.

A intensidade de 1C/ s é denominada 1 Ampère (1 A), em homenagem ao físico francês André-Marie Ampère.

O Ampère é uma unidade adequada para as instalações elétricas domésticas ou industriais, mas para os circuitos eletrônicos ela é muito grande. Por isso, são usados freqüentemente os submúltiplos do Ampère, como o miliampère (1 mA=10⁻³ A) e o microampère (1 μ A=10⁻⁶ A).

Efeitos da corrente elétrica

Ao passar por um condutor, a corrente elétrica pode produzir diferentes efeitos. Os efeitos produzidos dependem da intensidade da corrente e da natureza do condutor.

Efeito Joule ou efeito térmico

É a transformação da energia elétrica em energia térmica. O aquecimento do condutor é provocado pela colisão dos elétrons livres com os átomos. Este efeito é o princípio de funcionamento dos aparelhos elétricos destinados a aquecer – ferro elétrico, chuveiro, estufa elétrica, torneira elétrica, lâmpada incandescente, torradeira, etc – e produzir luz – lâmpadas com filamento metálico incandescente -. Indesejavelmente o aquecimento também ocorre em outros dispositivos de conversão de energia elétrica, tais como nos nossos aparelhos elétricos residenciais (ventiladores, rádios, televisores, ...).

Efeito magnético

Todo o condutor que é percorrido por uma corrente elétrica gera no espaço ao seu redor um campo magnético. Podemos comprovar esse efeito aproximando do condutor uma bússola. A agulha magnética se posicionará sempre perpendicular ao condutor.

Segundo conta a história, este fenômeno foi verificado pela primeira vez no final do século XIX (em 1820), por Hans Christian Oersted.

Uma simples e importante experiência realizada por Oersted representou um marco na história da Física, comprovando experimentalmente a relação entre a Eletricidade e o Magnetismo, originando um ramo da Física atualmente denominado Eletromagnetismo.

Efeito luminoso

Este é um fenômeno elétrico de nível molecular. Ao atravessar um gás, sob baixa pressão, a corrente elétrica provoca a excitação eletrônica nas moléculas do gás, o que pode provocar a emissão de radiação visível (emissão de luz). Esse efeito é aplicado nas lâmpadas fluorescentes, lâmpadas de vapor de sódio, etc.

Efeito químico

São fenômenos elétricos que ocorrem nas estruturas moleculares. Por exemplo, quando uma solução iônica é atravessada por uma corrente elétrica, ocorre a separação dos íons nessa solução. Os cátions e ânions passam a se deslocar em sentidos contrários, para os pólos negativo e positivo, respectivamente. Este efeito provoca a eletrólise da água e é aplicado na galvanização de metais (niquelagem, prateação e cromação de objetos).

Efeito fisiológico

Ao atravessar um organismo animal, a corrente elétrica provoca contrações musculares. No nosso organismo, os impulsos nervosos são transmitidos através de estímulos elétricos.

As contrações musculares dependem da intensidade da corrente elétrica que atravessa o organismo, variando de efeitos quase imperceptíveis até a morte. Tais contrações são conhecidas por choque elétrico.

CIRCUITO ELÉTRICO

Um circuito elétrico é constituído por dispositivos nos quais é possível estabelecer uma corrente elétrica. Em um circuito elétrico em funcionamento, como existe corrente elétrica, e existem diferenças de potencial elétrico (tensões), haverá conversão de energia elétrica em outras formas de energia.

Para que ocorra um circuito elétrico simples, deve haver, pelo menos, um gerador, condutores e um receptor ou uma resistência.

O gerador é o elemento essencial de um circuito elétrico, pois ele é a fonte da energia elétrica que se será convertida nas outras formas de energia.

Aqui foram citados, além dos condutores, apenas três elementos de um circuito elétrico, mas muitos outros elementos podem constituir um circuito, dependendo de sua finalidade e complexidade.

Através do *software Edison* conheceremos melhor estes e outros elementos que podem fazer parte de um circuito elétrico, como interruptores, geradores (baterias e fontes de alimentação), resistores (resistência de cores, reostatos, lâmpada elétrica), motor elétrico, condensadores, medidores (amperímetro, voltímetro e ohmímetro), etc.

Usando esse software poderemos, também, montar circuitos e experimentá-los, realizar medidas, fazer comparações com experimentos demonstrativos e estudá-los. Isto será feito no decorrer de nossas aulas.

ESTUDO DOS RESISTORES

A causa e a fonte de voltagem em um circuito elétrico é o **gerador**. A intensidade da corrente elétrica não depende apenas da voltagem, mas também da **resistência elétrica** que o condutor oferece à passagem de corrente elétrica.

Quando uma corrente elétrica passa por um condutor sólido, um número muito grande de elétrons livres se desloca nesse condutor. Os elétrons livres colidem entre si e colidem também contra os átomos que formam o condutor. Devido a essas colisões, os elétrons livres encontram uma certa **dificuldade** para se deslocar, existe uma **resistência** à passagem de corrente elétrica.

A grandeza física que mede essa dificuldade ou resistência à passagem de corrente elétrica é chamada **resistência elétrica**. A resistência elétrica de um condutor depende da sua espessura, do seu comprimento e da condutividade elétrica do material de que é constituído o condutor (a condutividade está relacionada ao número de portadores de carga). A resistência elétrica também depende da temperatura. Quanto maior a temperatura, maior a agitação das partículas do condutor e, portanto, maior a resistência. Para a maioria dos condutores, o aumento da temperatura provoca aumento da resistência, mas há exceções. O carbono é uma exceção. Quando a temperatura aumenta mais átomos de carbono perdem elétrons, aumentando a corrente, ou seja, diminuindo a resistência.

Nos supercondutores a resistência pode ir a zero em temperaturas muito baixas.

Define-se a **resistência elétrica (R)** de um condutor pela razão:

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

Onde **U** é a diferença de potencial nas extremidades do condutor e **i** é a intensidade da corrente elétrica que o atravessa.

A unidade de resistência elétrica no SI recebe o nome de ohm, em homenagem a Georg Simon Ohm.

A unidade *ohm* é representada pela letra grega ômega (Ω):

$$1\Omega = \frac{1V}{1A}$$

O inverso de resistência elétrica é chamado *condutância*. Sua unidade no SI é obtida da razão ampère/volt e recebe o nome de *siemens* (S), em homenagem ao físico alemão *Ernst Werner von Siemens*.

Lei de Ohm

O valor da resistência (R) de qualquer condutor varia com a corrente que o atravessa. No entanto, para determinados intervalos de variação da corrente elétrica, a variação do valor de R é muito pequena e a resistência pode ser considerada constante. Neste caso, a diferença de potencial **U** nas extremidades do condutor é diretamente proporcional à intensidade de corrente elétrica **i** que o atravessa.

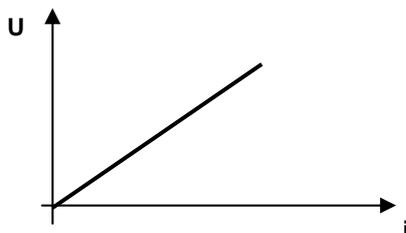
Assim, podemos escrever: $U = R \cdot i$.

A resistência elétrica é a constante de proporcionalidade. A expressão acima é conhecida como Lei de Ohm. Quando um condutor obedece à Lei de Ohm, ou seja, quando sua resistência elétrica é constante, ele é chamado de *resistor ôhmico*.

Na prática, um resistor só pode ser ôhmico dentro de determinados intervalos de intensidade da corrente elétrica que o atravessa, mas a expressão $U = R \cdot i$ é válida tanto para condutores ôhmicos, como para os não-ôhmicos.

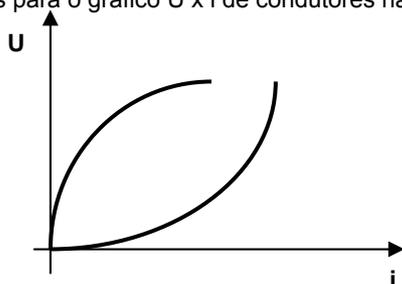
Gráficos U x i

Se construirmos o gráfico U x i para os condutores ôhmicos, obteremos uma reta passando pela origem, conforme mostra a figura abaixo:



A inclinação desse gráfico nos fornece o valor da resistência, que é constante.

Ao construirmos o gráfico U x i para os condutores não-ôhmicos, não obteremos uma reta, o gráfico pode apresentar aspectos diferentes, dependendo da natureza do condutor. A seguir, são encontradas duas formas possíveis para o gráfico U x i de condutores não-ôhmicos.



Qual é a função dos resistores?

Em um circuito elétrico, a finalidade dos resistores é limitar a intensidade da corrente elétrica. Essa limitação se dá devido à dissipação de energia elétrica em forma de calor. Mas os resistores, em geral, não são dispositivos destinados à geração de calor. Pelo contrário, o calor neles gerado é um complicador, pois altera o seu valor nominal, podendo prejudicar outros componentes próximos, além disso, representa energia não aproveitada.

Para evitar a danificação de componentes, a região onde estão localizados os resistores costuma ter dispositivos dissipadores de calor.

Ao assistir a um programa de televisão, por exemplo, observamos um pequeno e inevitável aquecimento na parte de trás do aparelho de TV. Essa energia dissipada sob forma de calor não é necessária e está sendo perdida. O mesmo acontece com vários outros equipamentos elétricos. A tecnologia atual ainda não conseguiu resolver totalmente esse tipo de problema.

Graças à propriedade de transformar energia elétrica em calor, existem resistores destinados exclusivamente ao aquecimento. Esses resistores são denominados *resistências* ou *resistências elétricas*. São usados em chuveiros elétricos, ferros elétricos, torneiras elétricas, aquecedores de ambientes, máquinas de lavar louças, máquinas de lavar roupas, etc.

As resistências são constituídas, em geral, de fios metálicos enrolados em espiral.

De que depende o valor de uma resistência elétrica?

A resistência de um condutor depende do comprimento, da espessura e do material de que é feito o condutor.

Experimentalmente verifica-se que:

- Quanto maior o comprimento de um condutor, maior é a sua resistência, ou seja, a resistência é diretamente proporcional ao comprimento do condutor.
- Quanto mais fino é um condutor, maior é a sua resistência. A resistência é inversamente proporcional à área da secção transversal do condutor.
- A resistência de um condutor depende do material de que ele é feito. Alguns materiais conduzem melhor a corrente elétrica do que outros. Essa propriedade é chamada de *condutividade elétrica*. O contrário de condutividade é a *resistividade elétrica*. Quanto maior a resistividade do material, maior a resistência do condutor. A resistividade é representada pela letra grega ρ (rô).

As relações acima podem ser expressas matematicamente assim:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Onde: R= resistência elétrica;

L= comprimento do condutor;

A= área da secção reta do fio,

ρ = resistividade elétrica do material do qual é feito o fio.

Resistividade elétrica de alguns materiais em unidades do Sistema Internacional de Unidades, à temperatura ambiente:

Condutores	ρ ($\Omega \cdot m$) ou ρ ($\Omega \cdot m^2 / m$)
Prata	$1,47 \times 10^{-8}$
Cobre	$1,72 \times 10^{-8}$
Alumínio	$2,63 \times 10^{-8}$
Tungstênio	$5,51 \times 10^{-8}$
Níquel-cromo	100×10^{-8}
Semicondutores	
Carbono	$3,5 \times 10^{-5}$
Germânio	0,6
Silício	2,3
Isolantes	
Âmbar	5×10^{14}
Vidro	$10^{10} - 10^{14}$
Enxofre	10^{15}
Madeira	$10^8 - 10^{11}$

Observe as unidades de resistividade elétrica, tomando como exemplo a resistividade do cobre:

$\rho = 1,72 \times 10^{-8} \Omega \cdot m = 1,72 \times 10^{-8} \Omega \cdot m^2 / m = 0,017 \mu\Omega \cdot m^2 / m = 0,017 \Omega \cdot mm^2 / m$. Embora as várias unidades sejam equivalentes, ao utilizarmos ($\Omega \cdot mm^2 / m$) fica claro que a resistividade de um fio de cobre de 1 m de comprimento e de 1 mm^2 de área de secção transversal, cuja resistência elétrica é de 1 Ω , vale $0,017 \Omega \cdot mm^2 / m$.

Reostatos

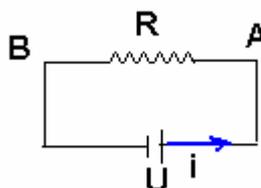
A dependência da resistência de um fio em relação a seu comprimento encontra uma importante aplicação prática. Às vezes, em um circuito é necessário alterar o valor da resistência elétrica. O dispositivo denominado **reostato** se caracteriza por ter uma resistência variável. Com o aumento, ou a diminuição, do comprimento da resistência do reostato, podemos diminuir, ou aumentar, a intensidade da corrente neste circuito, conforme a necessidade. Uma aplicação do reostato é o chuveiro elétrico. Ao passar a chave do

chuveiro da posição “inverno” para a posição “verão” a resistência elétrica deve aumentar. O símbolo do reostato é o símbolo de um resistor, cortado por uma seta.



Potência elétrica nos resistores

Consideremos um trecho **AB** de um circuito elétrico, no qual encontra-se um resistor elétrico **R**, ligado a um gerador que fornece uma diferença de potencial **U**. O circuito é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade **i**.



Ao nos reportarmos à definição de intensidade média da corrente elétrica: $i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ e à expressão do trabalho realizado pela força elétrica para transportar uma carga, que vai do ponto **A** até o ponto **B**, onde $T = \Delta Q \cdot (V_A - V_B)$ ou $T = \Delta Q \cdot U_{AB}$, podemos chegar a uma expressão para a potência e a energia elétrica consumida em um resistor.

Analisando a situação, podemos dizer que o trabalho corresponde à energia que o gerador fornece às cargas quando estas o atravessam. Quanto ao resistor, o trabalho da força elétrica $T = \Delta Q \cdot U_{AB}$ corresponde à energia elétrica consumida pelo aparelho.

No resistor, esta energia elétrica se transforma em energia térmica.

A potência elétrica do resistor vem a ser a energia consumida por unidade de tempo.

Matematicamente, podemos fazer a seguinte dedução:

Partindo de: $T = \Delta Q \cdot U_{AB}$,

E dividindo ambos os termos pelo intervalo de tempo Δt decorrido enquanto a carga ΔQ é transferida de **A** para **B**, tem-se:

$$\frac{T}{\Delta t} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \cdot U_{AB}, \text{ sendo } \frac{T}{\Delta t} = P \text{ e } \frac{\Delta Q}{\Delta t} = i, \text{ então } P = U \cdot i$$

Para os condutores, pode-se substituir a tensão **U** pelo seu valor **R i**, dado pela Lei de Ohm, obtendo-se:

$$P = R \cdot i^2 \quad \text{ou} \quad P = \frac{U^2}{R}$$

A energia elétrica consumida no resistor durante um certo intervalo de tempo é dada por:

$$E = P \cdot \Delta t$$

Com a fórmula acima podemos calcular a energia elétrica consumida por um resistor ou outro aparelho qualquer, sendo conhecida sua potência, num dado intervalo de tempo.

Ao comprar um aparelho elétrico pode-se verificar a potência que o mesmo consome. Costuma estar gravado no aparelho ou em sua embalagem o valor da potência consumida e a ddp sob a qual este deve ser ligado para consumir a potência indicada. Tais valores costumam ser chamados de valores nominais.

Unidades de Potência e de Energia

No SI, a unidade de Potência é o Watt (W) e a energia é dada em Joule(J).

Uma unidade de energia muito utilizada é o quilowatt-hora (kWh). Um quilowatt-hora é a quantidade de energia com potência de 1 kW que é transformada no intervalo de 1 hora.

$$1\text{kW} = 1000\text{ W}, \quad 1\text{kWh} = 1000\text{ W} \cdot 3600\text{ s} = 3,6 \cdot 10^6\text{ J}$$

Associação de Resistores

No mundo atual fazemos uso diariamente de uma variedade de aparelhos elétricos. Nestes aparelhos ou nas instalações dos mesmos encontram-se associações dos mais variados tipos de dispositivos elétricos, como geradores, capacitores, diodos, transistores, chips, dínamos, resistores, etc.

Vamos analisar agora associações de resistores.

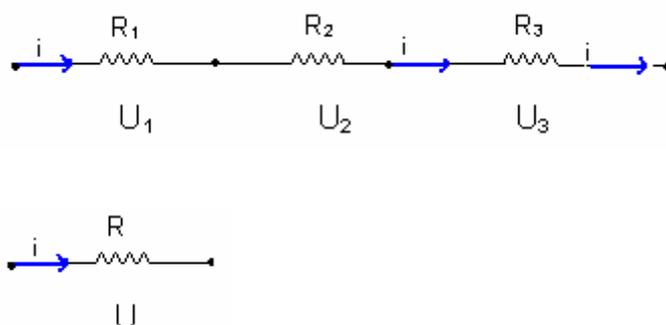
As associações podem ser feitas em *série* ou em *paralelo*. Pode ocorrer, também, uma parte em série e outra parte em paralelo, o que é chamado de *associação mista*.

Em qualquer dos casos, a associação pode ser substituída por um único resistor, que, ao ser submetido à mesma ddp total da associação, é percorrido pela mesma corrente total i da associação. Esse resistor que pode substituir a associação é denominado de **resistor equivalente** e sua resistência R é a resistência total da associação.

Associação de resistores em série

Na associação em série todos os resistores são percorridos pela mesma corrente elétrica. Essa associação oferece apenas um caminho para a corrente elétrica.

Na figura abaixo, temos um exemplo de associação em série e o resistor equivalente.



Todos os resistores são percorridos por uma corrente elétrica de mesma intensidade, mas cada resistor está submetido a uma ddp (U_1 , U_2 e U_3). Utilizando-se a equação de definição da resistência elétrica pode-se expressar as ddp(s) em cada resistor e no resistor equivalente como segue:

$$U_1 = R_1 \cdot i, \quad U_2 = R_2 \cdot i, \quad U_3 = R_3 \cdot i \quad \text{e} \quad U = R \cdot i,$$

Como a diferença de potencial é uma grandeza escalar que informa qual é o trabalho do campo elétrico que uma carga unitária sofreria se passasse de um ponto para o outro, e como o trabalho elétrico total entre dois pontos é a soma dos trabalhos parciais, pode-se afirmar que a diferença de potencial total da associação é igual à soma algébrica das diferenças de potencial em cada resistor. Logo, podemos escrever:

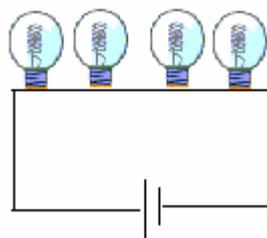
$$U = U_1 + U_2 + U_3, \quad \text{ou} \quad R \cdot i = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + R_3 \cdot i,$$

Dividindo-se a última expressão por i , obtém-se a expressão do resistor equivalente numa associação em série:

$$R = R_1 + R_2 + R_3.$$

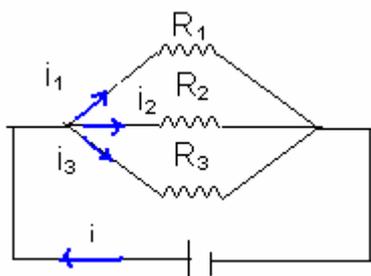
A resistência do resistor equivalente, numa associação em série, é igual à soma das resistências dos resistores associados.

A associação em série não é conveniente para aparelhos elétricos em uma residência, por exemplo. Se um aparelho estivesse desligado ou deixasse de funcionar, interromperia todo o circuito. Na figura abaixo temos uma associação em série de lâmpadas. Se qualquer uma delas fosse retirada ou tivesse sua resistência queimada, as demais deixariam de acender.



Associação de resistores em paralelo

Quando os resistores estão ligados de modo que são oferecidos dois ou mais caminhos para a corrente elétrica, se diz que a associação é em paralelo. O número de caminhos para a corrente elétrica é igual ao número de resistores e os terminais de todos os resistores devem estar ligados à mesma fonte de energia.



Na figura acima está representado um circuito formado por três resistências associadas em paralelo e ligadas a um gerador (pilha, bateria ou a uma tomada da rede elétrica).

Características da associação em paralelo:

A corrente total se divide, passando uma parte por cada resistência, de modo que pela resistência maior passa a intensidade menor e vice-versa.

Então, podemos dizer que:

$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

Utilizando-se a equação de definição da resistência elétrica: $i_1 = \frac{U}{R_1}$; $i_2 = \frac{U}{R_2}$; $i_3 = \frac{U}{R_3}$ e $i = \frac{U}{R}$,

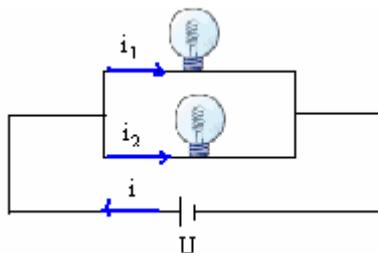
teremos:

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3}. \quad \text{Dividindo-se toda a expressão por } U, \text{ encontramos a equação que nos permite}$$

calcular a resistência equivalente em associações em paralelo: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

O inverso da resistência do resistor equivalente, numa associação em paralelo, é igual à soma dos inversos das resistências dos resistores associados.

A figura abaixo mostra o exemplo de duas lâmpadas associadas em paralelo e ligadas a uma fonte de ddp constante.



Em nossas residências, escolas e estabelecimentos em geral, os aparelhos elétricos são ligados em paralelo.

Veja algumas conseqüências de uma associação em paralelo:

- Se um dos aparelhos é desligado ou danificado os outros não sofrem nenhuma alteração no seu funcionamento.
- A ddp é a mesma para todos os resistores associados.
- Se as resistências são iguais, a corrente elétrica total é dividida em partes iguais.
- Quando as resistências são diferentes, o resistor de menor resistência é o que é percorrido por maior intensidade de corrente, portanto é o que dissipa maior potência.
- Quanto maior for o número de resistores associados, menor será a resistência e, conseqüentemente, maior será a intensidade total da associação. Na instalação elétrica de uma residência, por exemplo, são colocadas chaves automáticas ou disjuntores, que se desligam quando a corrente ultrapassa um certo valor, para evitar acidentes devido ao superaquecimento dos fios.

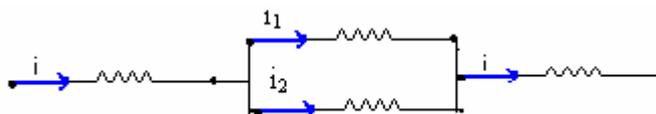
Resumo das características das associações de resistores em série e em paralelo:

Associação em série	Associação em paralelo
$i = i_1 = i_2 = i_3$	$i = i_1 + i_2 + i_3$
$U = U_1 + U_2 + U_3$	$U = U_1 = U_2 = U_3$
$R = R_1 + R_2 + R_3$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

Associação Mista

É possível ocorrer em circuito elétrico uma associação onde alguns resistores estão em série e, outros, em paralelo. Neste caso, temos uma associação mista. A resolução de uma associação mista é feita de acordo com as características que constam na tabela acima, ou seja, resolve-se por partes, verificando o que está em série e o que está em paralelo e aplicando as equações correspondentes.

Veja o exemplo de uma associação mista:



ESTUDO DOS GERADORES

Fontes de Voltagem

As cargas fluem somente quando são “empurradas” ou “impelidas”. Uma corrente sustentada requer um dispositivo de “bombeamento” adequado para fornecer uma diferença de potencial elétrico – uma voltagem. Se carregarmos duas esferas condutoras, uma positivamente e outra negativamente, podemos obter uma grande voltagem entre as esferas. Esta, entretanto, não pode ser uma boa fonte de voltagem, pois quando as esferas são conectadas por meio condutor, os potenciais acabam se igualando após um breve fluxo de carga. Ela não é prática. Geradores elétricos e baterias químicas, por outro lado, são fontes de energia em circuitos elétricos e são capazes de sustentar um fluxo constante de carga. (Hewitt, 2002, p. 393)

O gerador é o elemento essencial de um circuito elétrico, é um dispositivo que mantém a ddp (diferença de potencial elétrico), ou tensão elétrica, necessária para movimentar as cargas que constituem a corrente.

As cargas elétricas que constituem a corrente possuem energia elétrica, que, no circuito externo converte-se em outra forma de energia (por exemplo, térmica nos resistores). A função do gerador é repor essa energia, quando a corrente o atravessa, isto é, quando as cargas percorrem o circuito interno, para que estas possam depois, circular novamente no circuito externo. Essa energia, que se converte em energia elétrica das cargas, pode ser de vários tipos, conforme a natureza do gerador. A bateria de automóvel e as pilhas secas fornecem energia elétrica a partir da energia química (gerador químico); as usinas hidrelétricas e os dínamos, a partir da energia mecânica (gerador mecânico); as usinas nucleares, a partir da energia nuclear (gerador nuclear), as usinas termelétricas e as termopilhas, a partir da energia térmica (gerador térmico), etc.

Para que uma carga elétrica q (supostamente positiva, como sabemos) receba essa energia elétrica ao atravessar o gerador, este deve realizar um trabalho τ sobre a carga. A relação entre o trabalho realizado e a carga elétrica define uma grandeza característica do gerador chamada **força eletromotriz (fem)** usualmente representada por \mathcal{E} . (Penteado et al., 2001, p. 461)

Nesta disciplina, usaremos a seguinte representação: trabalho T e força eletromotriz E .

Para o conceito de força eletromotriz ficar mais claro, suponhamos um circuito elétrico formado por um gerador (bateria ou pilha) e um receptor de energia elétrica, por exemplo, o motor de um liquidificador. Suponhamos que este liquidificador recebe energia elétrica da pilha. (Em nossas casas o liquidificador é ligado à rede elétrica. O exemplo fictício apresentado aqui visa facilitar a compreensão do fenômeno em estudo).



Um exemplo real seria o caso de uma lâmpada ligada a uma pilha ou bateria, como na figura a seguir:



Conforme o modelo de corrente elétrica convencional, as cargas positivas se deslocam do pólo positivo da bateria, passam pelo aparelho receptor de energia elétrica (no caso, o liquidificador ou a lâmpada) e chegam ao pólo negativo da bateria (corrente contínua).

Para que a corrente não seja interrompida, as cargas devem atravessar a bateria e continuar o seu percurso. Ao chegarem ao pólo negativo, **a bateria realiza um trabalho sobre as cargas**, fazendo com que estas cheguem ao pólo positivo para completarem um novo ciclo.

O **trabalho** realizado pela bateria sobre as **cargas** eleva a energia potencial elétrica das mesmas, então, o trabalho representa a energia que é transferida às cargas pela bateria.

A relação entre estas grandezas físicas é denominada **força eletromotriz** da bateria, representada matematicamente por:

$$E = \frac{T}{q}$$

Unidades de Trabalho no Sistema Internacional de Unidades:

Trabalho é energia, então, sua unidade no SI é Joule (J). A unidade de carga é o Coulomb (C). A unidade de força eletromotriz é J/C ou Volt (V).

$$1 \frac{\text{J}}{\text{C}} = 1 \text{ V}$$

Uma bateria de f.e.m. igual a 9 V fornece uma energia de 9 J a cada 1 C de carga que a atravessa.

Potência fornecida por um gerador

A potência de um aparelho é obtida dividindo-se a energia consumida ou fornecida por esse aparelho pelo intervalo de tempo correspondente.

$$P = \frac{E_n}{\Delta t}, \text{ onde } E_n = \text{energia. Nos geradores, } E_n = T \text{ (trabalho fornecido às cargas), então } P = \frac{T}{\Delta t}$$

(Potência = $\frac{\text{Energia}}{\text{tempo}}$).

Obs. Observe a representação: E_n = energia e E = força eletromotriz.

Da expressão: $E = \frac{T}{q}$, podemos dizer que $T = E \cdot q$.

Dividindo $T = E \cdot q$ por Δt , obtemos uma expressão para a potência total fornecida por um gerador.

$$\frac{T}{\Delta t} = E \cdot \frac{q}{\Delta t}$$

Lembre-se que $P = \frac{T}{\Delta t}$ e $i = \frac{q}{\Delta t}$ (intensidade de corrente = $\frac{\text{carga}}{\text{tempo}}$), substituindo na equação acima, teremos:

$$P = E \cdot i$$

Conclusões:

- ✓ A potência fornecida por um gerador é igual ao produto da força eletromotriz do gerador pela intensidade da corrente que ele fornece.
- ✓ A energia fornecida pelo gerador, num certo intervalo de tempo, é o produto da sua força eletromotriz pela intensidade da corrente e pelo intervalo de tempo. ($P = \frac{E_n}{\Delta t}$ e $P = E \cdot i$, então $E_n = E \cdot i \cdot \Delta t$)

Equação característica do gerador

Nos reportemos ao exemplo do circuito representado por um liquidificador e uma pilha.

Observe que, no circuito externo, as cargas se movimentam do pólo positivo (maior potencial) para o pólo negativo (menor potencial). Nesse caminho há uma diminuição do potencial elétrico e a energia elétrica é consumida.

No circuito interno, isto é, dentro do gerador, as cargas se movimentam do pólo negativo para o positivo e recebem energia.

Ao ser atravessado pelas cargas, o próprio gerador sofre um pequeno aquecimento, por efeito Joule. Dizemos que o gerador apresenta uma resistência interna, que será representada por r .

Uma parte da energia total ou da potência total fornecida pelo gerador é consumida internamente devido a sua resistência interna. Tal potência é dada por:

$$P = r \cdot i^2 \quad (\text{Potência dissipada internamente pelo gerador})$$

A parte restante da energia ou da potência fornecida pelo gerador é consumida pelo circuito externo (pelos resistores ou receptores alimentados pelo gerador). Essa potência pode ser calculada assim:

$$P = U \cdot i \quad (\text{Potência consumida internamente})$$

onde U é a ddp e i é a intensidade da corrente elétrica.

A potência total fornecida pelo gerador ($P_t = E \cdot i$) é a soma da potência consumida pelo circuito externo (potência útil - P_u) com a potência consumida internamente (potência dissipada - P_d):

$$\begin{aligned} P_t &= P_u + P_d , \\ E \cdot i &= U \cdot i + r \cdot i^2 . \end{aligned}$$

Dividindo toda a expressão por i obteremos:

$$E = U + r \cdot i .$$

A equação acima é chamada de equação do gerador e é usualmente escrita assim:

$$U = E - r \cdot i .$$

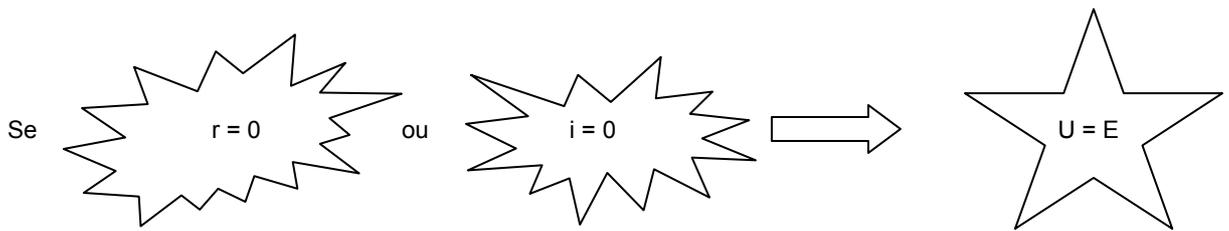
Observe que a voltagem U , entre os pólos do gerador, normalmente não é igual à sua força eletromotriz.

A voltagem U tem o mesmo valor da força eletromotriz quando a intensidade da corrente é nula ($i=0$) ou quando a resistência interna é nula ($r=0$).

A intensidade da corrente é nula quando os terminais do gerador não estão conectados externamente por um condutor ou circuito; neste caso, a ddp entre os terminais é chamada de *tensão em circuito aberto*. Uma intensidade de corrente quase nula pode ocorrer quando os terminais do gerador estão ligados a uma resistência muito alta, que impeça a passagem de corrente elétrica. Assim sendo, quando o gerador opera com uma corrente muito menor do que a corrente máxima que ele pode produzir, a tensão entre os seus terminais tem, muito aproximadamente, o mesmo valor da sua força eletromotriz.

A intensidade da corrente é nula quando os terminais do gerador não estão ligados, neste caso, a ddp é chamada de *tensão em aberto*. Uma intensidade de corrente nula pode ocorrer também, teoricamente, quando os terminais do gerador estão ligados a uma resistência muito alta, que impeça a passagem de corrente elétrica.

Gerador ideal é aquele que possui resistência interna muito pequena, que pode ser considerada desprezível. Neste caso, a ddp entre seus terminais é igual à sua f.e.m. ($U = E$).



Rendimento de um gerador (η)

O rendimento de um gerador é calculado pela relação entre a potência útil (P_u) e a potência total (P_t).

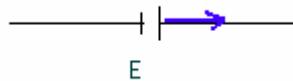
$$\eta = \frac{P_u}{P_t},$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_t} = \frac{U \cdot i}{E \cdot i} = \frac{U}{E} \quad \text{então,} \quad \eta = \frac{U}{E}.$$

O rendimento é um número compreendido entre 0 e 1. Podendo também ser expresso em forma de porcentagem. Representa a porcentagem da energia fornecida pelo gerador que é aproveitada pelo circuito externo, ou seja, é a porcentagem de energia útil.

Para expressar o rendimento em forma de porcentagem, o mesmo deve ser multiplicado por 100.

Símbolo usado para representar um gerador em um circuito elétrico:

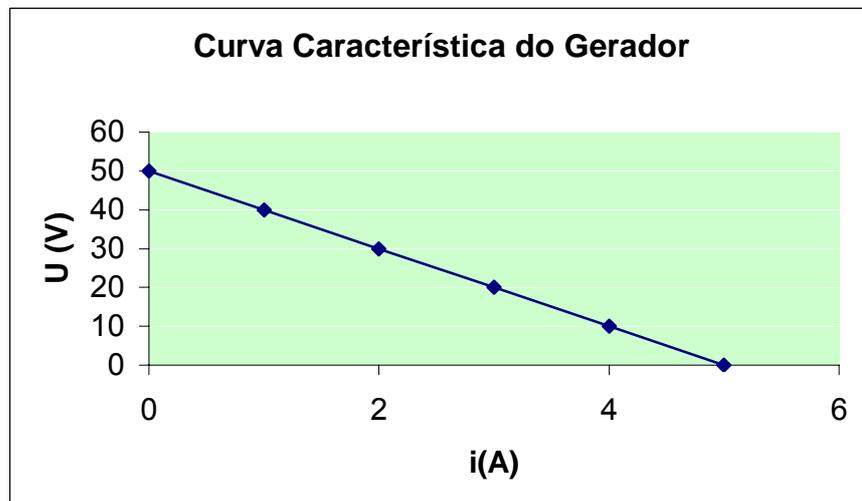


No circuito externo, a corrente elétrica sai do pólo positivo e chega ao pólo negativo.

Curva característica do gerador

O gráfico que representa a equação $U = E - r \cdot i$, é chamado de curva característica do gerador. Se a força eletromotriz E é considerada constante, e a resistência interna r também é considerada constante (E e r quase sempre são variáveis), a equação do gerador passa a ser uma função linear de U e de i .

Exemplo: Um gerador possui força eletromotriz constante de 50 V e resistência interna igual a 10Ω . Veja abaixo a curva característica desse gerador:



Conclusões que podemos tirar a partir do gráfico:

- A diferença de potencial máxima fornecida pelo gerador é igual à força eletromotriz.
- A diferença de potencial é máxima quando $i = 0$, ou seja, quando o gerador não está ligado.
- Quando a diferença de potencial entre os terminais do gerador é nula ($U = 0$), a corrente que o atravessa atinge o valor máximo ($i_{\text{máximo}}$). Isto ocorre quando os terminais do gerador são ligados diretamente um ao outro através de um fio condutor. Neste caso a corrente elétrica é chamada de *corrente de curto-circuito* (i_{cc}).

Corrente de curto-circuito

Ocorre um curto-circuito quando os terminais de um gerador são ligados diretamente um ao outro através de um fio ideal. A corrente atinge a intensidade mais elevada possível para aquele gerador.

Analisando a equação do gerador ($U = E - r \cdot i$) obtemos:

$$i_{cc} = \frac{E}{r}.$$

Curto-circuitos são fenômenos que ocorrem em situações acidentais, pois não há interesse prático nesse procedimento, uma vez que o mesmo danifica o gerador.

Estudo dos Receptores

Já estudamos os geradores e resistores, passaremos agora ao estudo dos receptores elétricos.

A função dos geradores é fornecer energia elétrica para o circuito, os resistores recebem essa energia e a transformam integralmente em energia térmica.

Os receptores são elementos do circuito elétrico, que recebem a energia elétrica, que vem do gerador, e a transformam em outra modalidade de energia, não exclusivamente térmica.

O motor elétrico é um bom exemplo de receptor. Ao passar através de um motor, as cargas perdem energia elétrica, que se transforma em energia mecânica. A bateadeira, o liquidificador, a furadeira, a máquina de cortar grama, o ventilador e outros aparelhos, usados no nosso dia-a-dia, podem ser citados como exemplos de receptores.

Um outro exemplo de receptor é uma bateria, quando está sendo carregada. Neste caso, as cargas são forçadas a passar na bateria de seu pólo positivo para o pólo negativo, em sentido contrário ao que se observa quando esta está fornecendo energia elétrica.

O gerador realiza trabalho sobre as cargas, fornece energia potencial elétrica às cargas. Daí vem a definição de força eletromotriz:

$$E = \frac{T}{\Delta q},$$

onde E é a força eletromotriz, T é o trabalho realizado sobre as cargas e Δq é a carga que é transportada do pólo negativo para o pólo positivo do gerador.

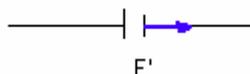
No receptor ocorre o contrário, são as cargas elétricas que realizam trabalho, perdendo energia elétrica, que é transformada em outra modalidade. Podemos, então, definir para o receptor uma grandeza física análoga à força eletromotriz (fem), chamada *força contra-eletromotriz (f_{cem})*.

$$E' = \frac{T}{\Delta q},$$

onde E' é a força contra-eletromotriz, T é o trabalho realizado pelas cargas e Δq é a carga que é transportada do pólo positivo para o pólo negativo do receptor.

Símbolo do receptor:

Na representação de um circuito elétrico, o símbolo do receptor é semelhante ao do gerador, diferindo apenas no sentido da corrente elétrica.



No circuito externo, a corrente elétrica sai do pólo negativo e chega ao pólo positivo.

A figura a seguir mostra um liquidificador (receptor) ligado a uma bateria ou pilha (gerador). Este é um exemplo fictício, com a finalidade de facilitar a compreensão do fenômeno envolvido. Na prática, eletrodomésticos, como este, são ligados à rede elétrica e recebem a energia da mesma.



Balço Energético em um Receptor

O receptor recebe a energia do gerador. No receptor, neste caso um liquidificador, parte da energia recebida é transformada em energia mecânica, ou seja, energia útil. Essa energia é utilizada pelo liquidificador para desempenhar a sua função. Mas é inevitável que uma parte da energia seja perdida, dissipada internamente sob forma de calor.

Portanto, podemos estabelecer a seguinte igualdade:

$$\text{Energia total recebida} = \text{Energia útil} + \text{Energia dissipada}$$

O mesmo pode ser dito em relação à potência:

$$\text{Potência total recebida} = \text{Potência útil} + \text{Potência dissipada}$$

A energia total ou a potência total recebida pelo receptor corresponde à energia útil ou potência útil fornecida pelo gerador (Energia = Potência x Intervalo de tempo).

$$P_{\text{util (gerador)}} = P_{\text{total (receptor)}} = U \cdot i$$

$$P_{\text{util (receptor)}} = E' \cdot i$$

$$P_{\text{dissipada (receptor)}} = r \cdot i^2$$

No receptor:

$$P_t = P_{\text{util}} + P_{\text{diss}}$$

$$U \cdot i = E' \cdot i + r \cdot i^2$$

Dividindo-se toda a expressão por i , obtém-se a equação do receptor:

$$U = E' + r \cdot i$$

Onde:

U = ddp nos pólos do receptor ou ddp recebida do gerador;

E' = força contra-eletromotriz do receptor;

r = resistência interna do receptor;

i = intensidade da corrente elétrica.

Rendimento do Receptor

O rendimento elétrico de um receptor é a relação entre a potência útil (P_u) fornecida e a potência total (P_t) recebida.

$$\eta = \frac{P_u}{P_t}$$

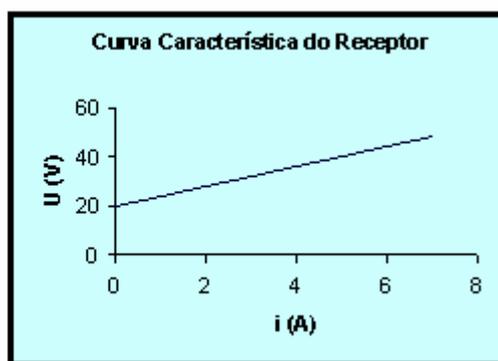
Curva Característica do Receptor

Suponha um receptor de resistência interna igual a 4Ω e força contra-eletromotriz de 20 V . A força contra-eletromotriz é uma característica do aparelho, então, a intensidade da corrente que circula no receptor varia com a ddp aplicada aos seus terminais.

Utilizando-se a equação do receptor e uma planilha eletrônica poderemos encontrar os valores da ddp aplicada para que a intensidade varie de 0 A a 5 A . Com o auxílio do mesmo aplicativo, poderemos construir a curva característica desse receptor.

Equação do receptor deste exemplo: $U = 20 + 4 \cdot i$

i	U
0	20
1	24
2	28
3	32
4	36
5	40
6	44
7	48
8	52



A tabela e o gráfico mostrados nas figuras acima relacionam a intensidade da corrente elétrica, que passa pelo receptor, com a ddp aplicada aos seus terminais.

Conclusão obtida a partir do gráfico:

- O menor valor da ddp (para $i=0$) corresponde à força contra-eletromotriz do receptor.

CONDENSADOR OU CAPACITOR

Capacitor ou condensador é um dispositivo muito usado em circuitos elétricos. Esse dispositivo tem a função de armazenar cargas e, portanto, energia elétrica.

O condensador é constituído por dois condutores separados por um isolante. Os condutores são chamados armaduras ou placas do capacitor e são carregados, um positivamente e o outro, negativamente. O isolante é chamado de dielétrico do capacitor. O dielétrico pode ser o próprio ar, o vidro, a parafina, a mica, a porcelana, o papel ou um outro isolante.

O nome do capacitor é dado de acordo com a forma de suas armaduras. Existe o *capacitor plano*, o *capacitor cilíndrico*, o *capacitor esférico*, etc.

Independente do tipo, o capacitor é sempre representado pelo símbolo abaixo:



Um dos primeiros capacitores foi inventado em 1745, na Universidade de Leyden, Holanda. Este capacitor ficou conhecido com o nome de *garrafa de Leyden*. Este invento do cientista holandês Pieter van Musschenbroek (1692-1761) permitiu, pela primeira vez, armazenar eletricidade. Foi com uma garrafa de Leyden que Benjamin Franklin armazenou eletricidade proveniente de um raio, captada por uma pandorga, provando que o raio é uma descarga elétrica.

Para carregar um capacitor, este deve ser ligado aos terminais de um gerador, de forma que a placa positiva seja ligada ao pólo positivo do gerador e, a negativa, ao pólo negativo do gerador. Diz-se, então, que o capacitor fica carregado com uma carga Q .

A quantidade de carga adquirida pelo capacitor depende da ddp do gerador. A relação entre a carga Q armazenada e a ddp U do gerador é uma constante característica do capacitor, chamada **capacitância** ou **capacidade elétrica C** do capacitor:

$$C = \frac{Q}{U} \qquad T = \frac{1}{2} Q U .$$

A unidade de capacidade no S.I é o **coulomb por volt (C/V)**, que recebe o nome de **farad (F)**, em homenagem a Michael Faraday.

A capacidade de um capacitor depende da forma e tamanho das armaduras, da distância entre elas e do dielétrico.

$$C = \epsilon \frac{A}{d} ,$$

onde: **C** é a capacidade do condensador, ϵ é a constante de proporcionalidade, chamada permissividade do dielétrico, **A** é a área da armadura e **d** é a distância entre as armaduras.

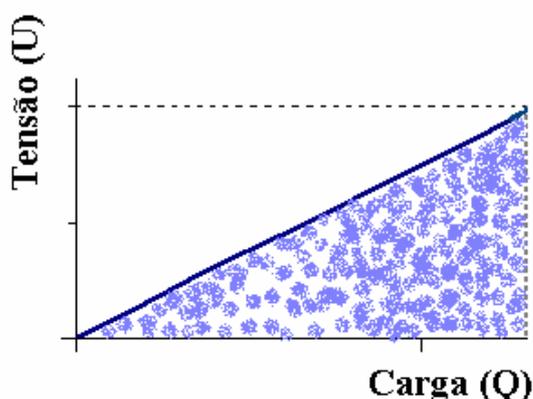
Admitindo-se que entre as armaduras há vácuo, a permissividade será $\epsilon_0 = 8,8.10^{-12}$ F/ m. Qualquer outro dielétrico tem permissividade maior que a do vácuo. A permissividade do ar é considerada aproximadamente igual à do vácuo.

O Capacitor Armazena Energia

Quando um capacitor é ligado aos terminais de um gerador, este fornece cargas ao capacitor. As cargas ficam armazenadas nas armaduras do capacitor. Entre as armaduras carregadas existe uma voltagem. Se as armaduras forem ligadas através de um condutor, o capacitor se descarregará. Nesta descarga há manifestação de energia através de calor (o aquecimento do condutor), luz (faísca) e som (estalido que acompanha a faísca).

Esta energia que é fornecida pelo gerador, fica armazenada no capacitor e é liberada quando o capacitor se descarrega.

De acordo com o que estudamos em eletrostática, o trabalho realizado pela força elétrica para transportar uma carga entre dois pontos A e B, cuja diferença de potencial é mantida constante, é dado por $T = Q \cdot U_{AB}$. Quando o capacitor está se descarregando a diferença de potencial entre as placas vai diminuindo, logo, não é válida essa expressão do trabalho, mas ao construir o gráfico da carga versus tensão obtém-se:



A área hachurada na figura é numericamente igual ao trabalho, o que resulta na expressão:

Então, a expressão da energia potencial armazenada pelo capacitor é:

$$E = \frac{1}{2} Q U_{AB} .$$

A partir da definição de capacidade, onde $C = \frac{Q}{U}$, podemos substituir Q por C.U, obtendo-se outra expressão para a energia armazenada no capacitor: $E = \frac{1}{2} C U^2$.

O Capacitor no Circuito Elétrico

Em um circuito elétrico, o capacitor tem a função de armazenar energia durante um certo tempo, para, num dado momento, de acordo com a necessidade, fornecer essa energia às cargas para manter a corrente elétrica. No trecho em que o capacitor está inserido não há passagem de corrente contínua, caso contrário, haveria descarga entre as armaduras, danificando o dispositivo.

Assim como os resistores, os capacitores também podem ser associados em série, em paralelo ou em uma associação mista.

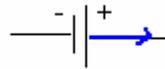
CIRCUITOS ELÉTRICOS

Circuito elétrico é o conjunto de caminhos por onde passa a corrente elétrica. Vejamos a seguir uma rápida descrição, a representação e exemplos de alguns elementos do circuito elétrico.

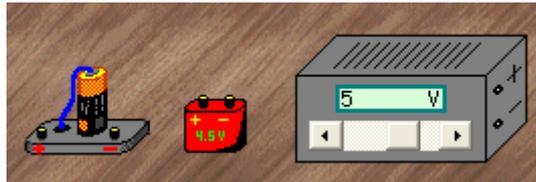
Gerador elétrico

É o dispositivo que transforma outra modalidade de energia em elétrica.

Símbolo:

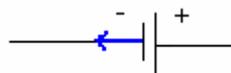


Exemplos: pilhas, baterias, dínamo e alternador.

**Receptor elétrico**

Transforma a energia elétrica em outra modalidade de energia, não exclusivamente térmica.

Símbolo:



Exemplo: motor elétrico.

Alguns exemplos de aparelhos que recebem energia elétrica e a transformam em outra modalidade de energia.

**Resistor elétrico**

Transforma a energia elétrica consumida exclusivamente em calor.

Símbolo:



ou

Exemplos: aparelhos que usam resistências elétricas – chuveiro, ferro elétrico, aquecedores, etc.



Dispositivos de controle

São usados para detectar a presença da corrente elétrica, para medir a intensidade da corrente elétrica ou da voltagem em uma parte do circuito elétrico.

Amperímetros: são usados para medir a intensidade da corrente elétrica. Devem ser ligados em série no circuito. A resistência dos amperímetros deve ser muito pequena para não interferir no circuito.

Símbolo:



Voltímetros: são dispositivos usados para medir a voltagem entre dois pontos de um circuito elétrico. Devem ser ligados em paralelo e devem ter resistência grande, para que a corrente elétrica não se desvie do seu caminho.

Símbolo:



Galvanômetros: dispositivos usados para detectar a passagem da corrente elétrica ou a existência de uma diferença de potencial.

Símbolo:



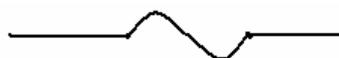
Dispositivos de segurança

São dispositivos que protegem o circuito elétrico. Ao serem atravessados por uma corrente de intensidade maior do que aquela que o circuito suporta, interrompem a corrente, protegendo os demais elementos do circuito. Exemplos: fusíveis e disjuntores.

O fusível é constituído por um material de baixo ponto de fusão, que se funde, devido ao aquecimento por efeito Joule, quando a intensidade da corrente se eleva muito.

Os disjuntores magnéticos, muito usados em circuitos elétricos residenciais, comerciais ou industriais, se desligam automaticamente quando a intensidade da corrente atinge um determinado valor.

Símbolo:



Dispositivos de manobra

São usados para acionar ou desligar um circuito elétrico, como as chaves e os interruptores.

Símbolo:

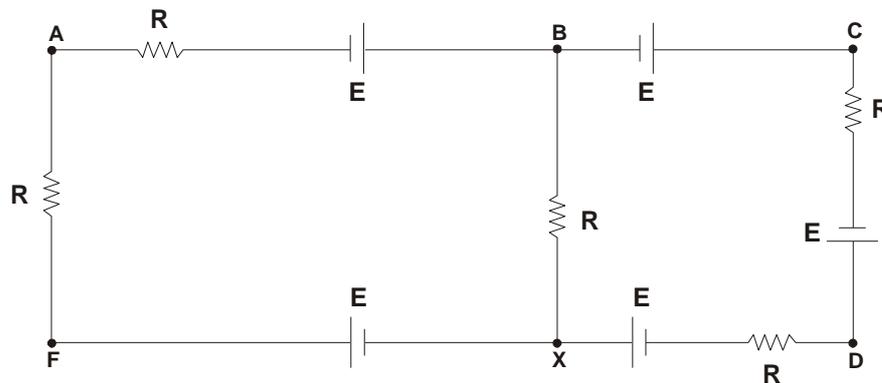
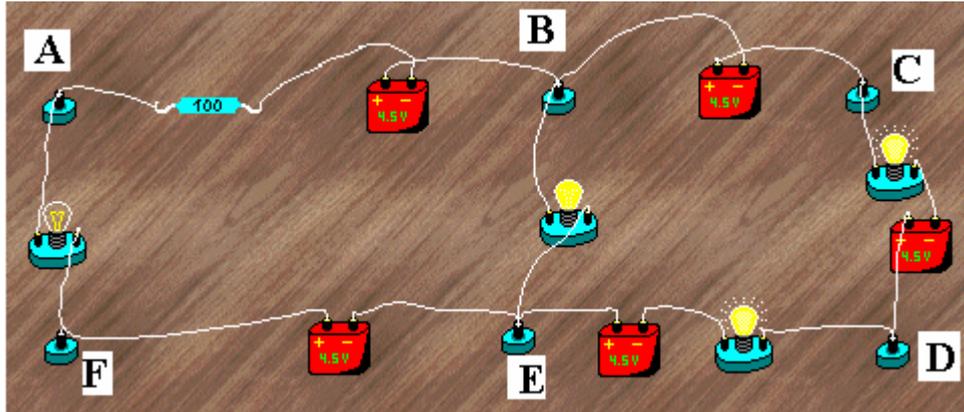


Leis de Kirchhoff

Um circuito elétrico pode conter geradores, receptores e resistores interligados, oferecendo mais de um caminho para a corrente elétrica. Para determinar a intensidade e o sentido da corrente elétrica ou as grandezas físicas que caracterizam os elementos do circuito, são usadas as **leis de Kirchhoff**: lei dos nós e lei das malhas.

Estas leis são baseadas em princípios de conservação de energia e de carga. Para sua aplicação são necessárias as seguintes definições: nó, ramo e malha.

Considere o circuito elétrico da figura e sua representação através dos símbolos:



Antes de estudar as leis que se aplicam a um circuito elétrico, deve-se entender o que é um nó, um ramo e uma malha.

Nó é qualquer ponto do circuito que pertence a três ou mais condutores. Neste exemplo, são nós, os pontos B e X.

Ramo é a parte do circuito compreendida entre dois nós consecutivos. São ramos os trechos BCDX, BX e XFAB.

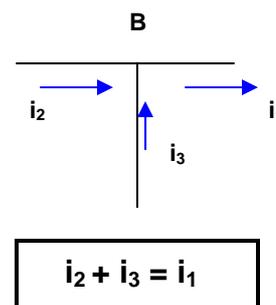
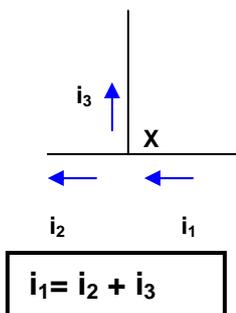
Malha é um conjunto de ramos formando um circuito fechado. No exemplo acima encontramos três malhas: BCDXB, BXFAB e ACDF.

Lei dos nós

Gustav Robert Kirchhoff (1824-1877), enunciou a lei dos nós, considerando o princípio de conservação da carga elétrica.

“A soma das intensidades das correntes que chegam a um nó é igual à soma das intensidades das correntes que saem do nó”.

Aplicando-se a lei dos nós ao circuito acima teremos:



Lei das malhas

“Percorrendo-se uma malha, num mesmo sentido, a soma algébrica das tensões encontradas em cada elemento do circuito é igual a zero”.

Ao se percorrer uma malha, ou seja, um circuito fechado, o somatório das diferenças de potencial deve ser nulo, pois o ponto inicial é o mesmo ponto final.

Aplicando-se as leis de Kirchhoff a um circuito elétrico podemos determinar a intensidade da corrente nos diferentes ramos, a resistência equivalente dos resistores, bem como a resistência interna e ou a força eletromotriz e contra-eletromotriz de geradores ou receptores.

Para aplicar as leis de Kirchhoff na resolução de um circuito elétrico devemos seguir as etapas descritas a seguir:

1ª) Identificar os nós e malhas do circuito.

2ª) Arbitrar um sentido para a corrente em cada ramo.

3ª) Escolher um sentido para percorrer cada malha.

4ª) Aplicar a lei dos nós a $(n - 1)$ nós, sendo n o número total de nós do circuito.

5ª) Aplicar a lei das malhas. O número de equações obtidas a partir da aplicação das leis dos nós e malhas deve ser suficiente para calcular as incógnitas desejadas, por exemplo, i_1, i_2, i_3, R_1, R_2' etc.

6ª) Montar um sistema de equações e resolvê-lo, determinando os valores desconhecidos para as intensidades de corrente, resistências, voltagem, etc.

7ª) Analisar os resultados obtidos para as intensidades de corrente elétrica e determinar o sentido da corrente. Se a intensidade obtida é positiva, ou seja, $i > 0$, significa que o sentido arbitrado na segunda etapa está correto. Se $i < 0$, o sentido convencional da corrente elétrica é contrário ao sentido arbitrado.

Com este procedimento, podemos identificar os geradores e receptores em um circuito, mesmo quando representados pelos símbolos.

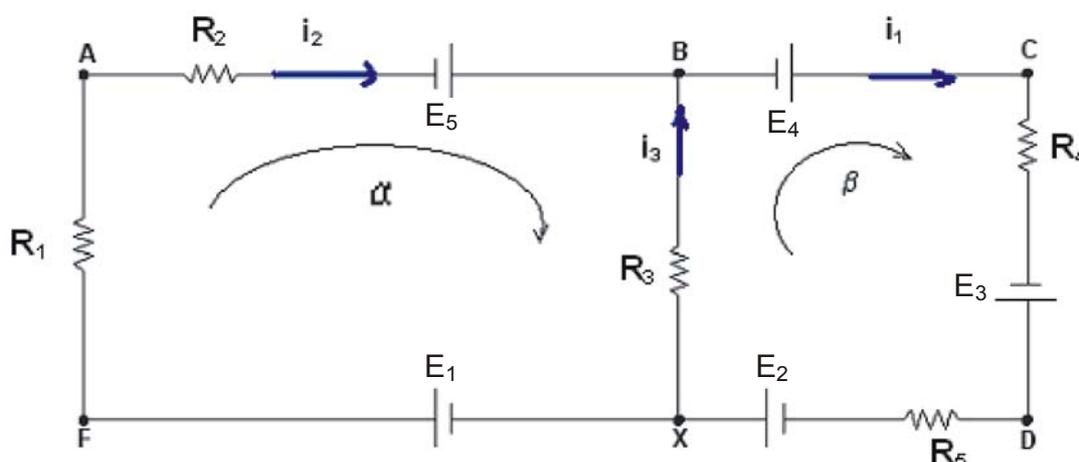
Regra prática para aplicar a lei das malhas:

Deve-se percorrer a malha no sentido escolhido para o percurso da mesma (etapa 3 do procedimento descrito acima). Observando o sentido de i monta-se a equação:

- onde é encontrada uma resistência escreve-se $R \cdot i$ se o sentido da corrente é o mesmo da malha. Escreve-se $(-R \cdot i)$, se o sentido de percurso da malha é contrário ao sentido da corrente.

- nos bipolos (geradores e receptores), se ao percorrer a malha chega-se ao pólo positivo, escreve-se $+E$, ao chegar em um pólo negativo de outro elemento, escreve-se $-E$. O somatório de $R \cdot i$, $+E$ e $-E$ é igual a zero.

Veja o exemplo:



Aplicando-se a lei dos nós aos nós B e X obteremos a equação (1):

$$i_1 = i_2 + i_3 \quad (1)$$

Aplicando-se a lei das malhas à malha alfa, obteremos a equação (2):

$$R_2 \cdot i_2 - E_5 - R_3 \cdot i_3 - E_1 + R_1 \cdot i_2 = 0 \quad (2)$$

Observe que percorremos a malha no sentido escolhido anteriormente, sentido horário. O sentido da intensidade da corrente elétrica também foi arbitrado antes de aplicar a lei para montar a equação

Aplicando-se a lei das malhas à malha beta, β , obteremos a equação (3):

$$-E_4 + R_4 \cdot i_1 - E_3 + R_5 \cdot i_1 - E_2 + R_3 \cdot i_3 = 0 \quad (3)$$

Aplicando-se a lei das malhas à malha gama a malha que contorna a figura do circuito, obtém-se a equação (4):

$$R_2 \cdot i_2 - E_5 - E_4 + R_4 \cdot i_1 - E_3 + R_5 \cdot i_1 - E_2 - E_1 + R_1 \cdot i_2 = 0 \quad (4)$$

Usando as quatro equações e conhecendo o valor de algumas das grandezas envolvidas neste circuito, podemos determinar as características do mesmo.

APÊNDICE B
EXERCÍCIOS E ATIVIDADES

INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO ERNESTO ALVES

Disciplina: Física

Professora: Maria Beatriz dos Santos Almeida Moraes

Aluno(a):Turma:Data:.....

Teste e aprofunde seus conhecimentos:

1. O fio condutor representado na figura está submetido a um campo elétrico \vec{E} , da esquerda para a direita. Responda:



- a) Qual é o tipo de partículas que formam a corrente elétrica neste fio?
 - b) Qual será o sentido real da corrente elétrica?
 - c) Qual será o sentido convencional da corrente elétrica?
 - d) Com estas informações, como podemos classificar a corrente elétrica neste condutor?.....
.....
2. Quais são as condições necessárias para que haja uma corrente elétrica?
.....
 3. Qual é a unidade de corrente elétrica no Sistema Internacional de Unidades? Cite submúltiplos dessa unidade.
 4. Quais são as partículas portadoras de carga nos condutores sólidos?.....
E nos condutores líquidos e nos gases?
 5. Por que os prótons e os nêutrons não são portadores de carga em uma corrente elétrica?
.....
 6. Comente as afirmações abaixo, classificando-as em verdadeiras ou falsas. Justifique, dizendo por que são verdadeiras ou falsas:
 - a) Os elétrons se locomovem, nos condutores sólidos, com alta velocidade.
 - b) O sentido da corrente elétrica em um fio condutor é do ponto A para o ponto B, logo, o potencial elétrico no ponto A é maior do que o potencial elétrico no ponto B.
 - c) Um fio que conduz corrente elétrica normalmente não está eletricamente carregado.
 - d) Nas lâmpadas fluorescentes ocorre o efeito luminoso da corrente elétrica e nas lâmpadas incandescentes ocorre o efeito Joule.
 7. Cite exemplos de ocorrência de efeitos da corrente elétrica.
 8. Ao dizer que a corrente elétrica em uma residência é de 60 Hz, qual é a grandeza física citada e o que isso significa?

9. (Uneb- BA)² A corrente elétrica num condutor metálico se deve ao movimento de:
- íons do metal no mesmo sentido convencional da corrente.
 - prótons, no sentido oposto ao sentido convencional da corrente.
 - elétrons, no sentido oposto ao sentido convencional da corrente.
 - elétrons, no mesmo sentido convencional da corrente.
 - prótons, no mesmo sentido convencional da corrente.
10. (Unitau-SP)³ 5 μC de carga atravessam a seção reta de um fio metálico, num intervalo de tempo igual a 2 milissegundos. A corrente elétrica que atravessa a seção é de:
- 1 mA
 - 1,5 mA
 - 2 mA
 - 2,5 mA
 - 3 mA
11. Uma lâmpada permanece acesa durante 1 hora, por efeito de uma corrente de 2 A. Qual é a carga total, em C, fornecida a essa lâmpada, nesse intervalo de tempo?.....
12. Suponha que a corrente elétrica estabelecida em um condutor metálico tem intensidade 8 μA . Sabendo que a carga elementar é igual a $1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$, determine o número e o tipo de partículas portadoras de carga que atravessam uma seção reta do condutor em 2 segundos:
- () $1 \cdot 10^{13}$ prótons () $6 \cdot 10^{19}$ elétrons () $10 \cdot 10^{13}$ nêutrons
 () $10 \cdot 10^{13}$ elétrons () $1 \cdot 10^{14}$ íons
13. Observe o gráfico da corrente elétrica i em função do tempo t :



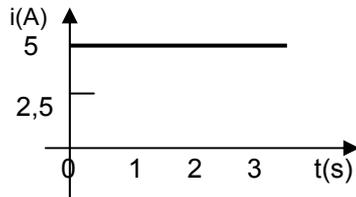
A área escurecida no gráfico representa:

- () a diferença de potencial
 () o campo elétrico
 () a corrente elétrica
 () a carga elétrica.

² Exercício extraído do livro "Física - Ciência e Tecnologia", N. G. Ferraro et al. Editora Moderna. 2001.

³ Idem.

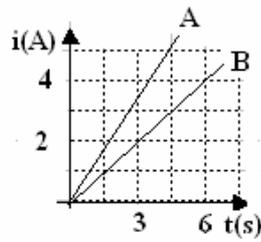
14. A intensidade da corrente elétrica i em um fio condutor em função do tempo transcorrido t está representada no gráfico abaixo. Analise o gráfico e responda:



- (a) A corrente é contínua ou alternada?
 Trata-se de uma corrente iônica ou eletrônica? Justifique sua resposta.

 (b) Qual é a quantidade de carga que passa pela secção reta do fio condutor nos primeiros 3 segundos?

 (c) Conhecendo a carga elementar, determine o número de partículas que atravessa a secção reta do condutor em 3 segundos.
15. O gráfico representa a intensidade da corrente em função do tempo em dois condutores, A e B. Sendo q_A e q_B as cargas que passam por uma secção transversal dos condutores A e B, assinale as respostas certas:



Podemos afirmar que nos 6 primeiros segundos:

- $q_A = q_B$ $q_A > q_B$ $q_A < q_B$ nada podemos afirmar.

A carga q_B aos 4,5 s é igual a:

- 6,75 C 13,5 μ C 13,5 C
 6,75 μ C 20 μ C

INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO ERNESTO ALVES

Disciplina: Física

Professora: Maria Beatriz dos Santos Almeida Moraes

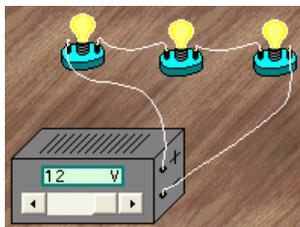
Aluno(a):Turma:Data:.....

Teste e aprofunde seus conhecimentos:

1. O que você entende por “resistência elétrica de um condutor”? Qual é a unidade da grandeza física *resistência* no SI?.....
2. Comparando-se dois fios de mesmas dimensões (mesmo comprimento e mesma área), um de ferro e outro de cobre, qual apresenta maior resistência elétrica? Por quê?
.....
3. Se os dois fios citados na questão 2 fossem usados para construir duas resistências de imersão, quando ligados em iguais condições, qual provocaria maior aquecimento na mesma quantidade de água? Por quê?
.....
4. Um condutor retilíneo tem 2 m de comprimento e área de secção igual a $2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$. Sabendo que a resistividade do material é $6 \cdot 10^{-6}$, determine a resistência do condutor.
.....
5. O que acontece quando ligamos um chuveiro de 220 V numa rede de 110 V?
.....
6. O que acontece quando ligamos um aparelho de televisão de 110 V em uma rede elétrica de 220 V?
.....
7. Um chuveiro elétrico está aquecendo muito pouco, para que a temperatura da água fique agradável (aqueça mais), deve-se:
() aumentar a resistência () diminuir a resistência () diminuir a voltagem
8. Associe as grandezas físicas às unidades correspondentes:

a) Resistência	() quilowatt (kW)
b) Energia	() volt (V)
c) Potência	() ampère (A)
d) Intensidade de corrente elétrica	() joule (J)
e) Voltagem	() quilowatt-hora (kWh)
	() watt (W)
	() ohm (Ω)

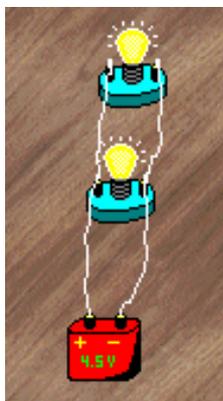
9. Um circuito é formado por três lâmpadas idênticas, em série, ligadas a uma bateria de 12 V, conforme afigura. Analise a situação e responda:



- a) Se a corrente na lâmpada da direita for 2 A, qual será a corrente nas outras? Justifique.....

 b) Qual será a voltagem nos terminais de cada lâmpada?.....
 c) Se aumentarmos a voltagem da fonte, o que acontecerá com o brilho das lâmpadas?
 e) Se a lâmpada do meio queimar, o que acontecerá com o brilho das outras? Por quê?.....

 f) Represente o circuito através de símbolos.
10. No circuito representado abaixo, duas lâmpadas idênticas estão ligadas a uma bateria de 4,5 V. Observe a figura, faça a representação do circuito, usando os símbolos e responda as seguintes perguntas:



- a) Qual a voltagem aplicada a cada lâmpada?
 b) Se a intensidade da corrente em uma das lâmpadas é 0,4 A, qual será a intensidade da corrente na outra lâmpada?
 c) Qual é a intensidade da corrente total fornecida pela bateria?
 d) Qual é a resistência elétrica de cada lâmpada?
 e) Qual é a resistência total das duas lâmpadas?

INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO ERNESTO ALVES

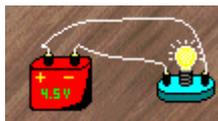
Disciplina: Física

Professora: Maria Beatriz dos Santos Almeida Moraes

Aluno(a):Turma:Data:.....

Teste e aprofunde seus conhecimentos:

1. A figura a seguir representa um circuito simples, ou seja, um circuito, onde todos os pontos são percorridos pela mesma intensidade de corrente:

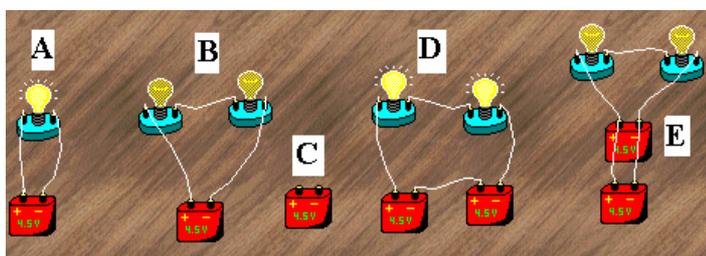


- a) No circuito representado acima, considere o gerador com força eletromotriz E e resistência interna r e, a lâmpada, com resistência R . Represente este circuito através dos símbolos.

- b) A diferença de potencial entre os terminais do gerador é obtida pela equação do gerador ($U = \dots\dots\dots$); a diferença de potencial entre os terminais da lâmpada pode ser obtida pela Lei de Ohm ($U = \dots\dots\dots$).

Compare as duas expressões e obtenha a Lei de Pouillet.

2. A bateria da figura possui força eletromotriz igual a $4,5\text{ V}$ e resistência interna de $1\ \Omega$. As lâmpadas são idênticas e possuem resistência igual a $2\ \Omega$. Observe a figura e responda as questões:



- a) Qual é a voltagem entre os pólos da bateria quando ela se encontra em circuito aberto, como em C?
.....

- b) Qual é a intensidade da corrente elétrica que passa pela lâmpada no circuito A?

Qual é a voltagem nos pólos da bateria, nesse caso?

- c) Compare o brilho das lâmpadas nos circuitos A e B. Explique.....

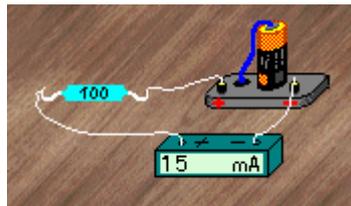
- d) Qual é a intensidade da corrente que passa por cada lâmpada no circuito B?.....

- e) Qual é a voltagem entre os pólos da bateria no circuito B?.....

- f) Por quê as lâmpadas em D brilham mais do que em B? Comprove sua resposta através de cálculos.

- g) Compare os circuitos B, D e E. Comente as semelhanças e diferenças quanto ao tipo de associação e quanto ao brilho das lâmpadas.

3. Uma lâmpada ligada a uma pilha apresentava uma certa intensidade luminosa. Verificou-se, com o decorrer do tempo, que a intensidade da lâmpada diminuiu gradualmente. Baseando-se nesta informação, diga se cada uma das seguintes grandezas aumentou, diminuiu ou não se alterou com o decorrer do tempo⁴:
- A f.e.m. da pilha.
 - A resistência interna da pilha.
 - A voltagem que a pilha aplicava à lâmpada.
 - A corrente que a pilha fornecia à lâmpada.
4. Na figura⁵ abaixo podemos ver uma pilha de f.e.m. 1,5 V, uma resistência de 100 Ω e um amperímetro, indicando que a intensidade da corrente é 15 mA.



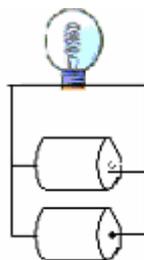
- Nestas condições, podemos dizer que esta pilha:
 - é um gerador ideal.
 - não é um gerador ideal.
 - Suponha, agora, que a pilha possui resistência interna 0,5 Ω . O que mudaria na situação da figura?

.....
 - Qual seria a intensidade da corrente elétrica no circuito?.....
 - Qual seria a d.d.p. nos pólos da pilha?.....
5. Uma bateria possui força eletromotriz 12 V, resistência interna 0,5 Ω e está ligada a um resistor R, fornecendo uma corrente de 2 A.
- Represente o circuito descrito.
 - A d.d.p. nos terminais da bateria, nessas condições.
 - Determine o valor da resistência R.
 - A potência dissipada pela bateria.
 - A potência utilizada pelo circuito externo.
 - A potência total fornecida pela bateria.
 - A energia entregue ao circuito externo, se a bateria permanecer ligada durante 30 minutos.
 - Determine o rendimento da bateria, nessa situação. Explique o significado do número obtido.
6. O circuito elétrico de uma lanterna é formado por três pilhas de 1,5 V, ligadas em série a uma lâmpada de 3 W. Desprezando a resistência interna das pilhas, determine a corrente elétrica que passa através da lâmpada. Represente o circuito através de símbolos.

⁴ Exercício extraído do livro "Curso de Física", A. Máximo e B. Alvarenga, Editora Scipione. 1997.

⁵ As figuras que constam nas questões 1, 2 e 4 foram construídas utilizando-se o software Edison.

7. Duas pilhas ideais, idênticas, de 1,5 V cada uma e resistência elétrica interna desprezível, são ligadas a uma lâmpada L, conforme mostra a figura⁶:



Qual a energia que deve ser fornecida por cada uma das pilhas para que uma carga elétrica de 100 C passe pela lâmpada em um segundo?

- 75 J 100 J 150 J 200 J 300 J

⁶ Exercício extraído do livro "Questões de Física 2", B. Buchweitz e R. Axt, Editora Sagra-Luzzatto. 1997, que traz questões de vestibulares da UFRGS.

INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO ERNESTO ALVES**Disciplina: Física****Professora: Maria Beatriz dos Santos Almeida Moraes****Aluno(a):Turma:Data:.....****Geradores e Receptores**

Responda as questões abaixo:

1. Cite diferenças entre geradores e receptores quanto à função, símbolo e sentido da corrente elétrica.
2. Compare geradores e receptores, traçando a curva característica de um gerador e de um receptor. Faça uma análise comparativa desses dois gráficos.
3. Relacione todas as fórmulas usadas no estudo dos geradores e dos receptores, comparando-as.
4. Cite exemplos de geradores e de receptores que você conhece.
5. O que significa o rendimento de um gerador? Ao dizer que o rendimento de um gerador é 85%, estamos dizendo exatamente o quê?
6. Um receptor recebe do gerador, durante uma hora, a quantidade de energia de 3000 J. O rendimento do receptor é 0,8 ou 80%. O que significa esta frase? (faça um comentário usando os termos energia total, dissipada e útil).
7. Compare força eletromotriz com força contra-eletromotriz (explique a diferença).
8. Cite a diferença entre receptores e resistores.
9. Na sua casa existe algum fusível? Onde? Para quê?
10. Na sua sala de aula há algum "dispositivo de manobra"? Qual? Para quê?
11. Qual é a diferença entre amperímetro, voltímetro e galvanômetro?

12. As pilhas que costumamos usar são geradores ideais?
13. O que acontece, em uma pilha, com as grandezas físicas estudadas, quando a pilha fica “gasta”?
14. Pesquise e comente sobre causas e possíveis conseqüências de um curto circuito.
15. Em sua casa as lâmpadas e demais aparelhos são ligados em série? Comente.

INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO ERNESTO ALVES

Disciplina: Física

Professora: Maria Beatriz dos Santos Almeida Moraes

Aluno(a):Turma:Data:.....

Atividades Práticas com o “Edison”⁷ – Em grupos

1ª Atividade (um período de aula):

1. Explore os recursos do *software* Edison: selecione e observe as prateleiras, coloque peças na área de trabalho, verifique os valores nominais dos elementos e simule ligações usando fios condutores.
2. Monte circuitos simples utilizando os recursos do *software* Edison.
3. Ligue as lâmpadas e os geradores, ora em série, ora em paralelo, observe os resultados, discuta, no seu grupo, as alterações observadas, anote os resultados e faça um relatório simples.

⁷ Edison AC/DC (Design Software – Educare Informática), aplicativo simulador de experiências.

INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO ERNESTO ALVES**Disciplina: Física****Professora: Maria Beatriz dos Santos Almeida Moraes****Aluno(a):Turma: Data:.....****Atividades práticas com o uso de simulações e experimentos reais**
(em grupos)

Usando os elementos do software Edison, monte os circuitos indicados abaixo e, após, faça as mesmas atividades com as experiências reais, usando o kit de eletricidade.

- 1º) Três pilhas em série (ou uma bateria) ligadas a uma lâmpada. Observe.
- 2º) Acrescente mais uma lâmpada em série. Depois mais uma. Observe e anote os resultados. (use lâmpadas idênticas)
- 3º) Três pilhas em série (ou uma bateria) ligadas a uma lâmpada. Observe. Acrescente uma lâmpada em paralelo com a primeira. Observe. Acrescente mais uma lâmpada. Observe e anote os resultados. Compare com o resultado da 2ª experiência. (use lâmpadas idênticas)

Use o amperímetro e o voltímetro para realizar medidas nos circuitos.

Faça um relatório explicando cada experiência e os seus resultados. De acordo com a teoria estudada, explique o que aconteceu com o brilho das lâmpadas, com a intensidade da corrente e com a voltagem obtida em suas medidas, em cada caso, e explique porque aconteceu assim.

Suas observações estão de acordo com a teoria? Explique.

Compare os resultados obtidos nas simulações com os resultados dos experimentos reais equivalentes. Os resultados foram todos semelhantes? Se houve alguma diferença explique os motivos.

Compare a prática virtual, através de um software de simulação, com a prática através de experimentos reais, para o estudo dos circuitos elétricos. Comente sobre as vantagens e as desvantagens de cada um dos tipos de atividade.

Instituto Estadual de Educação Ernesto Alves

Disciplina: Física

Professora: Maria Beatriz dos Santos Almeida Moraes

Aluno(a):Turma: Data:.....

Questões teóricas, que deverão ser comprovadas através de cálculos e de prática virtual:

As questões propostas a seguir devem ser resolvidas aplicando a teoria e as fórmulas estudadas e, após, devem ser montados os circuitos no *software* Edison e comparados os resultados.

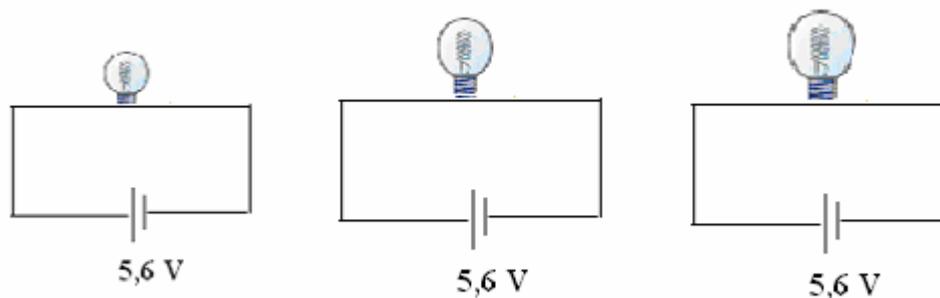
O *software* Edison, como você conhece, possui três lâmpadas diferentes, com as seguintes especificações nominais.

Lâmpada grande: Potência = 15 W e Voltagem (U) = 5,6 V

Lâmpada média: Potência = 3 W e Voltagem (U) = 5,6 V

Lâmpada pequena: Potência = 2 W e Voltagem (U) = 5,6 V

1. Considere três circuitos simples formados cada um por uma das lâmpadas citadas, ligadas a uma fonte de 5,6 V. Considere o gerador ideal e a resistência constante.



Nestas condições, calcule a resistência de cada lâmpada e a intensidade da corrente que passa por elas.

Lâmpada pequena: R= i=.....

Lâmpada média: R= i=

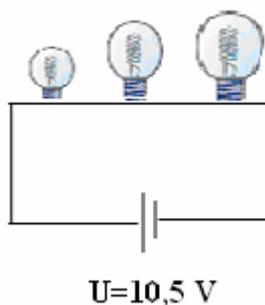
Lâmpada grande: R= i=.....

Qual é a energia consumida por cada uma das lâmpadas em 5 minutos?

Lâmpada Pequena: Lâmpada Média: Lâmpada Grande:

Como podemos interpretar esses dados em termos de iluminação fornecida (ou brilho)?

2. Considere, agora, um circuito formado pelas três lâmpadas ligadas em série a uma fonte de 10,5 V (pode ser um gerador ou geradores associados) e responda:



- a) Qual é a resistência elétrica total no circuito?.....

- b) Qual é a intensidade da corrente que passa por cada lâmpada?
- c) Qual a voltagem fornecida pelo gerador a cada lâmpada?
- d) O que podemos prever sobre o brilho destas lâmpadas, comparando cada uma com suas condições nominais (questão 1):

L pequena () brilho normal () brilha mais () brilha menos

L média () brilho normal () brilha mais () brilha menos

L grande () brilho normal () brilha mais () brilha menos

Justifique sua resposta.

-
- e) As três lâmpadas terão o mesmo brilho, uma vez que são percorridas pela mesma intensidade de corrente? Para responder calcule a potência utilizada por cada uma das lâmpadas. (Pense sobre o significado de energia útil).
- f) E se as três lâmpadas fossem idênticas? Faça um comentário sobre o que deveria acontecer nesta situação.

3. Faça uma figura representando as três lâmpadas associadas em paralelo e ligadas a uma ddp de 5,8 V.

O que podemos prever sobre o brilho das lâmpadas neste caso? Todas terão o mesmo brilho ou não? Cada lâmpada terá o brilho igual, maior ou menor do que nas suas condições nominais?

E se fossem três lâmpadas idênticas, associadas em paralelo, o que mudaria em relação à situação anterior?

Estas questões podem ser respondidas analisando o cálculo, mas não é necessário calcular agora. Responda de acordo com a teoria.

4. Agora que já foram respondidas todas estas questões, de acordo com a teoria e com o cálculo, monte os circuitos no "Edison".

Usando voltímetros e amperímetros, compare cada uma de suas respostas com os resultados obtidos na prática. Faça um relatório de suas atividades práticas, explicando o que acontece em cada situação.

INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO ERNESTO ALVES

Disciplina: Física

Professora: Maria Beatriz dos Santos Almeida Moraes

Aluno(a):Turma: Data:.....

Exercícios sobre Resistores, Geradores e Receptores

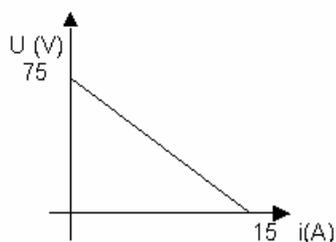
Resolva as questões abaixo:

1. Um motor com resistência interna 1Ω é percorrido por uma corrente de 2 A. Nestas condições o motor transforma, de elétrica em mecânica, a potência de 160 W. Pede-se:
 - a) a força contra-eletromotriz do motor.
 - b) a ddp nos seus terminais
 - c) a potência recebida pelo motor
 - d) a potência dissipada internamente
 - e) o rendimento do motor
 - f) a curva característica deste motor (gráfico $U \times i$) quando a intensidade varia de 0 a 5 A.

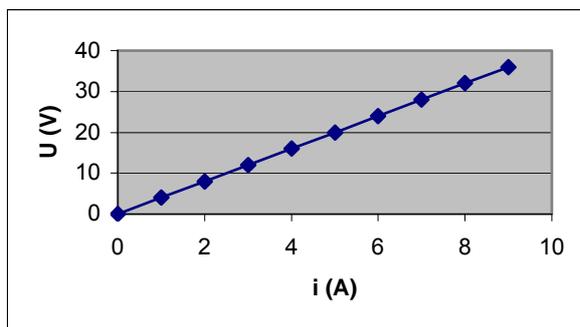
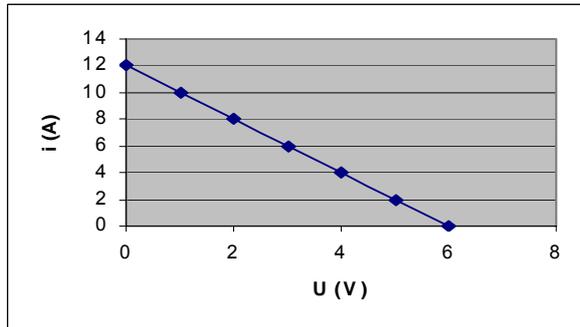
2. A curva característica de um gerador é dada pela figura abaixo:

Pede-se:

 - a) A força eletromotriz, a resistência interna e a corrente de curto circuito deste gerador.....
 - b) A d.d.p.nos terminais do gerador quando $i=10$ A
 - c) Faça uma figura,usando os símbolos, e represente esse gerador ligado a uma resistência de 20Ω .
 - d) Nessa situação (gerador e resistor), determine a intensidade da corrente que percorre o circuito.....
 - e) A potência total fornecida pelo gerador.....
 - f) A potência dissipada pelo gerador.....
 - g) A potência utilizada pela resistência externa.....
 - h) O rendimento do gerador
 - i) a energia elétrica transformada em calor em 1 minuto.....



3. Dados os gráficos a seguir, identifique os elementos do circuito elétrico correspondentes e responda de acordo:



- a) Qual é o valor da resistência elétrica do resistor?
- b) Qual é o valor da resistência elétrica interna do gerador?.....
- c) Qual é o valor da resistência elétrica interna do receptor?
- d) Determine a força eletromotriz do gerador e sua corrente de curto circuito
- e) Determine a força contra-eletromotriz do receptor.....
- f) Desenhe os símbolos destes três elementos, ligados em série, indicando o sentido da corrente elétrica.

INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO ERNESTO ALVES**Disciplina: Física****Professora: Maria Beatriz dos Santos Almeida Moraes****Aluno(a):Turma: Data:.....****Atividade Prática sobre o Consumo de Energia Elétrica**

1. Observe uma “conta de energia elétrica” de sua casa.
O consumo de energia é dado em kWh. Assinale o número que representa o consumo de energia em um mês, o preço de 1 kWh e o valor total em reais, da nota, em um mês.
2. Faça uma relação de todos os aparelhos elétricos usados em sua casa e pesquise as suas potências nominais.
3. Faça uma estimativa do tempo que cada aparelho é usado em um dia (ou em um mês). Calcule a energia elétrica consumida por cada aparelho, em kWh, e determine o consumo de energia elétrica, em sua casa, em um mês.
4. Determine o valor, em reais, gasto em um mês em sua casa, na conta de energia elétrica, através do cálculo.
5. Compare o valor obtido no item 4 com os dados verdadeiros, constantes na nota fiscal.
6. Escreva uma conclusão, dizendo se os valores obtidos no cálculo estão próximos dos verdadeiros ou não. Justifique.
7. Explique se é possível e como é possível economizar energia elétrica em sua casa.
8. Justifique a preocupação que todos devemos ter em racionalizar o uso de energia elétrica.

INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO ERNESTO ALVES

Disciplina: Física

Professora: Maria Beatriz dos Santos Almeida Moraes

Aluno(a):Turma: Data:.....

Exercite e aprofunde seus conhecimentos:

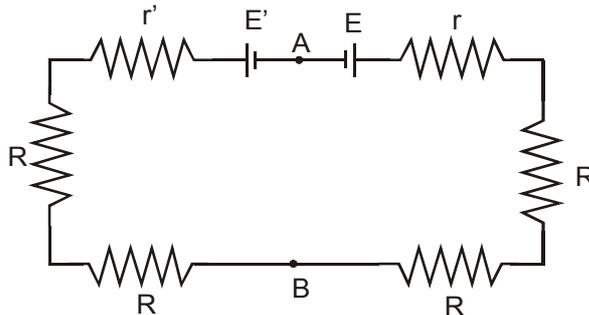
1. No circuito abaixo sabe-se que $E_1=6\text{ V}$, $r_1=1\Omega$, $E_2=3\text{ V}$, $r_2=1\Omega$, $E'_1=9\text{ V}$, $r'_1=0,5\Omega$, $E'_2=6\text{ V}$, $r'_2=1\Omega$ e $R=3\Omega$.

Sabendo que o potencial no ponto A é $V_A=10\text{ V}$ e o potencial no ponto B é $V_B=120\text{ V}$, pede-se:

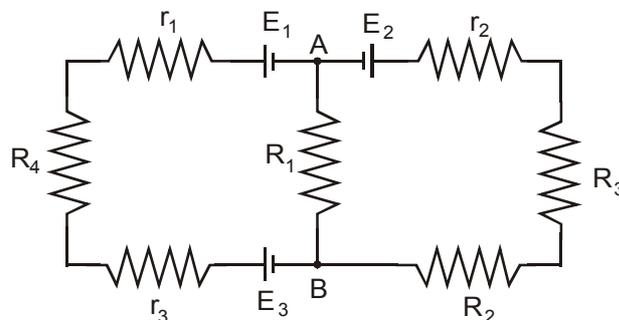
- Determine a intensidade e o sentido da corrente elétrica entre A e B.
- Identifique os elementos que são geradores e receptores de corrente elétrica no circuito.



2. Observe o circuito representado abaixo e responda:



- Quantos nós, quantos ramos e quantas malhas possui este circuito?
 - Sabendo que os quatro resistores são idênticos e suas resistências valem, cada uma, 6Ω , que $r'=4\Omega$, $E'=60\text{ V}$, $E=30\text{ V}$, $r=2\Omega$ e, determine a intensidade e o sentido da corrente elétrica no circuito.
 - Qual é a d.d.p. entre os pontos A e B?
3. Um circuito elétrico é representado abaixo, observe-o e responda:



- Quantos nós, quantos ramos e quantas malhas possui este circuito?
- Represente, no circuito, o sentido da corrente elétrica, de acordo com a seguinte orientação:
em R_3 o sentido é horário.
em R_4 o sentido é horário
em R_1 a corrente elétrica tem sentido de B para A.

- c) De acordo com essa orientação, classifique os elementos do circuito em geradores, receptores ou resistores.
- d) Aplique a lei dos nós ao nó A.
- e) Aplique a lei das malhas às duas malhas menores.

APÊNDICE C

PRÉ- TESTE, TESTES E QUESTÕES DE VESTIBULARES

INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO ERNESTO ALVES

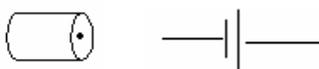
Disciplina: Física **Série:** 3^a **Curso:** Ensino Médio

Professora: Maria Beatriz dos Santos Almeida Moraes

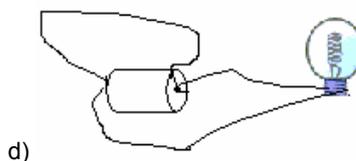
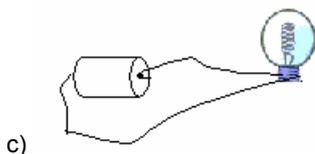
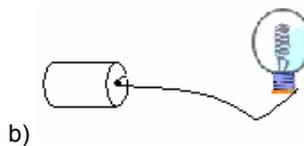
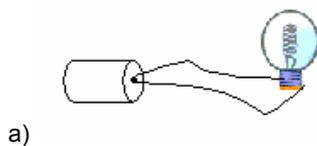
Aluno:..... **Turma:**..... **Data:**.....

Pré-teste – Circuitos Elétricos

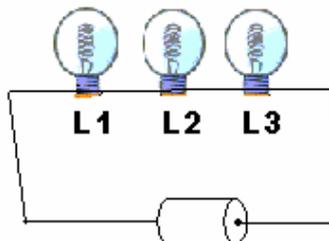
Nos circuitos representados neste teste, considere as lâmpadas idênticas. O brilho das lâmpadas depende da intensidade da corrente elétrica. A bateria tem resistência desprezível e é representada por um dos símbolos abaixo:



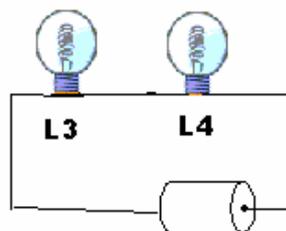
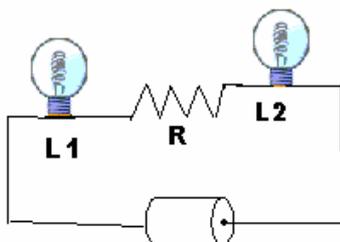
1. Indique em qual ou em quais situações abaixo a lâmpada acenderá:



2. No circuito abaixo:

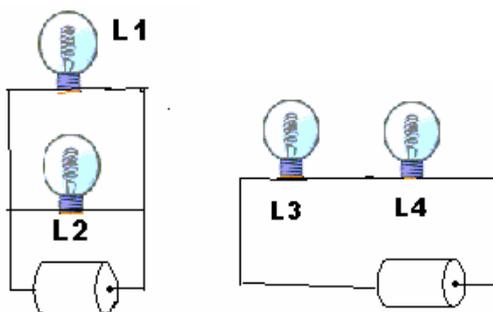


- a) L_1 brilha mais do que L_2 .
 b) L_2 brilha mais do que L_1 e L_3 .
 c) L_3 brilha mais do que L_1 e L_2 .
 d) As três lâmpadas têm o mesmo brilho.
3. Nas figuras abaixo, L_1 , L_2 , L_3 e L_4 são lâmpadas de mesma potência e R é um resistor. Marque a afirmativa correta:

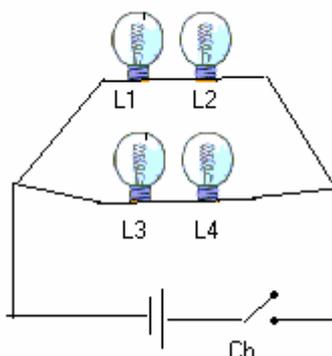


- a) L_1 brilha mais do que L_2 .
 b) L_1 brilha mais do que L_3 .
 c) L_4 brilha mais do que L_2 .
 d) As quatro lâmpadas têm o mesmo brilho.

4. Nos circuitos a seguir:

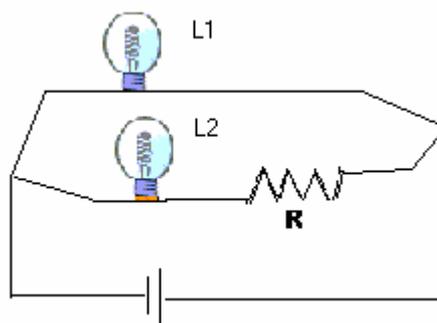


- a) L_1, L_2, L_3 e L_4 têm o mesmo brilho. b) L_1 e L_2 brilham mais do que L_3 e L_4 .
 c) L_3 e L_4 brilham mais do que L_1 e L_2 . d) L_2 brilha mais do que L_1 .
 e) L_1 brilha mais do que L_2 .
5. A figura abaixo representa quatro lâmpadas ligadas a uma bateria e uma chave ou interruptor **Ch**:



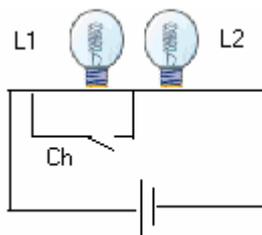
Podemos afirmar que quando a chave **Ch** é fechada:

- a) L_1, L_2, L_3 e L_4 têm o mesmo brilho. b) L_1 e L_2 brilham mais do que L_3 e L_4 .
 c) L_3 e L_4 brilham mais do que L_1 e L_2 . d) L_2 brilha mais do que L_1 .
 e) L_1 brilha mais do que L_2 .
6. Na situação apresentada abaixo podemos afirmar que:

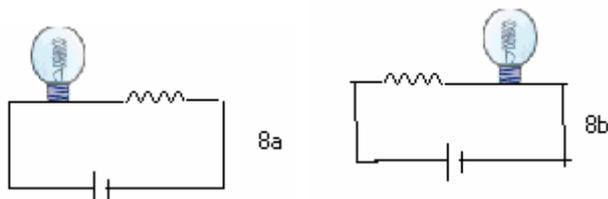


- a) L_1 brilha mais do que L_2 .
 b) L_2 brilha mais do que L_1 .
 c) L_1 brilha tanto quanto L_2 .
 d) L_1 não acende, independente do valor da resistência R .
 e) L_2 não acende, independente do valor da resistência R .

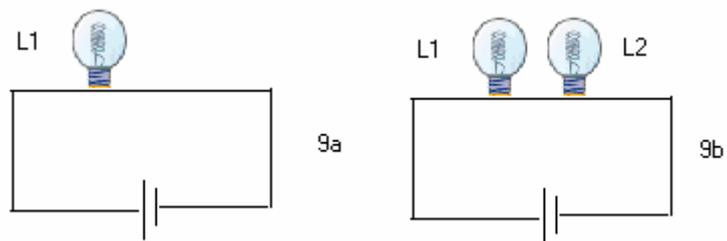
7. Na figura seguinte, **Ch** é uma chave ou interruptor e está aberto. Ao fechar a chave:



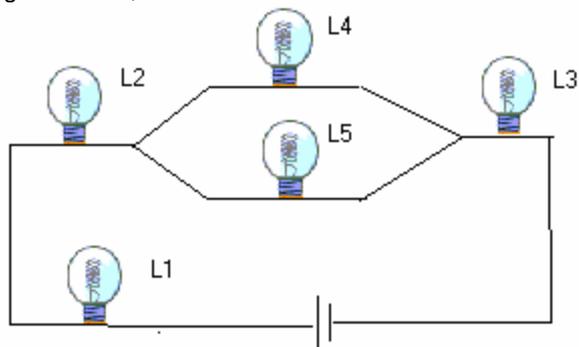
- Aumentará o brilho de L_1 .
 - Aumentará o brilho de L_2 .
 - O brilho de L_1 permanecerá o mesmo.
 - O brilho de L_2 permanecerá o mesmo.
 - Diminuirá o brilho de L_2 .
8. Observe as figuras 8a e 8b. Assinale a afirmativa correta:



- A lâmpada brilha mais em 8a.
 - A lâmpada brilha mais em 8b.
 - O brilho da lâmpada é o mesmo em 8a e em 8b.
 - A lâmpada não acende em nenhum dos dois casos, independente do valor da resistência.
9. Observe as figuras 9a e 9b e assinale a afirmativa correta:



- L_1 brilha mais em 9a.
 - L_1 brilha mais em 9b.
 - L_1 tem o mesmo brilho em 9a e em 9b.
 - L_2 brilha mais do que L_1 em 9b.
10. Em relação ao circuito da figura abaixo, assinale a afirmativa correta:



- a) O brilho de L_1 é maior que o de L_3 .
- b) O brilho de L_1 é menor que o de L_2 .
- c) O brilho de L_1 é menor que o de L_5 .
- d) O brilho de L_4 é maior que o de L_5 .
- e) O brilho de L_1 é maior que o de L_5 .

INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO ERNESTO ALVES

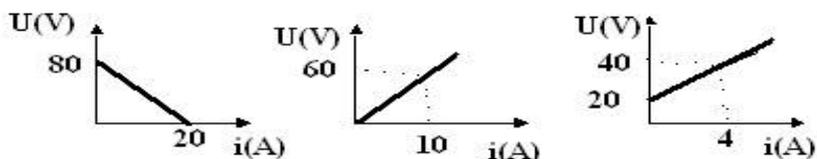
Disciplina: Física **Série:** 3^a **Curso:** Ensino Médio

Professora: Maria Beatriz dos Santos Almeida Moraes

Teste de Física – 2º Trimestre

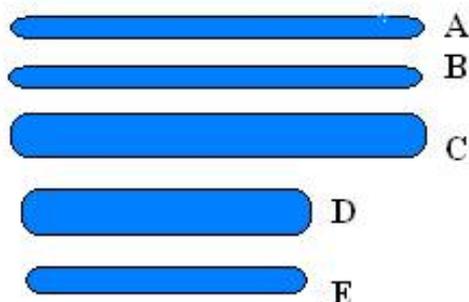
Aluno:..... **Nº**..... **Turma:**..... **Data:**.....

1. Assinale com V (verdadeiro) ou F (falso) as afirmativas abaixo:
- () Nos condutores sólidos a corrente elétrica é constituída pelo movimento de elétrons livres. Esta corrente é classificada como eletrônica.
 - () A intensidade da corrente elétrica pode ser determinada dividindo-se o módulo da força elétrica pelo tempo.
 - () Corrente iônica é aquela constituída pelo deslocamento dos íons positivos e negativos, movendo-se simultaneamente em sentidos opostos.
 - () O sentido convencional da corrente elétrica é o sentido do deslocamento das cargas positivas, isto é, do potencial maior para o menor (do pólo positivo para o negativo).
 - () No SI, a unidade de corrente elétrica é o coulomb (C).
 - () A corrente elétrica pode ser classificada em dois tipos: contínua e alternada. A corrente contínua é aquela em que a intensidade e o sentido se mantêm constantes.
 - () Amperímetro ideal tem a resistência elétrica muito grande.
 - () Amperímetros são ligados em paralelo ao circuito elétrico onde devem realizar medidas.
 - () O voltímetro ideal tem resistência elétrica muito grande.
2. Dados os gráficos abaixo, analise-os e responda as questões seguintes:



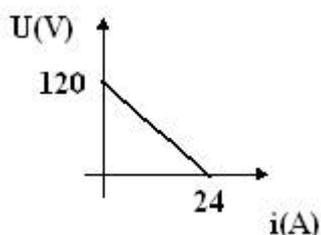
- a) Qual a resistência elétrica do resistor?
- b) Qual o valor da resistência interna do gerador?.....
- c) Qual a resistência interna do receptor?
- d) Determine a força eletromotriz do gerador e sua corrente de curto-circuito
- e) Determine a força contra-eletromotriz do receptor.....
- f) Desenhe os símbolos destes três elementos, ligados em série no circuito elétrico, indicando o sentido da corrente elétrica.

3. Considere três resistores de $9\ \Omega$ cada um e ligados a uma ddp de 180 V. Pede-se:
- A resistência equivalente, quando associados em série.
 - A intensidade da corrente em cada resistor, nesse caso.
 - A resistência equivalente, quando associados em paralelo.
 - A intensidade da corrente em cada resistor, nesse caso.
 - Para uma residência, você recomendaria uma associação em série ou em paralelo? Por quê?
.....
4. Cinco condutores, A, B, C, D e E são representados na figura abaixo. Compare-ose, de acordo com os dados fornecidos, responda as perguntas sobre estes:



O filamento A é de tungstênio (resistividade elétrica = $551 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot m$). Os filamentos B, C, D e E são de cobre (resistividade elétrica = $1,7 \cdot 10^{-8}\ \Omega \cdot m$). As dimensões dos condutores são representadas na figura.

- Comparando D com E, qual possui maior resistência elétrica?
 - Comparando C com D, se ligados à mesma ddp, em qual dos dois a intensidade da corrente é maior?
 - Comparando A com B, qual possui menor resistência elétrica?
 - Imagine que você é um inventor e vai inventar um chuveiro para usar no inverno de Gramado, usando um destes condutores como resistência, qual você escolheria? Essa questão merece uma justificativa. Explique a sua opção.
.....
.....
 - Qual destes condutores possui maior resistência elétrica?
5. A curva característica de um gerador é dada pela figura abaixo:



Pede-se:

- A força eletromotriz, a resistência interna e a corrente de curto-circuito.
- A ddp nos terminais do gerador quando $i=10\ A$
- Faça uma figura, usando os símbolos correspondentes, e represente esse gerador ligado a uma resistência elétrica de $5\ \Omega$.

- d) Nesta situação (gerador e resistor), determine a intensidade da corrente elétrica que percorre o circuito.....
- e) Determine a potência total fornecida pelo gerador.....
- f) Determine a potência dissipada pelo gerador.....
- g) Determine a potência utilizada pela resistência elétrica externa.....
- h) Determine o rendimento do gerador
- i) Determine a energia elétrica total fornecida pelo gerador em 3 minutos

Instituto Estadual de Educação Ernesto Alves
Teste de Física – 2º Trimestre
Professora: Maria Beatriz dos Santos Almeida Moraes

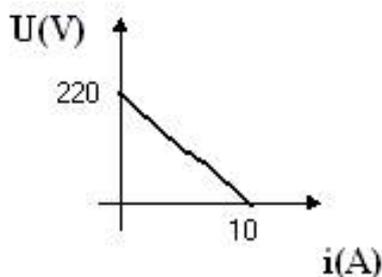
Aluno:.....**Nº**.....**Turma:****Data:**.....

1. Considere 4 fios condutores de eletricidade com as seguintes características: a resistividade elétrica, o comprimento e a área de secção transversal desses condutores é dada na tabela abaixo:

Condutor	Resistividade	Comprimento	Área de secção
A	$1,8 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$	1,0 m	$0,40 \text{ cm}^2$
B	$1,8 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$	1,5 m	$0,40 \text{ cm}^2$
C	$1,8 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$	0,6 m	$0,85 \text{ cm}^2$
D	$2,5 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$	1,5 m	$0,40 \text{ cm}^2$

Analisando as características destes condutores, responda:

- Qual deles apresenta maior resistência elétrica?.....
 - Qual deles possui menor resistência elétrica?.....
 - Calcule a resistência elétrica do condutor B.....
2. A curva característica de um gerador é dada pela figura abaixo:



Pede-se:

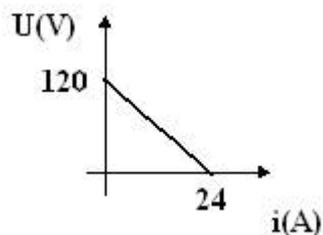
- A força eletromotriz, a resistência elétrica interna e a corrente de curto-circuito.
- A ddp nos terminais do gerador quando $i = 8 \text{ A}$
- Faça uma figura, usando os símbolos correspondentes, e represente esse gerador ligado a uma resistência elétrica de 8Ω .
- Nesta situação (gerador e resistor), determine a intensidade da corrente elétrica que percorre o circuito.....
- Determine a potência total fornecida pelo gerador.....
- Determine a potência dissipada pelo gerador.....
- Determine a potência utilizada pela resistência elétrica externa.....
- Determine o rendimento do gerador
- Determine a energia elétrica total fornecida pelo gerador em 5 minutos.....

3. Escreva um pequeno texto, falando sobre a função dos geradores, dos receptores e dos resistores em um circuito elétrico. Explique, também, a finalidade, as características e como devem ser ligados os amperímetros e voltímetros em um circuito elétrico.

4. Considere quatro resistores de $20\ \Omega$ cada um e ligados a uma ddp de $180\ \text{V}$. Pede-se:

- a) A resistência elétrica equivalente, quando associados em série.
 b) A intensidade da corrente elétrica em cada resistor, nesse caso.
 c) A resistência elétrica equivalente, quando associados em paralelo.
 d) A intensidade da corrente elétrica em cada resistor, nesse caso.

5. A curva característica de um gerador é dada pela figura abaixo:



Pede-se:

- a) A força eletromotriz, a resistência elétrica interna e a corrente de curto-circuito.....
 b) A ddp nos terminais do gerador quando $i = 10\ \text{A}$
 c) Faça uma figura, usando os símbolos correspondentes, e represente esse gerador ligado a uma resistência elétrica de $5\ \Omega$.
 d) Nesta situação (gerador e resistor), determine a intensidade da corrente elétrica que percorre o circuito.....
 e) Determine a potência total fornecida pelo gerador.....
 f) Determine a potência dissipada pelo gerador.....
 g) Determine a potência utilizada pela resistência elétrica externa.....
 h) Determine o rendimento do gerador
 i) Determine a energia elétrica total fornecida pelo gerador em 3 minutos

INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO ERNESTO ALVES

Disciplina: Física **Série:** 3ª **Curso:** Ensino Médio

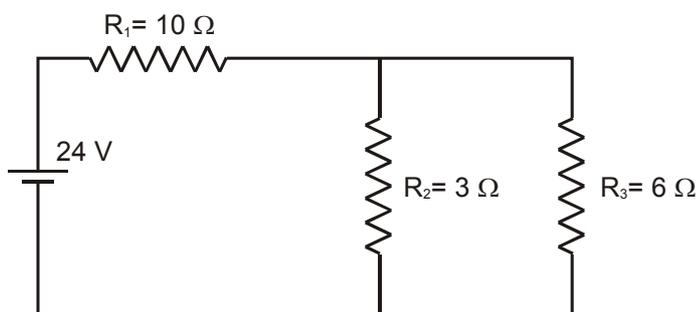
Professora: Maria Beatriz dos Santos Almeida Moraes
2º Trimestre

Questões de Vestibulares – Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC)⁸

Aluno:.....**Nº**.....**Turma:****Data:**.....

Seleção de questões sobre os conteúdos desenvolvidos de vestibulares da UNISC no período de 1994 a 2004.

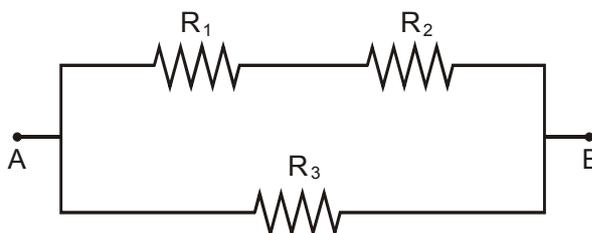
1. Com relação à resistência elétrica de um fio de comprimento “L” e seção transversal “A”, podemos afirmar que:
 - a) Aumenta, quando diminui seu comprimento.
 - b) Diminui, quando diminui sua área de seção transversal.
 - c) Independe da temperatura do fio.
 - d) Aumenta quando a condutividade do fio aumenta.
 - e) Depende do material do qual o fio é constituído.
2. Considere o circuito da figura abaixo e assinale a alternativa correta:



- a) A resistência equivalente e a potência dissipada no circuito são, respectivamente, 12 Ω e 24 W.
- b) A corrente elétrica na resistência R_1 é de 2 A e as correntes elétricas nas resistências R_2 e R_3 são, respectivamente, 8 A e 4 A.
- c) A voltagem sobre as resistências R_2 e R_3 é de 24 V e a corrente elétrica na resistência R_1 é de 2 A.
- d) A potência dissipada pelo circuito é de 48 W e as correntes elétricas em R_1 , R_2 e R_3 são, respectivamente, 2 A, 4/3 A e 2/3 A.
- e) A voltagem sobre as resistências R_2 e R_3 é de 4 V e a corrente na resistência R_1 é de 2,4 A.

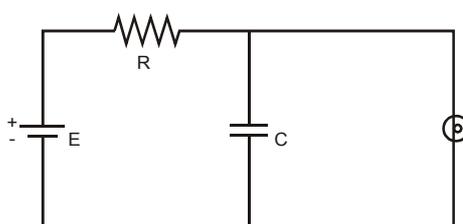
⁸ Os exercícios aqui apresentados foram baseados em questões de vestibulares da UNISC, do período de 1994 a 2004. Agradecemos à UNISC por permitir a utilização destas questões.

12. A resistência elétrica equivalente entre os pontos A e B do circuito elétrico da figura vale $R_{eq}=10\ \Omega$. Sabendo que $R_2 = 10\ \Omega$ e $R_3 = 20\ \Omega$, podemos concluir que R_1 vale:



- a) $1\ \Omega$ b) $5\ \Omega$ c) $10\ \Omega$
 d) $20\ \Omega$ e) $30\ \Omega$

13. Um flash de máquina fotográfica funciona basicamente de acordo com o esquema:



Marque a alternativa que condiz com a função básica nesse dispositivo: do gerador, do resistor e do capacitor, respectivamente.

- a) Fornecer energia elétrica, armazenar energia elétrica e transformar energia.
 b) Fornecer diferença de potencial, evitar que a corrente elétrica seja muito alta e armazenar carga elétrica.
 c) Armazenar energia, impedir parcialmente a passagem de corrente elétrica, deixar que a corrente elétrica flua normalmente.
 d) Proteger o circuito, causar emissão de luz visível e aquecer o dispositivo.
 e) Fornecer diferença de potencial, causar emissão de luz e armazenar carga.

INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO ERNESTO ALVES

Disciplina: Física Série: 3ª Curso: Ensino Médio

Professora: Maria Beatriz dos Santos Almeida Moraes

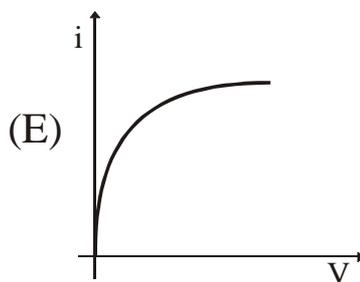
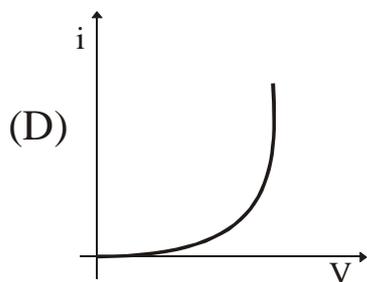
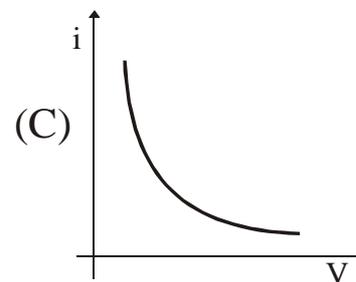
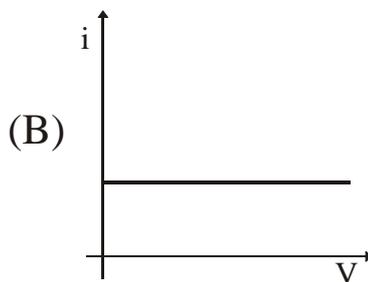
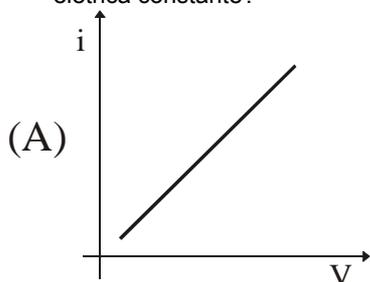
2º Trimestre

Questões de Vestibulares – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)⁹

Aluno:.....**Nº**.....**Turma:****Data:**.....

Resolva as questões abaixo, assinalando a resposta correta:

1. Qual o gráfico que melhor representa a relação entre a corrente elétrica i e a tensão V para uma resistência elétrica constante?



2. Três resistores idênticos têm resistências elétricas constantes e iguais a R . Dois deles, associados em paralelo, são ligados em série com o terceiro. A resistência elétrica equivalente dessa associação é igual a:

- a) $R/2$.
- b) $2R/3$.
- c) R .
- d) $3R/2$.
- e) $2R$.

3. Selecione a alternativa que apresenta as palavras que preenchem corretamente as três lacunas nas seguintes afirmações, respectivamente.

I Corrente elétrica pode ser o resultado do movimento de

II Quanto maior o comprimento de um condutor, tanto a sua resistência elétrica.

⁹ Os exercícios aqui apresentados foram baseados em questões da Prova de Física de vestibulares da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Agradecemos à COPERSE/UFRGS por permitir a utilização destas questões. Estas questões foram extraídas do livro "Questões de Física 2", B. Buchweitz e R. Axt. Editora Sagra-Luzzatto. 1997.

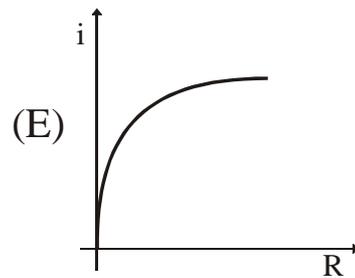
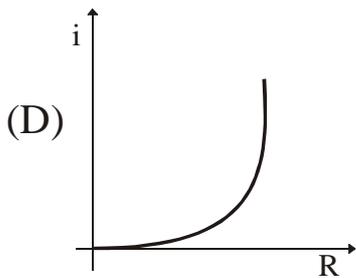
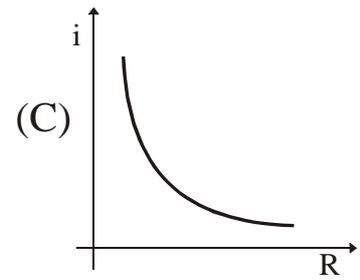
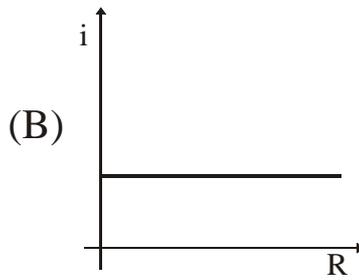
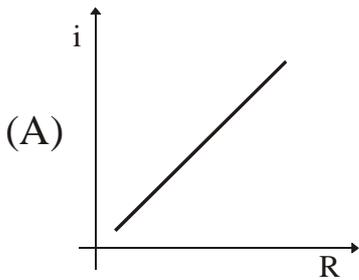
III A corrente elétrica que flui em um circuito elétrico formado por uma bateria ideal e um resistor de resistência variável é inversamente proporcional à

- a) elétrons – maior – resistência
- b) nêutrons – menor – resistência
- c) prótons – menor – resistência
- d) nêutrons – maior – diferença de potencial
- e) elétrons – maior – diferença de potencial

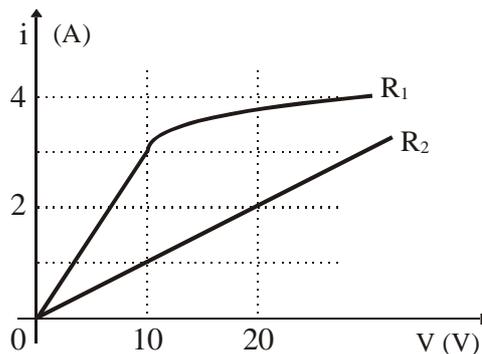
4. A tabela mostra algumas medidas da corrente elétrica i que passa em diversos resistores de resistências R conhecidas, quando ligados, um após o outro, aos terminais de uma mesma bateria que mantém uma diferença de potencial constante.

$R (\Omega)$	$i (A)$
19,9	0,60
40,9	0,29
63,2	0,19
80,0	0,15
109,1	0,11

Tendo por base essas medidas, qual o gráfico que melhor representa a relação entre i e R ?

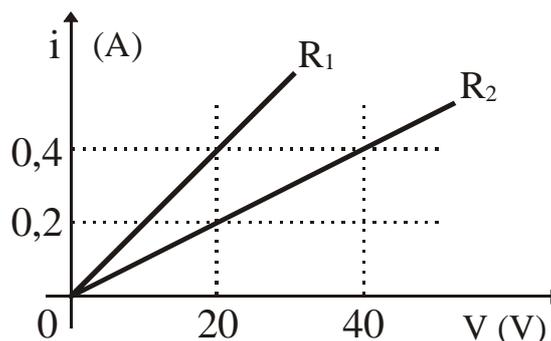


5. O gráfico representa a corrente elétrica i como função da diferença de potencial V aplicada aos extremos de dois resistores, R_1 e R_2 .



Ao analisar o gráfico, pode-se concluir que:

- a resistência elétrica de cada um dos resistores é constante entre 0 e 20 V.
 - para 10 V, o resistor R_1 tem o triplo da resistência elétrica do resistor R_2 .
 - entre 10 e 20 V a resistência elétrica do resistor R_1 é maior do que a do R_2 .
 - entre 10 e 20 V a resistência elétrica do resistor R_1 varia.
 - a variação da resistência elétrica do resistor R_2 é de 10Ω entre 0 e 10 V.
6. A corrente elétrica i em função da diferença de potencial V aplicada aos extremos de dois resistores, R_1 e R_2 , está representada no gráfico. Adicionalmente sabe-se que R_1 e R_2 não alteram suas características para valores de diferença de potencial até 100 V.



Com base nessas informações, um aluno concluiu que, para valores abaixo de 100 V,

- a resistência de cada um dos resistores é constante.
- o resistor R_1 tem resistência maior do que o resistor R_2 .
- ao ser aplicada uma diferença de potencial de 80 V aos extremos do resistor R_2 , nele passará uma corrente de 0,8 A.

Quais as conclusões que estão corretas?

- Apenas I.
- Apenas II.
- Apenas I e III.
- Apenas II e III.
- I, II e III.

7. As figuras mostram pares de fios elétricos de seção transversal circular, e de diferentes dimensões ou materiais, cujos extremos são submetidos a uma mesma diferença de potencial e mantidos à mesma temperatura.

F_1  cobre

F_2  cobre

F_3  alumínio

F_4  alumínio

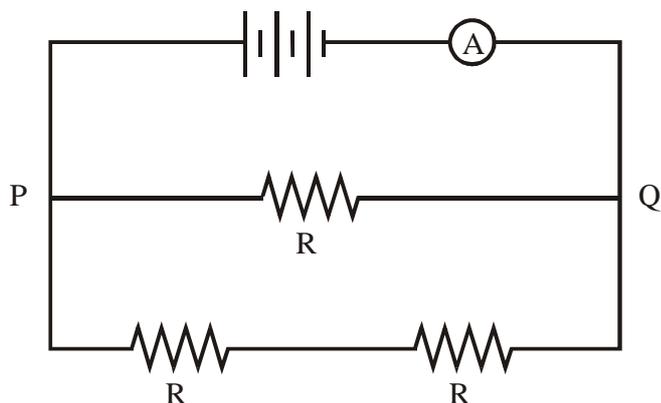
F_5  cobre

F_6  ferro

Para cada par, qual o fio que apresenta maior resistência elétrica?

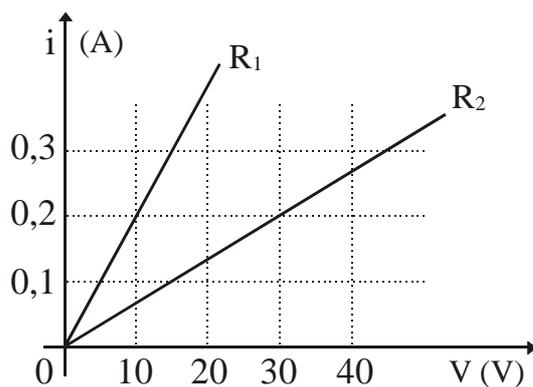
- $F_1 - F_3 - F_5$
- $F_2 - F_3 - F_5$
- $F_2 - F_4 - F_6$
- $F_1 - F_4 - F_5$
- $F_2 - F_3 - F_6$

8. No circuito esquematizado abaixo, a resistência elétrica de cada resistor R é igual a 30Ω , e a corrente elétrica indicada pelo amperímetro A é de $0,60 \text{ A}$.



Qual a diferença de potencial entre os pontos P e Q?

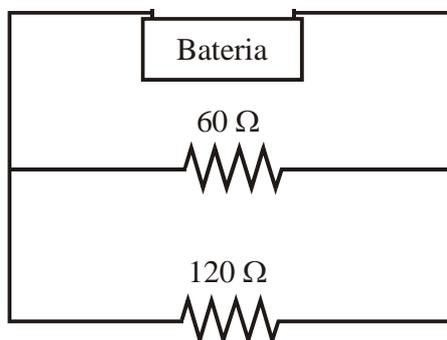
- a) 9 V b) 12 V c) 18 V
 d) 36 V e) 54 V
9. O gráfico representa a corrente elétrica i em função da diferença de potencial V aplicada aos extremos de dois resistores.



Sendo R_1 e R_2 as resistências dos resistores, qual a relação R_1/R_2 ?

- a) $1/3$ b) $1/2$ c) 1 d) 2 e) 3

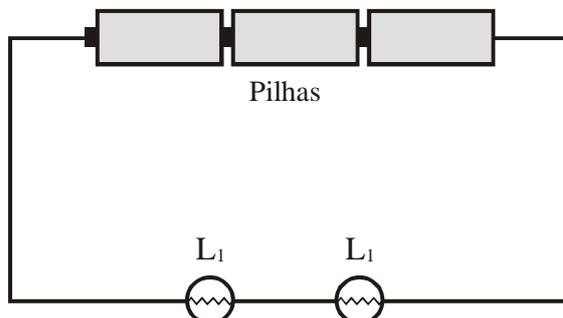
10. No circuito esquematizado abaixo, a diferença de potencial entre os terminais da bateria é de 12 V .



Qual a corrente elétrica que flui pelo resistor de resistência elétrica igual a 60Ω ?

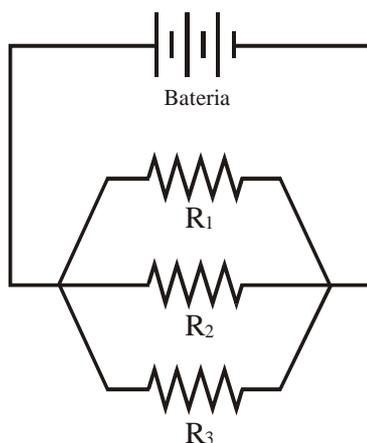
- a) $0,1 \text{ A}$. b) $0,2 \text{ A}$. c) $2,5 \text{ A}$.
 d) $5,0 \text{ A}$. e) $15,0 \text{ A}$.

11. A figura representa um circuito elétrico com três pilhas de 1,5 V cada, ligadas em série às lâmpadas L_1 e L_2 . A resistência elétrica de cada uma das lâmpadas é de 15Ω .



Desprezando-se a resistência interna das pilhas, qual a corrente elétrica que passa pela lâmpada L_1 ?

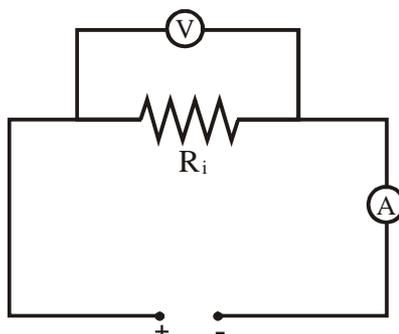
- 0,05 A.
 - 0,10 A.
 - 0,15 A.
 - 0,30 A.
 - 0,45 A.
12. No circuito elétrico representado no diagrama abaixo, estão ligados uma bateria e três resistores de resistências elétricas R_1 , R_2 e R_3 , sendo $R_1 > R_2 > R_3$.



Nessa situação,

- a resistência elétrica dessa associação de resistores é igual a $R_1 + R_2 + R_3$.
- os três resistores estão submetidos à mesma diferença de potencial.
- a diferença de potencial entre os extremos de cada resistor depende somente do valor da respectiva resistência elétrica.
- os três resistores são percorridos pela mesma intensidade de corrente elétrica.
- no resistor de maior resistência elétrica passa a corrente elétrica de maior intensidade.

13. A figura representa um circuito elétrico onde podem ser ligados diferentes resistores (R_i) e feitas as leituras da diferença de potencial e da corrente elétrica por meio de um voltímetro V e de um amperímetro A, respectivamente.



Medidas típicas da diferença de potencial V e da corrente elétrica i encontram-se na tabela abaixo para cada resistor usado.

Circuito 1	V (V)	10	20	30	40	50
	i (A)	1	2	4	8	16
Circuito 2	V (V)	10	20	30	40	50
	i (A)	8	4	2	1	0,5
Circuito 3	V (V)	10	20	30	40	50
	i (A)	4	4	4	4	4
Circuito 4	V (V)	10	20	30	40	50
	i (A)	1	2	4	6	8
Circuito 5	V (V)	10	20	30	40	50
	i (A)	2	4	6	8	10

O resistor, cuja resistência permaneceu constante, está no circuito:

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4

APÊNDICE D

Caracterização das duas turmas de alunos

Caracterização das turmas 302 e 303

Instituto Estadual de Educação Ernesto Alves, Rio Pardo, RS

Turma 302

No início do ano letivo de 2004, a turma 302 era composta por 41 alunos. Ao longo do ano três alunos foram transferidos, por motivos particulares, chegando ao final da aplicação do projeto com 38 alunos.

Dos 38 alunos, 21 pertencem ao sexo feminino e 17 ao sexo masculino. Suas idades variam de 16 a 19 anos e apenas uma aluna mora no interior do município e, os demais, residem na cidade.

A maioria dos alunos estuda nesta escola desde o ensino fundamental, sendo que quatorze alunos (36,84%) ingressaram aqui no jardim de infância e permanecem até a conclusão do Ensino Médio, cinco alunos (13,15%) vieram para esta escola na primeira série, um aluno (2,63%) na sexta série do Ensino Fundamental, dezessete alunos (44,73%) no primeiro ano e uma aluna (2,63%) no terceiro ano do Ensino Médio. Esta caracterização contribui para que a turma seja bastante unida, tenha um bom nível intelectual e bom relacionamento entre os alunos e entre estes e os professores.

Quanto aos recursos tecnológicos, através de um levantamento de dados constatou-se que vinte e quatro alunos (63%) possuem computador em casa e fazem uso do mesmo regularmente. Apenas 14 alunos (37%) não possuem computador em casa, mas costumam utilizá-lo na escola ou na casa de algum amigo. Vinte e dois alunos (58%) têm acesso à Internet em casa, o que facilitou o trabalho em um ambiente virtual de aprendizagem (TelEduc). Dezesseis alunos (42%) não têm acesso à Internet em suas casas, mas estão familiarizados com este meio de comunicação através do Laboratório de Informática da escola ou da residência de amigos ou familiares. Apenas uma aluna, que foi transferida para a escola neste ano, e que mora no interior do município, apresentou dificuldades ao usar a tecnologia, mas com esforço e boa vontade conseguiu superá-las parcialmente.

Turma 303

A turma 303 iniciou o ano letivo de 2004 com 43 alunos, chegando ao final da aplicação do projeto com 40 alunos, pois durante o segundo trimestre três alunos foram transferidos por motivos particulares.

Dos 40 alunos, 17 pertencem ao sexo feminino e 23 ao sexo masculino. Suas idades variam de 16 a 18 anos, sendo que três alunos residem no interior do município, os demais, trinta e sete, residem na cidade.

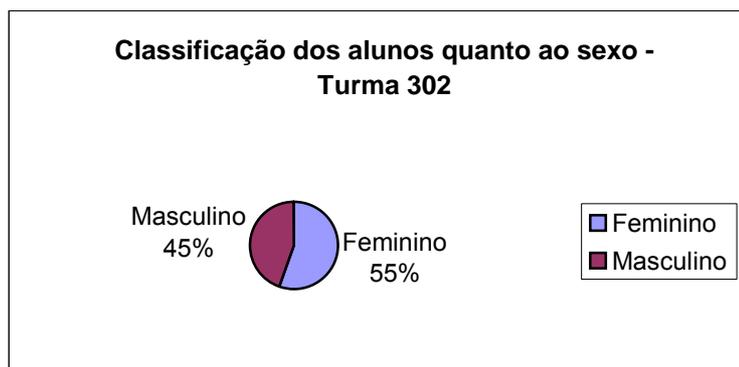
Uma característica importante desta turma é a existência de diferenças notáveis entre sub-grupos. Trinta e dois alunos (80%) ingressaram nesta escola no Ensino Médio, sendo oriundos de várias escolas de Ensino Fundamental da cidade e interior. Apenas três alunas são colegas desde a pré-escola, um aluno chegou na Escola quando estava na primeira série, um na segunda série, um na sexta série, um na sétima série e um na oitava série do Ensino Fundamental. Há uma diferença grande no nível de conhecimentos, nos interesses e na postura dos alunos em aula, o que motivou uma certa rivalidade entre alunos e entre grupos, dificultando, muitas vezes, o andamento dos trabalhos.

Quanto aos recursos tecnológicos, através de um levantamento de dados constatou-se que apenas dezessete alunos (43%) possuem computador em casa ou no trabalho e poucos fazem uso do mesmo regularmente. Vinte e três alunos (57%) não possuem computador em casa, e não costumam utilizá-lo na escola espontaneamente. Apenas doze alunos (30%) têm acesso à Internet em casa. Vinte e oito alunos não têm fácil acesso à Internet e, entre estes, alguns não têm interesse de usar este recurso quando a escola o disponibiliza e incentiva o seu uso, o que dificultou o trabalho em um ambiente virtual de aprendizagem. Vários alunos apresentaram dificuldade ao usar a tecnologia. Alguns, com esforço e boa vontade, buscando a ajuda da professora, venceram essa dificuldade e se entusiasmaram pelo trabalho. Outros apresentaram resistência e falta de vontade, resultando em pouco proveito nesta parte do trabalho.

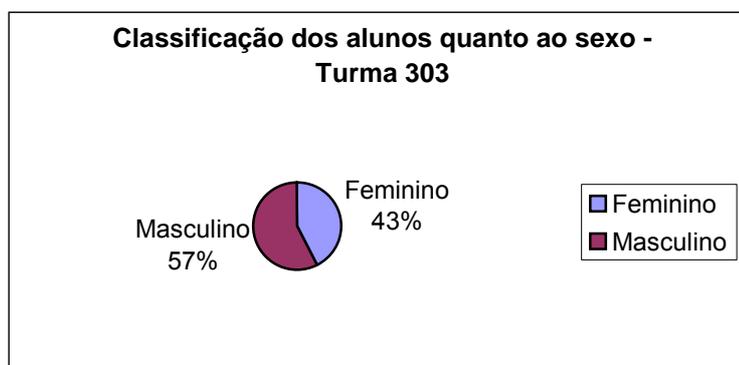
A seguir apresentamos a caracterização das duas turmas através de tabelas e gráficos:

Tabela D.1: Caracterização das turmas 302 e 303 quanto ao sexo dos alunos.

Turma 302		Turma 303	
Feminino	Masculino	Feminino	Masculino
21	17	17	23



(a)

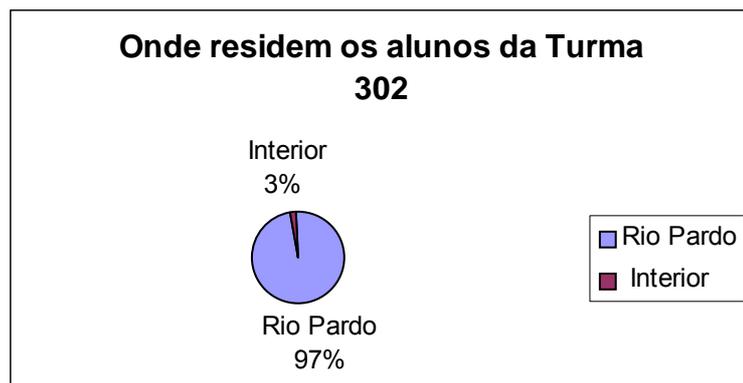


(b)

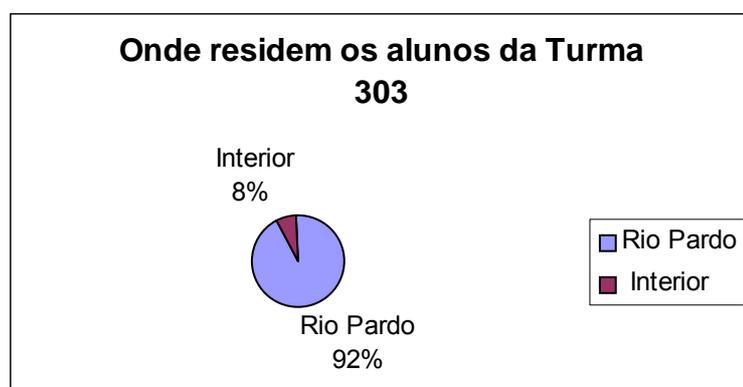
Figura D.1: Classificação dos alunos das duas turmas quanto ao sexo: gráfico (a)- 302 e gráfico (b)-303.

Tabela D.2: Caracterização das turmas 302 e 303 quanto ao local de residência dos alunos, em Rio Pardo ou no interior do município.

Turma 302		Turma 303	
Onde residem		Onde residem	
Rio Pardo	Interior	Rio Pardo	Interior
37	1	37	3



(a)

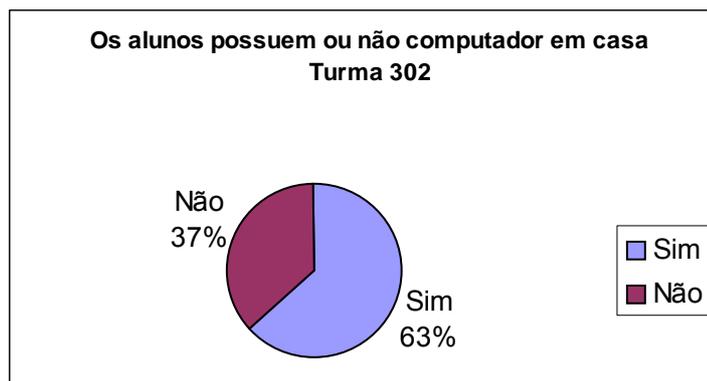


(b)

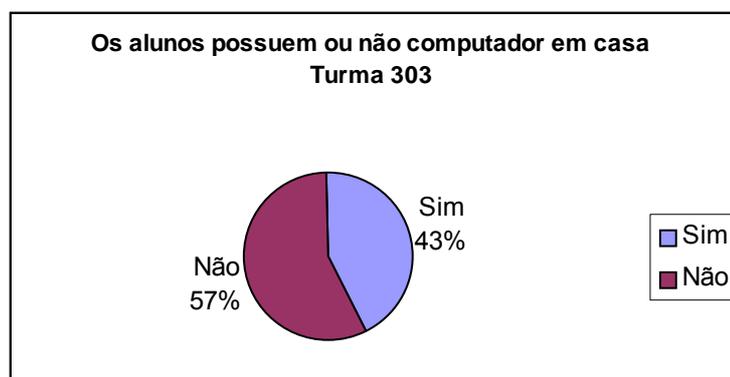
Figura D.2: Caracterização das turmas 302 e 303 quanto ao local de residência dos alunos, em Rio Pardo ou no interior do município: gráfico (a)- 302 e gráfico(b)-303.

Tabela D.3: Caracterização das turmas 302 e 303 quanto aos alunos terem ou não computador em suas casas.

Alunos têm computador em casa?			
Turma 302		Turma 303	
Sim	Não	Sim	Não
24	14	17	23



(a)

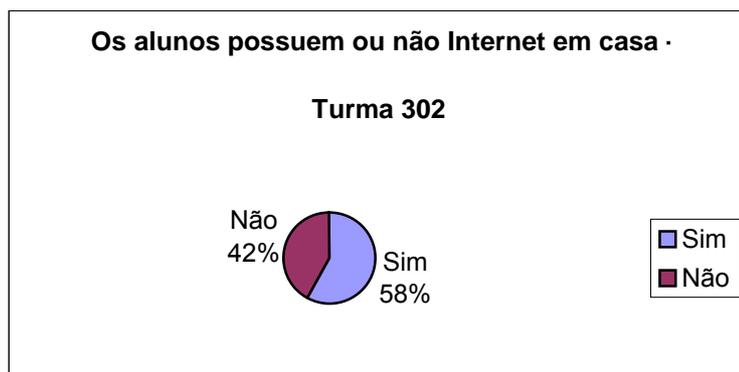


(b)

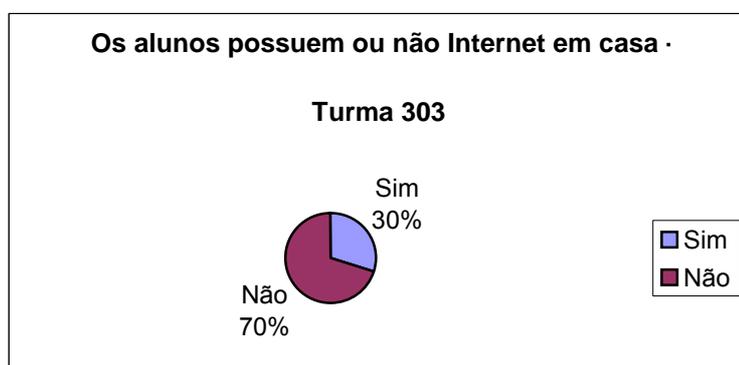
Figura D.3: Caracterização das turmas 302 e 303 quanto aos alunos terem ou não computador em suas casas.: gráfico (a)- 302 e gráfico(b)-303.

Tabela D.4: Caracterização das turmas 302 e 303 quanto aos alunos terem ou não internet em suas casas.

Alunos dispõem de Internet em casa			
Turma 302		Turma 303	
Sim	Não	Sim	Não
22	16	12	28



(a)

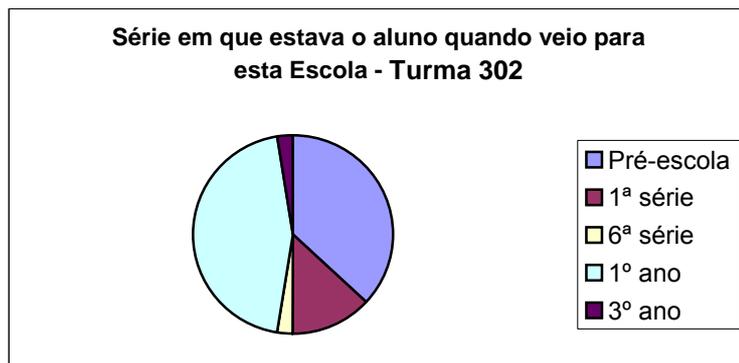


(b)

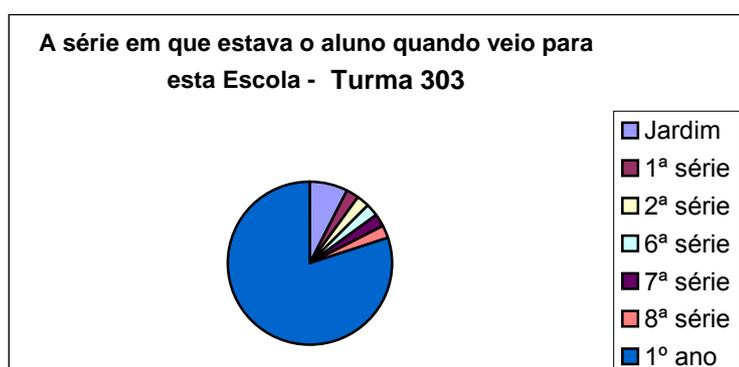
Figura D.4: Caracterização das turmas 302 e 303 quanto aos alunos terem ou não internet em suas casas: gráfico (a)- 302 e gráfico(b)-303.

Tabela D.5: Caracterização das turmas 302 e 303 em relação a: “a partir de que série os alunos estudam nesta Escola”.

A partir de que série os alunos da turma estudam nesta Escola?								
	Educação Infantil e Ensino Fundamental						Ensino Médio	
TURMA	Jardim	1ª série	2ª série	6ª série	7ª série	8ª série	1º ano	3º ano
302	14	5	0	11	0	0	17	1
303	3	1	1	1	1	1	32	0



(a)

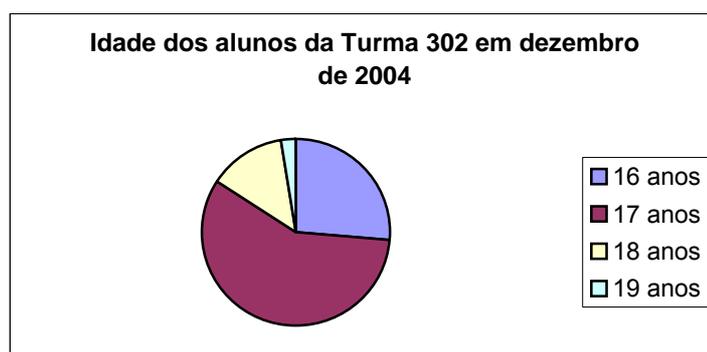


(b)

Figura D.5: Caracterização das turmas 302 e 303 em relação a: a partir de que série os alunos estudam nesta Escola.

Tabela D.6: Caracterização das turmas 302 e 303 quanto à idade atual dos alunos.

	Idade atual dos alunos- Turma 302				Idade atual dos alunos- Turma 303			
	16 anos	17 anos	18 anos	19 anos	16 anos	17 anos	18 anos	19 anos
Nº Alunos	10	22	5	1	9	26	5	0



(a)



(b)

Figura D.6: Caracterização das turmas em relação à idade dos alunos no final do ano letivo de 2004: gráfico (a)- 302 e gráfico(b)-303.