



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA**



**LINHA DE PESQUISA:
ENSINO E APRENDIZAGEM DAS CIÊNCIAS NATURAIS E DA MATEMÁTICA**

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

DENER DA SILVA ALBUQUERQUE

**NATAL/RN
JULHO/ 2008**

DENER DA SILVA ALBUQUERQUE

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

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da UFRN em cumprimento às exigências e como requisito final para obtenção do grau de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Ciclamio Leite Barreto.

**NATAL/ RN
JULHO, 2008**

Divisão de Serviços Técnicos

Catálogo da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede

Albuquerque, Dener da Silva.

Uma proposta para o ensino de eletromagnetismo no nível médio /
Dener da Silva Albuquerque – Natal, RN, 2008.

178 f. : il.

Orientador : Ciclamio Leite Barreto.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do
Norte. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e
Matemática.

1. Eletromagnetismo – Estudo e ensino – Dissertação. 2.
Aprendizagem significativa – Dissertação. 3. Planos de aula -
Dissertação. I. Barreto, Ciclamio Leite. II. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 537.8 (043.3)

DENER DA SILVA ALBUQUERQUE

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

Trabalho de intervenção educacional profissionalizante apresentado como Conclusão de Pós-Graduação em nível de Mestrado pelo professor: **DENER DA SILVA ALBUQUERQUE**, à coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemáticas, sob a responsabilidade do Centro de Ciências Exatas e da Terra da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN - Brasil, como requisito final para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física e Ciências Naturais.

Aprovado em ____/____/_____.

Prof. Dr. Ciclamio Leite Barreto – UFRN/RN – Presidente

Prof^a. Dra. Heloisa Flora Brasil Nóbrega Bastos – UFRPE/PE– Membro externo

Prof. Dr. André Ferrer P. Martins – UFRN/RN – Membro interno Natal / RN

Natal/RN
2008

Com muito amor, à minha esposa Glenda
Maria R. M. Albuquerque e ao meu filho
Pedro Lucas de Moraes Albuquerque,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo conhecimento, capacidade e determinação que me concedeu para a realização deste trabalho e pela força de continuar lutando pelo meu ideal.

Aos meus pais, Francisco das Chagas Albuquerque e Cosma Pereira da Silva Albuquerque, pela minha formação humana de honestidade e honradez.

Ao Professor Doutor Ciclamio Leite Barreto, pela orientação e os ensinamentos ministrados e, sobretudo pelo estímulo às minhas atividades de aluno e profissionais.

A minha amiga e Professora Geneci, pelas suas contribuições na minha vida profissional e formativa.

À UFRN, particularmente na pessoa do Professor Dr. Ciclamio Leite Barreto, quando Coordenador do Ppgecnm/ CCET por ter-me dado esta oportunidade.

Aos membros da banca, Prof. Dr. André Ferrer P. Martins e Prof^a. Dra. Heloisa Flora Brasil Nóbrega Bastos, pela disponibilidade em avaliar este trabalho, suas observações e palavras de incentivo.

Aos colegas do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, nas pessoas de Antenor Ciríaco de Araújo e Walter Romero, pelo apoio recebido durante os cursos e a estima a mim dispensada.

Às pessoas graciosas de Iguaracy e Nísia, em nome as quais agradeço a todos os funcionários da UFRN, que contribuem, mesmo que algumas vezes de forma discreta, mas significativa, para o nosso bem-estar no ambiente universitário.

Aos familiares, agradeço a compreensão e paciência pelos momentos, que não foram poucos, de ausência, tensão e mesmo mau humor ao longo do caminho.

À Laudeci, diretora da Escola Estadual Professor Varela Barca, por permitir nosso trabalho na escola.

Aos alunos da referida escola, por serem a razão maior deste trabalho.

E aos demais que, de alguma forma, contribuíram para elaboração desta dissertação.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo a construção de uma proposta de ensino de eletromagnetismo, no nível médio da escola pública estadual em Natal, RN, que contemple do modo mais abrangente possível, seus aspectos mais fundamentais. A metodologia empregada visa priorizar conceitos físicos em relação a instrumentos (como, por exemplo, a matemática), que devem ter a conotação apenas de ferramentas, ou de coadjuvantes, no contexto do ensino de física no nível médio. A referida proposta proporciona planos de aula diferenciados e roteiros experimentais, que apresentam um trabalho baseado, principalmente, em textos e participação ativa dos estudantes no processo de ensino- aprendizagem, bem como na implementação das propostas dos PCN+ (BRASIL, 2000), que sugerem formas alternativas para tornar a prática em sala de aula mais empolgante e prazerosa, direcionada a um processo ensino-aprendizagem significativo, tanto para o professor quanto para o aluno. Este material foi aplicado no final do 3º bimestre e em todo 4º bimestre do ano letivo de 2007, na **Escola Estadual Professor Varela Barca** em duas turmas (3V1 e 3V2) da 3ª série do ensino médio. Como avaliação da aplicação dessa proposta pode-se citar que os alunos mostraram-se mais seguros no momento de aplicar os conceitos, quando da realização dos experimentos, e menos ansiosos no momento formal da prova avaliativa, demonstrando uma maior motivação quando apresentados ao eletromagnetismo contextualizado em situações do seu dia-a-dia. O produto educacional deste trabalho compreende, além desta dissertação, os planos de aula, roteiros experimentais e os instrumentos de avaliação utilizados (Anexos E a I).

Palavras chaves: ensino de eletromagnetismo; planos de aula; aprendizagem significativa.

ABSTRACT

This paper aims at building a proposal for teaching of electromagnetism in the secondary level in the state public school in Natal, RN, encompassing at the most possible comprehensive manner the fundamental aspects of electromagnetism. The methodology employed here is prioritize physical concepts rather than instruments (such as the mathematics), which should have the connotation of just tools, or of aids in the context of physics teaching in the referred teaching level. The proposal is to give teachers a consultation resource, from differentiated lesson plans, which have as main focus activities based primarily in texts and active participation of students in the teaching- learning process and the implementation of the PCN+ proposals (BRAZIL, 2000), which suggest alternative ways to make the practice in the classroom more exciting, targeting a significant teaching-learning process for both the teacher and the student. This material was applied during the 3rd and 4th term (i.e., bimester) throughout the school year of 2007, in the **State School Teacher Varela Barca** in two classes (3V1 and 3V2) of 3rd grade of secondary level. As evaluation of the implementation of this proposal one can cite that students were more secure when to apply the concepts, when conducting the experiments, and less anxious when formal evaluation of the evidence, showing greater motivation when presented to electromagnetism contextualized in their everyday situations. The product of this educational work includes, besides the dissertation, the lesson plans, itineraries and experimental assessment of the instruments used (Annex E to I).

Key words: teaching of electromagnetism; lesson plans; significant learning.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE GRÁFICOS	xiv
LISTA DE TABELAS	xv
CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO	13
1.1. Justificativa.....	16
CAPÍTULO 2- REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 Parâmetros Curriculares Nacionais.....	18
2.1.1 Elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais.....	18
2.1.2 Parâmetros Curriculares e o Ensino de Física.....	19
2.1.3 Os PCN ⁺ e o Ensino de Física	24
2.2 O ensino de eletromagnetismo.....	31
CAPÍTULO 3- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	33
3.1 Aprendizagem significativa segundo Ausubel.....	34
CAPÍTULO 4- METODOLOGIA	38
4.1. Contexto da pesquisa.....	38
4.1.1 Instrumentos e Validação da Proposta.....	38
4.2.1 Características da Prática Docente Ligadas ao Ensino de Eletromagnetismo.....	39
4.2. Os Planos de Aula.....	43
4.2.1 Estrutura Típica dos Planos de Aula.....	44

4.2.2	Implementação dos Planos de Aula.....	48
4.2.3	Aula 01: “Pondo ordem dentro e fora de casa” - Um estudo sobre a classificação dos aparelhos elétricos e seu funcionamento.....	48
4.2.4	Aula 02: “Mãe deu a louca no chuveiro, água fria com luz acesa!” “Um estudo sobre aparelhos resistivos: fusíveis, lâmpadas, chuveiros e circuitos domésticos”.....	51
4.2.5	Aula 03: “Movimentar ar e produzir vento quente ou frio, mover rodas, mexer ponteiros, rodar pás, misturar massas, lixar, fazer furos,...., Você sabe do que eu estou falando?” - Um estudo sobre motores elétricos.....	53
4.2.6	Aula 04: “Acende-apaga; liga-desliga; Quantas fontes de energia elétrica você já utilizou hoje?” Geradores.....	57
4.2.7	Aula 05; Alô Pronto; desculpe..... Engano. Um estudo sobre os aparelhos de comunicação e informação.....	59
	CAPÍTULO 5 - RESULTADOS OBTIDOS.....	61
5.1.	Resultados da Aula 01.....	64
5.2.	Resultados da Aula 02.....	66
5.3.	Resultados da Aula 03.....	69
5.4.	Resultados da Aula 04.....	72
5.5.	Resultados da Aula 05.....	74
	CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
	REFERÊNCIAS.....	79
	ANEXOS.....	83

ANEXO A - Questionários dos Professores	84
ANEXO B - Cronograma e Resumos dos Conteúdos abordados no Plano de curso.....	88
ANEXO C - Resumo do Trabalho apresentado no XX V Encontro de Físicos do Norte e Nordeste em João Pessoa no ano de 2006.....	113
ANEXO D - Resumo do Trabalho apresentado no XX V Encontro de Físicos do Norte e Nordeste em Natal no ano de 2007.....	115
ANEXO E - Plano de aula 01.....	117
ANEXO F - Plano de Aula 02.....	124
ANEXO G - Plano da aula 03.....	136
ANEXO H - Plano da aula 04.....	157
ANEXO I - Plano de aula 05.....	164
ANEXO J - Questionário aplicado aos alunos.....	177
ANEXO L - Lista de exercícios sobre emissores e receptores.....	178

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Experimento de condução da eletricidade.....	49
FIGURA 2 - Montagem do experimento sobre circuitos elétricos.....	53
FIGURA 3 - Alunos realizando o experimento sobre circuitos elétricos.....	53
FIGURA 4 - Motores elétricos utilizados pelos alunos.....	54
FIGURA 5 - Alunos realizando o experimento sobre motores elétricos.....	56
FIGURA 6 - Mapa conceitual.....	57
FIGURA 7 - Discussão do texto sobre aparelhos de comunicação.....	60
FIGURA 8 - Fusível de porcelana.....	89
FIGURA 9 - Fusível de filamento.....	90
FIGURA 10 - Disjuntor.....	91
FIGURA 11 - Chuveiro elétrico.....	91
FIGURA 12 - Resistência elétrica.....	92
FIGURA 13 - Rede cristalina de um metal.....	93
FIGURA 14 - Sentido da corrente elétrica.....	96
FIGURA 15 - Diagrama de circuito de uma lanterna elétrica.....	96
FIGURA 16 - Motor de um liquidificador.....	100
FIGURA 17 - Ímã atraindo limalha de ferro.....	102
FIGURA 18 - Pólos de um ímã.....	102
FIGURA 19 - Linhas de indução.....	102
FIGURA 20 - Campo magnético da Terra.....	103
FIGURA 21 - Experiência de Oersted.....	103
FIGURA 22 - Campo criado num condutor reto.....	105
FIGURA 23 - Regra da mão direita.....	106
FIGURA 24 - Campo ao redor do condutor.....	106
FIGURA 25 - Linhas do campo ao redor de um fio.....	107
FIGURA 26 - Bobina.....	108
FIGURA 27 - Campo induzido.....	109
FIGURA 28 - Força magnética.....	110
FIGURA 29 - Sentido e direção do campo.....	111
FIGURA 30 - Espira.....	111
FIGURA 31 - Comutadores e escovas.....	112

FIGURA 32 - Esquema de um circuito elétrico em série.....	132
FIGURA 33 - Esquema de um circuito elétrico em curto.....	133
FIGURA 34 - Esquema de um circuito elétrico em paralelo.....	134
FIGURA 35 - Esquema de um circuito elétrico misto.....	134
FIGURA 36 - Esquema de uma bobina.....	139
FIGURA 37 - Esquema de um eletroímã.....	139
FIGURA 38 - Eletroímã.....	140
FIGURA 39 - Material para montagem de um motor.....	140
FIGURA 40 - Motor elétrico.....	141
FIGURA 41 - Pólos de um ímã.....	147
FIGURA 42 - Ímã Flutuante.....	149
FIGURA 43 - Linhas de campo magnético.....	149
FIGURA 44 - Motores elétricos.....	150
FIGURA 45 - Rotação do motor elétrico.....	152
FIGURA 46 - Comutadores e escovas de um motor elétrico.....	154
FIGURA 47 - Componentes de um motor elétrico.....	155

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Resultados iniciais.....	41
GRÁFICO 2 - Meios de leitura mais comuns para os estudantes.....	62
GRÁFICO 3 - Conteúdos envolvidos na leitura dos estudantes.....	63
GRÁFICO 4 - Frequência da leitura dos estudantes.....	64
GRÁFICO 5 - Questão 02 da aula 01.....	65
GRÁFICO 6 - Questão 03 da aula 01.....	65
GRÁFICO 7- Média da aula 01.....	66
GRÁFICO 8 - Questão 01 da aula 02.....	67
GRÁFICO 9 - Questão 03 da aula 02.....	68
GRÁFICO 10 - Média da aula 02.....	68
GRÁFICO 11 - Questão 01 da aula 03(texto 1).....	69
GRÁFICO 12 - Questão 03 da aula 03 (texto 1).....	69
GRÁFICO 13 - Questão 02 da aula 03 (Texto 2).....	71
GRÁFICO 14 - Questão 05 da aula 03 (Texto 2).....	71
GRÁFICO 15 - Média da aula 03.....	72
GRÁFICO 16 - Questão 03 da aula 04.....	73
GRÁFICO 17 - Questão 07 da aula 04.....	74
GRÁFICO 18 - Média da aula 04.....	74
GRÁFICO 19 - Questão 06 da aula 05.....	75
GRÁFICO 20 - Questão 08 da aula 05.....	75
GRÁFICO 21 - Média da aula 05.....	75

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Dados coletados na aplicação do questionário.....	40
TABELA 2 - Classificação dos aparelhos feita pelos alunos.....	50
TABELA 3 - Levantamento das chapinhas dos aparelhos.....	51
TABELA 4 - Meios de leitura mais comuns para os estudantes.....	61
TABELA 5 - Conteúdos envolvidos na leitura dos estudantes.....	62
TABELA 6 - Frequência da leitura dos estudantes.....	63
TABELA 7 - Aula 01.....	64
TABELA 8 - Respostas dos alunos referentes à pergunta Q.02.....	65
TABELA 9 - Respostas dos alunos referentes à pergunta Q.03.....	66
TABELA 10 - Aula 02.....	67
TABELA 11 - Respostas dos alunos referentes à pergunta Q.01.....	67
TABELA 12 - Respostas dos alunos referentes à pergunta Q.03.....	68
TABELA 13 - AULA 03 (TEXTO 1).....	69
TABELA 14 - Respostas dos alunos referentes à pergunta Q.01.....	70
TABELA 15 - Respostas dos alunos referentes à pergunta Q.03.....	70
TABELA 16 - Aula 03 (TEXTO 2).....	71
TABELA 17 - Respostas dos alunos referentes à pergunta Q.02 e Q.05.....	71
TABELA 18 - Média da aula 03.....	72
TABELA 19 - Aula 04.....	73
TABELA 20 - Aula 05.....	75
TABELA 21 - Grandezas físicas do chuveiro elétrico.....	92
TABELA 22 - Aparelhos e dispositivos elétricos.....	122

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea, os conhecimentos relacionados à área de ciências da natureza se tornam a cada dia mais importantes, tanto para uma maior compreensão acerca dos artefatos tecnológicos que estão a nossa volta, como para uma melhor qualidade de vida, para uma participação social ativa e, inclusive, para uma inserção qualificada do cidadão no mundo do trabalho. Em suma, para o exercício de sua cidadania plena.

Apesar disso, o ensino de física na educação básica ainda se caracteriza pelo excesso de atenção dada às aulas expositivas, permeadas por exercícios repetitivos, cuja abordagem privilegia o uso de algoritmos matemáticos, em detrimento da compreensão de aspectos relacionados a situações e/ou aos fenômenos envolvidos. Configura-se assim um claro distanciamento entre os conteúdos ministrados e a realidade cotidiana (CLEMENT, 2002).

O trabalho em sala de aula como professor de física e a constante e incansável busca por novas metodologias, que facilitem e tornem o aprendizado mais significativo, guiaram a escolha do tema desta dissertação. A motivação para o desenvolvimento deste trabalho parte da constante busca por novas metodologias no ensino de física, que venham facilitar e dinamizar a aprendizagem de física por alunos do ensino médio.

Há um certo consenso de que a aprendizagem seria mais significativa se a ciência, a física em particular, fosse abordada, no ensino médio, enfatizando os aspectos conceituais.

Tradicionalmente¹ ensina-se eletricidade e magnetismo apenas na 3ª série e de modo muito específico, em geral tratando-se esses conteúdos um tanto quanto desvinculados da realidade. Por exemplo, há um exagero de aulas destinadas à eletrostática, sem avançar muito sobre informações a respeito das suas aplicações. Pouco se fala de magnetismo e muito pouco do eletromagnetismo propriamente dito, relacionado com todas as aplicações do mundo moderno.

1. Usaremos este termo neste trabalho, como sendo aulas em que o professor recorre apenas ao quadro negro, exposição e transmissões de conteúdos, não dando muitas oportunidades para os estudantes exporem suas idéias sobre o assunto abordado.

Muito se tem falado sobre os Parâmetros Curriculares Nacionais, habilidades, competências, interdisciplinaridade, mas pouco se tem feito no intuito de esclarecer aos professores sobre esses documentos e o significado da sua terminologia.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo a construção de uma proposta de ensino de eletromagnetismo no nível médio na escola pública estadual em Natal, RN, que contemple do modo mais abrangente possível os aspectos mais fundamentais do eletromagnetismo, a fim de que os alunos adquiram uma visão correta da necessidade do conhecimento destes conteúdos de forma integrada às exigências da sociedade.

O programa de ensino de eletromagnetismo utilizando as unidades temáticas propostas nos PCN+ (BRASIL, 2002), as quais são “Aparelhos e Dispositivos Elétricos”, “Motores Elétricos”, “Geradores” e “Receptores e Emissores”. Para isto desenvolveremos planos de aula sobre temas que contemplem tais unidades didáticas.

Destacaremos então, em nosso trabalho, os seguintes aspectos:

- Utilizar ilustrativamente temas do cotidiano;
- Enfatizar fenômenos naturais e aplicações tecnológicas;
- Realizar discussões em sala de aula;
- Promover uma participação mais efetiva dos alunos na sala de aula, no âmbito do processo ensino-aprendizagem;
- Envolver os estudantes no processo inerente às atividades de pesquisa;
- Desenvolver uma proposta de ensino de eletromagnetismo condizente com os PCN do ensino médio (PCNEM).

O GREF (1998) traz sugestões de se promover discussões em sala de aula, aproveitando os conhecimentos prévios que os estudantes possuem sobre o assunto a ser desenvolvido. Utilizaremos algumas vezes as idéias lá contidas, como, por exemplo, nomear as aulas com temas criativos e a construção coletiva de tabelas, abordando temas relacionados ao cotidiano dos estudantes. O objetivo é propiciar a assimilação, pelos estudantes, da lógica classificatória dos conteúdos a serem estudados e da composição do programa a ser cumprido.

É claro que as abordagens carecem das essenciais transposições didáticas², haja vista que alguns conhecimentos, por exemplo, de matemática, dos alunos no ensino médio, não prevêm o que é efetivamente exigido a uma compreensão integral das leis do eletromagnetismo.

A referida proposta proporcionará aos professores um material de consulta, a partir de planos de aula diferenciados, que apresentem como foco principal um trabalho baseado, principalmente, na leitura de textos e participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem, bem como na implementação das propostas dos PCN+ (BRASIL, 2000), que sugerem formas alternativas para tornar a prática em sala de aula mais empolgante, direcionada a algo que seja significativo, tanto para o professor quanto para o aluno, resgatando para este ambiente aspectos de interesse da formação do cidadão, segundo as determinações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999).

Além de buscar inovar metodologicamente, estamos seguros de que tais ações vão ao encontro de satisfazer as prescrições da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB).

No capítulo 1 é apresentada a justificativa e o objetivo da presente proposta do ensino de eletromagnetismo no nível médio.

No capítulo 2, faz-se uma revisão da literatura, que inclui artigos de periódicos científicos, tais como a Revista Brasileira de Ensino de Física, PCN e PCN+ do ensino médio, que traduzem a nova política educacional determinando ações e caminhos metodológicos em relação ao ensino de física, apresentando um enfoque interdisciplinar e contextualizado, além de uma apresentação dos conteúdos formais utilizados no ensino de física no nível médio. Naturalmente, acham-se aí incluídos os conteúdos específicos de eletromagnetismo.

No capítulo 3, é discutida a fundamentação teórica do trabalho aqui apresentado, apoiado nas teorias construtivistas, principalmente no trabalho de David Ausubel e seus desdobramentos.

2. Segundo Chevallard (1991 apud PINHO ALVES, 2001), a transposição didática é entendida como um processo, no qual, "Um conteúdo do saber que foi designado como saber a ensinar sofre a partir daí, um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto para ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que transforma um objeto do saber a ensinar em um objeto de ensino é denominado de Transposição Didática".

No capítulo 4, apresentamos a metodologia e o contexto da pesquisa, instrumentos e validação da proposta, a coleta de dados, as características da prática docente ligada ao ensino de eletromagnetismo, a estrutura típica dos planos de aula e sua implementação.

No capítulo 5 apresentaremos os resultados obtidos e as correspondentes discussões e no capítulo 6 apresentamos as considerações finais.

1.1 – JUSTIFICATIVA

O ensino de física tem-se realizado freqüentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivenciado pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Tem privilegiado a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos.

Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas.

Com isto poucos estudantes saem do curso médio, ou mesmo da Universidade, com uma visão clara sobre ciência e a sua função de tentar explicar a natureza.

A física tem uma maneira própria de lidar com o mundo, que se expressa não só através da forma como representa, descreve e escreve o real, priorizando modelos de simplificação, mas, sobretudo na busca de regularidades, na conceituação e quantificação das grandezas, na investigação dos fenômenos, no tipo de síntese que promove, estando presente e se manifestando a todo o momento em nossas vidas.

É preciso discutir qual física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação mais adequada para a cidadania plena. Sabemos todos que, para tanto, não existem soluções simples ou únicas, nem receitas prontas que garantam o sucesso.

Para minimizar estes problemas relatados acima, buscam-se constantemente novas metodologias para o ensino de física, que venham facilitar e dinamizar a aprendizagem de física por alunos, especialmente no ensino médio.

Os fatos descritos acima levam a repensar o ensino de física no nível médio, o que justifica a realização deste trabalho.

CAPÍTULO 2

2. REVISÃO DA LITERATURA

A proposta de ensino desenvolvida neste trabalho será aplicada no ensino médio numa escola pública estadual, em Natal/RN. Para o planejamento do mesmo foi realizado um levantamento bibliográfico relacionado à construção dos “Parâmetros Curriculares Nacionais” (BRASIL 1999), pois os mesmos servem à proposta de ensino de eletromagnetismo que traçamos e trazem as orientações necessárias quanto a uma perspectiva para um ensino de física contemporâneo desejável no nível 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 ELABORAÇÃO DOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS

Em 1990, o Brasil participou da Conferência Mundial de Educação para Todos, em Jomtien, na Tailândia, convocada pela Unesco, Unicef, PNUD e Banco Mundial. 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 básicas de aprendizagem para todos, capazes de tornar universal a educação fundamental e de ampliar as oportunidades de aprendizagem para crianças, jovens e adultos (BRASIL, 1999).

O processo de elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais partiu do estudo de propostas curriculares de estados e municípios brasileiros, da análise realizada pela Fundação Carlos Chagas sobre os currículos oficiais e do contato com informações relativas a experiências de outros países, (BRASIL, 1999).

Formulou-se, então, uma proposta inicial que, apresentada em versão preliminar, passou por um processo de discussão em âmbito nacional, em 1995 e 1996, do qual participaram docentes de universidades públicas e particulares, técnicos de secretarias estaduais e municipais de educação, de instituições representativas de diferentes áreas do conhecimento, especialistas e educadores. Desses interlocutores foram recebidos aproximadamente setecentos pareceres sobre a proposta inicial, os quais serviram de referência para a sua reelaboração (BRASIL, 1999).

A discussão da proposta foi estendida em inúmeros encontros regionais, organizados pelas delegacias do MEC nos estados da federação, que contaram com a participação de professores do ensino fundamental, técnicos de secretarias municipais e estaduais de educação, membros de conselhos estaduais de educação, representantes de sindicatos e entidades ligadas ao magistério. Os resultados apurados nesses encontros também contribuíram para a reelaboração do documento.

Além disso, sugeriram diversas possibilidades de atuação das universidades e das faculdades de educação para a melhoria do ensino nas séries iniciais, as quais estão sendo incorporadas na elaboração de novos programas de formação de professores, vinculados à implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais.

As análises, críticas e sugestões aos pareceres recebidos em relação ao conteúdo dos documentos, em sua quase-totalidade, apontaram a necessidade da implementação de uma proposta de educação nacional. A partir desse processo foram elaborados os Parâmetros Curriculares Nacionais, contemplando todas as disciplinas essenciais do ensino fundamental e do ensino médio. Neste trabalho a atenção estará voltada especialmente, mas não exclusivamente, ao que estabelecem os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de física (em particular na 3ª série), no nível médio.

2.1.2 PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS E O ENSINO DE FÍSICA

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional explicita que o ensino médio é a *“etapa final da educação básica”* (Art.36), o que concorre para a construção de sua identidade. O ensino médio passa a ter a característica da terminalidade, o que

significa assegurar a todos os cidadãos a oportunidade de consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental; aprimorar o educando como pessoa humana; possibilitar o prosseguimento de estudos; garantir uma preparação básica qualificada para o trabalho e para a cidadania; dotar o educando dos instrumentos que o permitam “continuar aprendendo”, tendo em vista o desenvolvimento da compreensão dos “fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos”. A Resolução No. 03/98, do Conselho Nacional de Educação, organiza as áreas do conhecimento, sendo que a física está incluída na área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 1999).

O ensino de física tem-se realizado freqüentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos, tais como os do cotidiano. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas. Apresenta o conhecimento como um produto acabado, fruto da genialidade de mentes como a de Galileu, Newton ou Einstein, contribuindo para que os alunos concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver. Além disso, envolve uma lista de conteúdos demasiadamente extensa, que impede o aprofundamento necessário e a instauração de um diálogo construtivo, (BRASIL, 1999). Entre outros, estes são motivos que justificam a mudança no ensino de física.

De acordo com os PCN:

“O ensino de física deve contribuir para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais” (BRASIL, 1999, p.22)

É preciso rediscutir o que (qual física) e como ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação mais adequada para a cidadania. Sabemos todos que, para tanto, não existem soluções simples ou únicas, nem receitas prontas que garantam o sucesso. Essa é a questão

a ser enfrentada pelos educadores de cada escola, de cada realidade social, procurando corresponder aos desejos e esperanças de todos os participantes do processo educativo, reunidos através de uma proposta pedagógica clara. É sempre possível, no entanto, sinalizar aqueles aspectos que conduzem o desenvolvimento do ensino na direção desejada (BRASIL, 1999, p.23).

Não se trata, portanto, de elaborar novas listas de tópicos de conteúdo, mas, sobretudo, de dar ao ensino de física novas dimensões. Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida dos estudantes. Apresentar uma física que explique a queda dos corpos, o movimento da lua ou das estrelas no céu, o arco-íris e também os raios laser, as imagens da televisão e as formas de comunicação. Uma física que explique os gastos da “conta de luz” ou o consumo diário de combustível e também as questões referentes ao uso das diferentes fontes de energia em escala social, incluída a energia nuclear, com seus riscos e benefícios (BRASIL, 1999, p.23).

Uma física que discuta a origem do universo e sua evolução. Que trate do refrigerador ou dos motores a combustão, das células fotoelétricas, das radiações presentes no dia-a-dia, mas também dos princípios gerais que permitem generalizar todas essas compreensões. Uma física cujo significado o aluno possa perceber no momento em que aprende, e não em um momento posterior ao aprendizado.

Num artigo publicado na Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), cujo título é “Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas” (MOREIRA, 2000), é feita uma retrospectiva sobre o ensino de física dos anos 60 aos dias atuais, bem como discutidos aspectos do futuro próximo do ensino de física no país.

De acordo com o autor, o ensino de física nas décadas de 60 e 70 esteve calcado e centralizado nos livros-didáticos de física.

“Eram bons livros, sem dúvida, mas, hoje, podem ser considerados exemplares de um paradigma, o dos livros, que foi substituído por outro, o dos projetos. Por representar uma mudança de paradigma, é que a física do PSSC -- Physical sciences study committee -- é um bom referencial para início de conversa em relação ao ensino de Física no Brasil” (MOREIRA, 2000, p. 94).

Em relação à metodologia predominante no ensino de física nos dias de hoje, comenta Moreira (2000, p 95.):

“Digo “não deveria”, porque, agora me referindo apenas à realidade brasileira, muito do ensino de física em nossas escolas está, atualmente, outra vez referenciado por livros, porém de má qualidade - com muitas cores, figuras e fórmulas - e distorcido pelos programas de vestibular; ensina-se o que cai no vestibular e adota-se o livro com menos texto para ler”.

No referido artigo, Moreira fala sobre as perspectivas para o ensino de física na escola secundária com os PCN (BRASIL, 1999), que traçam as competências e habilidades a serem desenvolvidas em física, dentre as quais destacamos:

“Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos. Compreender manuais de instalação elétrica e aprender como funcionam os aparelhos”.

“Articular o conhecimento físico com o conhecimento de outras áreas do saber científico. Trata-se, pois, de ensinar física como construção, modelagem, de significados. Física para cidadania, física significativa”. (p. 97).

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.

De acordo com os PCN as competências e habilidades a serem desenvolvidas em física são (BRASIL, 1999, p.29)

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 PCN que seja rediscutido como e o que ensinar em física para promover uma melhor compreensão do mundo relacionada aos diversos fenômenos físicos que ocorrem no nosso dia a dia, bem como à ampla diversidade de aplicações tecnológicas.

2.1.3 OS PCN⁺ E O ENSINO DE FÍSICA

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB/ 1996) aponta para a necessidade de uma reforma em todos os níveis educacionais, que se inspira, em parte, nas visíveis transformações por que passa a sociedade contemporânea.

Isso é mais claramente expresso nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), que traduzem os pressupostos éticos, estéticos, políticos e pedagógicos daquela lei sendo, portanto, obrigatório o seu conhecimento por todos os envolvidos no processo educacional.

Para o nível médio, foram elaborados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1999) e, mais recentemente, os PCN+ (BRASIL, 2002), os quais procuram oferecer subsídios aos professores para a implementação da reforma pretendida e são divididos por áreas de conhecimento, a fim de facilitar, conforme as DCNEM, um trabalho interdisciplinar.

Entretanto, há um vão entre o que está proposto nesses documentos e a prática escolar cuja superação tem se mostrado difícil. Segundo Ricardo (2003, p.8):

“Um dos pontos centrais da LDB é a nova identidade dada ao ensino médio como sendo a etapa final do que se entende por educação básica. Ou seja, espera-se que ao final desse nível de ensino o aluno esteja em condições de partir para a realização de seus projetos pessoais e coletivos”.

No artigo “A contribuição da física para o novo ensino médio”, (KAWAMURA & HOSOUME, 2003, p.22) encontram-se novas idéias que nos convidam a refletir sobre o ensino de física, tais como:

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

“O objetivo da escola média deve, nos dias de hoje, estar voltado para a formação de jovens, independente de sua escolaridade futura”.

Os PCN+ (BRASIL, 2002) apontam que o novo ensino médio, nos termos da lei, de sua regulamentação e de seu encaminhamento, deixa de ser, portanto,

simplesmente preparatório para o ensino superior ou estritamente profissionalizante, para assumir necessariamente a responsabilidade de completar a educação básica. Em qualquer de suas modalidades, isso significa preparar para a vida, qualificar para a cidadania e capacitar para o aprendizado permanente, em eventual prosseguimento dos estudos ou diretamente no mundo do trabalho.

Num mundo como o atual, de tão rápidas transformações e de tão difíceis contradições, estar formado para a vida significa mais do que reproduzir dados, denominar classificações ou identificar símbolos. Significa:

- Saber informar-se, comunicar-se, argumentar, compreender e agir;
- Enfrentar problemas de diferentes naturezas;
- Participar socialmente, de forma prática e solidária;
- Ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e,
- Especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado.

Uma formação com tal ambição exige métodos de aprendizado compatíveis, ou seja, condições efetivas para que os alunos possam:

- Comunicar-se e argumentar;
- Defrontar-se com problemas, compreendê-los e enfrentá-los;
- Participar de um convívio social que lhes dê oportunidades de se realizarem como cidadãos;
- Fazer escolhas e proposições;
- Tomar gosto pelo conhecimento, aprender a aprender.

E como isso se reflete no ensino de Física? Segundo Kawamura e Hosoume (2003,p.23):

“Um primeiro aspecto importante é pela própria necessidade de explicitar e discutir objetivos. Não que a antes eles não estivessem presentes, mas, apenas, não eram tão discutidos. Ensinar física significava fazer compreender aos alunos uma série de conhecimentos, ainda que de forma resumida, que seriam mais tarde retomados de forma mais completa na continuação de seus estudos.”

“O conjunto desses conhecimentos estava pré-determinado nos livros didáticos e no coletivo das pessoas, de uma forma tão completa que parecia não haver espaço para outras escolhas: cinemática, dinâmica, estática, eletrostática etc. Essa era a Física. No entanto, fixar objetivos implica em definir estratégias para alcançá-los e em selecionar conteúdos.”

“Conteúdos propostos, como veremos, não em função da lógica da Física, mas em decorrência da proposta de educação e da lógica do ensino. A educação vem, ainda que muito vagarosamente, voltando a ocupar seu

espaço, pois educar é mais do que ensinar conhecimentos: é promover o desenvolvimento dos estudantes, é possibilitar a construção de uma ética, é expor os valores em que acreditamos e discuti-los.”

Em resumo o que muda para o ensino de física?

A Física enquanto um corpo de conhecimento estruturado permanece sendo a mesma, com suas leis e princípios reconhecidos e estabelecidos, ainda que continuamente incorporando novos conhecimentos e estabelecendo novas descobertas. Mas entre a Física dos físicos e a Física do Ensino Médio há certamente um longo percurso.

Assim, podem mudar as seleções de conteúdos, as escolhas de temas, as ênfases, as formas de trabalhar ou os objetivos formativos propostos para a física a ser trabalhada no Ensino Médio. É possível estabelecer novas escolhas e para isso seria necessário pensar em quais critérios utilizar. Esses critérios deveriam, entre outras condições, deixar de considerar o que um futuro profissional vai precisar saber para sua formação universitária, passando a tomar como referência o que precisará saber um jovem para atuar e viver solidariamente em um mundo tecnológico, complexo e em transformação (KAWAMURA & HOSOUME, 2003, p.24).

Os critérios básicos passam, então, a referir-se ao que esse jovem deve saber e saber fazer, às competências em física que deve ter para lidar com o seu dia-a-dia, suas aspirações e seu trabalho. De forma bastante resumida, poderíamos dizer, portanto, que a principal consequência das mudanças propostas é que teremos que passar a nos preocupar menos com a lista dos tópicos a serem ensinados, para passar a concentrar nossa atenção nas competências em física que queremos promover. Ou seja, privilegiar competências e habilidades. Já que não será possível ensinar toda a física, pois isso implicaria em uma visão muito superficial e abreviada do conhecimento, mais informativa e pouco formativa, teremos que identificar quais competências caracteriza o saber da Física e concentrar nossa atenção em desenvolvê-las.

Há uma grande discussão na literatura atual sobre o que sejam competências, sobre o que sejam habilidades, podemos destacar o livro: A pedagogia das competências: Autonomia ou adaptação. (RAMOS, MN São Paulo:

Cortez, 2001). Talvez não seja necessário um aprofundamento desses conceitos, mesmo porque são controversos e permitem entendimentos diferentes. Uma opção ao rigor de definições teóricas consiste em, sempre que possível, fazer uso de exemplos concretos, estabelecendo através da prática uma linguagem comum.

Quais as competências que a Física deve promover? Quais são as características que reconhecemos como específicas do saber física e que podem ser consideradas essenciais para uma formação nessa área? De novo, não há listas confiáveis e completas, não há elencos oficiais de competências.

Os PCN+ afirmam que para permitir um trabalho mais integrado entre todas as áreas de ciências da natureza, e destas com linguagens e códigos e ciências humanas, as competências em Física são organizadas de forma a explicitar os vínculos com essas outras áreas. Assim, há competências relacionadas principalmente com a **investigação e compreensão** dos fenômenos físicos, enquanto há outras que dizem respeito à utilização da **linguagem física e de sua comunicação** ou, finalmente, que tenham a ver com sua **contextualização histórica e social**.

O desenvolvimento das competências e habilidades em Física, aqui delineadas, integra os objetivos a serem atingidos pela escolarização em nível médio. Sua promoção e construção são frutos de um contínuo processo que ocorre por meio de ações e intervenções concretas, no dia-a-dia da sala de aula, em atividades envolvendo diferentes assuntos, conhecimentos e informações. Para a organização dessas atividades, faz-se necessário privilegiar a escolha de conteúdos que sejam adequados aos objetivos em torno dos quais seja possível estruturar e organizar o desenvolvimento das habilidades, competências, procedimentos, conhecimentos, atitudes e valores desejados (PCN+, BRASIL, 2003, p.16).

Ou seja, competências e habilidades se desenvolvem por meio de ações concretas, que se referem a conhecimentos, a temas de estudo. E há, certamente, certos assuntos ou tópicos com maior potencial do que outros, para alcançar os objetivos pretendidos, o que impõe escolhas criteriosas. Os temas de trabalho, na medida em que articulam conhecimentos e competências, transformam-se em elementos estruturadores da ação pedagógica, ou seja, em temas estruturadores³. (PCN+, BRASIL, 2003, p.17).

Para dar mais consistência à proposta da introdução de temas e unidades temáticas, apresentamos um esboço do tema constante dos PCN+ “**equipamentos elétricos e telecomunicações**” que se relaciona com o nosso plano de ensino.

Novamente, não se trata de uma lista de tópicos, mas da tentativa de exemplificar como pode ser concretizada uma associação entre competências e conhecimentos, visando aos objetivos formativos desejados.

TEMA DOS PCN+ PERTINENTE À PRESENTE PROPOSTA: EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E TELECOMUNICAÇÕES

Grande parte dos aparelhos e equipamentos que fazem parte de nosso dia-a-dia requer energia elétrica para seu funcionamento, permitindo a execução de diferentes funções como iluminar, aquecer, resfriar, centrifugar, triturar, emitir sons e imagens, e assim por diante. Além disso, uma parte significativa das informações hoje disponíveis circula no planeta através de ondas eletromagnéticas, dispensando meios materiais para sua transmissão.

Que processos e fenômenos ocorrem no interior dos aparelhos para que uma mesma energia elétrica proporcione tantos efeitos diferentes? Como rádios e televisores transmitem informações? A compreensão do mundo eletromagnético que permeia nosso cotidiano é indispensável para possibilitar o uso adequado, eficiente e seguro de aparelhos e equipamentos, além de fornecer condições para analisar, fazer escolhas e otimizar essa utilização(PCN+, BRASIL, 2003, p.24).

-
3. Em DELIZOICOV & ANGOTTI (1991), surgem *Conceitos Unificadores*, como um elo de ligação entre unidades temáticas fragmentadas com outras áreas do saber ou partes de uma mesma unidade didática. Já em BRASIL (2000), surgem os *Temas Estruturadores*, como sendo uma ferramenta na qual seja possível estabelecer um elo de ligação entre os conhecimentos físicos e o cotidiano dos estudantes, bem como a interdisciplinaridade e a multidisciplinaridade.

Para permitir o domínio de tais competências, o estudo da eletricidade deverá centrar-se em conceitos e modelos da eletrodinâmica e do eletromagnetismo, possibilitando, por exemplo, compreender por que aparelhos que servem para aquecer consomem mais energia do que aqueles utilizados para comunicação, dimensionar e executar pequenos projetos residenciais, ou, ainda, distinguir um gerador de um motor. Será também indispensável compreender de onde vem a energia elétrica que utilizamos e como ela se propaga no espaço. Nessa perspectiva em que se procura conhecer a fenomenologia da eletricidade em situações reais, o estudo da eletrostática ganhará sentido quando em referência a situações concretas como, por exemplo, para explicar o papel dos condensadores, a função dos para-raios ou os perigos de choques elétricos (PCN+, BRASIL, 2003, p.24).

Esse estudo deverá propiciar, ainda, a possibilidade de identificar e acompanhar o papel dos motores elétricos e dos desenvolvimentos tecnológicos associados à sua introdução no mundo produtivo, assim como das transformações produzidas pelos modernos meios de telecomunicações.

UNIDADES TEMÁTICAS

1. APARELHOS ELÉTRICOS

- Em aparelhos e dispositivos elétricos residenciais, identificar seus diferentes usos e o significado das informações fornecidas pelos fabricantes sobre suas características (voltagem, frequência, potência etc.).
- Relacionar essas informações a propriedades e modelos físicos, visando explicar seu funcionamento e dimensionar circuitos simples para sua utilização.
- Compreender o significado das redes de 110 V e 220 V, calibre de fios, disjuntores e fios-terra para analisar o funcionamento de instalações elétricas domiciliares e utilizar manuais de instrução de aparelhos elétricos, para conhecer procedimentos adequados a sua instalação, utilização segura ou precauções em seu uso.
- Dimensionar o custo do consumo de energia em uma residência ou outra instalação, propondo alternativas seguras para a economia de energia.

2. MOTORES ELÉTRICOS

- Compreender fenômenos magnéticos para explicar, por exemplo, o magnetismo terrestre, o campo magnético de um ímã, a magnetização de materiais ferromagnéticos ou a inseparabilidade dos pólos magnéticos.
- Reconhecer a relação entre fenômenos magnéticos e elétricos, para explicar o funcionamento de motores elétricos e seus componentes, interações envolvendo bobinas e transformações de energia.
- Conhecer critérios que orientem a utilização de aparelhos elétricos como, por exemplo, especificações do Inmetro, gastos de energia, eficiência, riscos e cuidados, direitos do consumidor etc.

3. GERADORES

- Em sistemas que geram energia elétrica, como pilhas, baterias, dínamos, geradores ou usinas, identificar semelhanças e diferenças entre os diversos processos físicos envolvidos e suas implicações práticas.
- Compreender o funcionamento de pilhas e baterias, incluindo constituição material, processos químicos e transformações de energia, para seu uso e descarte adequados.
- Compreender o funcionamento de diferentes geradores para explicar a produção de energia em hidrelétricas, termelétricas etc. Utilizar esses elementos na discussão dos problemas associados desde a transmissão de energia até sua utilização residencial.

4. EMISSORES E RECEPTORES

- Identificar a função de dispositivos como capacitores, indutores e transformadores para analisar suas diferentes formas de utilização.
- Compreender o funcionamento de circuitos oscilantes e o papel das antenas para explicar a modulação, emissão e recepção de ondas portadoras como no radar, rádio, televisão ou telefonia celular.
- Avaliar o impacto dos usos da eletricidade sobre a vida econômica e social.

Neste trabalho construímos cinco planos de aula diferenciados utilizados para cada um deles as unidades temáticas do tema descrito anteriormente (Aparelhos elétricos, Motores Elétricos, Geradores e Emissores e receptores). (ver anexo E).

2.2 O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO

A grande revolução comentada nos dias atuais, que é a revolução da informação, certamente não seria possível sem a eletricidade. De fato, a eletricidade influi no mundo moderno não só em relação à informática e todos os dispositivos eletrônicos, mas também no cotidiano em outros aspectos, desde a iluminação elétrica ao automóvel, e até mesmo em situações menos lembradas até que se falte energia elétrica, como é o caso da conservação de alimentos sob refrigeração e elevadores.

A importância da eletricidade e do magnetismo não se limita à sua disponibilidade para a utilização em equipamentos. O conhecimento das leis do eletromagnetismo e da influência sobre diferentes tipos de materiais é igualmente importante para o desenvolvimento tecnológico.

Baseados em nossa proposta de ensino, traçamos um cronograma e uma síntese dos conteúdos abordados na aplicação dos planos de aula sobre ensino de eletromagnetismo, (Ver anexo B).

Quando aplicamos o primeiro plano de aula fizemos uma classificação dos aparelhos e dispositivos elétricos e eletrônicos por categorias. Dentre os vários grupos sugeriram, na classificação, os aparelhos resistivos e os motores elétricos. O primeiro reuniu os elementos que têm em comum o fato de produzir aquecimento em seu funcionamento e o segundo aqueles elementos que produzem movimento de rotação em seu funcionamento.

O grupo dos aparelhos resistivos é composto de alguns dispositivos, tais como fusíveis, disjuntores, lâmpadas e chuveiros elétricos, enquanto o grupo dos motores elétricos é composto por liquidificador, batedeira, ventilador e outros que têm a mesma função.

Destacamos esses dois grupos, pois eles reúnem em si, de forma compacta, todos os conteúdos trabalhados na aplicação dos planos de aula utilizados na nossa proposta de ensino. Inicialmente destacamos os aparelhos resistivos para a implementação dos conteúdos voltagem (tensão elétrica), corrente, potência e resistência. Em seguida destacamos um motor de um liquidificador para a

implementação dos conteúdos identificados como campos elétrico e magnético, efeito magnético da corrente, força magnética, lei de Ampère, lei de Faraday- Lenz, lei de Gauss do magnetismo e lei de Biot-Savart.

CAPÍTULO 3

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A elaboração deste trabalho está apoiada na teoria de aprendizagem significativa, de David Ausubel.

No contexto educativo, hoje quase não se fala mais em estímulo, resposta, reforço positivo, objetivos operacionais, instrução programada e tecnologia educacional. Esses conceitos fazem parte do discurso usado em uma época na qual a influência comportamentalista na educação estava no auge e transparecia explicitamente nas estratégias de ensino e nos materiais educativos. Nessa época, o ensino e a aprendizagem eram enfocados em termos de estímulos, respostas e reforços, não de significados.

Atualmente as palavras de ordem são aprendizagem significativa, mudança conceitual e construtivismo. Um bom ensino deve ser construtivista, promover a mudança conceitual e facilitar a aprendizagem significativa. É provável que a prática docente ainda tenha muito do *behaviorismo* (como é também chamado o comportamentalismo), mas o discurso é cognitivista/ construtivista/ significativo. Quer dizer, pode não ter havido, ainda, uma verdadeira mudança conceitual nesse sentido, mas parece que se está caminhando em direção a ela.

“Na interação entre o conhecimento novo e o antigo, ambos serão modificados de uma maneira específica por cada aprendente...” (TAVARES, 2003, p. 8).

Neste capítulo é apresentada uma síntese de estudo sobre a teoria da aprendizagem significativa, apoiada no trabalho de Ausubel, usando como referência diversos artigos que falam dessa teoria.

“O conhecimento humano é construído; a aprendizagem significativa subjaz essa construção.” (NOVAK, 1996, p. 34).

3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SEGUNDO AUSUBEL

Aprendizagem significativa é o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira **não arbitrária** e **substantiva** (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz. É no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito (MOREIRA, 1997, p. 1).

Para Ausubel (1963, p. 58), a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de idéias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento.

Não-arbitrariedade e **substantividade** são as características básicas da aprendizagem significativa.

Não-arbitrariedade quer dizer que o material potencialmente significativo se relaciona de maneira não-arbitrária com o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Ou seja, o relacionamento não é com qualquer aspecto da estrutura cognitiva, mas sim com conhecimentos especificamente relevantes, os quais Ausubel chama subsunçores. (MOREIRA, 1997, p.2).

O conhecimento prévio serve de matriz ideacional e organizacional para a incorporação, compreensão e fixação de novos conhecimentos quando estes se “ancoram” em conhecimentos especificamente relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva.

Novas idéias, conceitos, proposições, podem ser aprendidos significativamente (e retidos) na medida em que outras idéias, conceitos, proposições, especificamente relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito e funcionem como pontos de “ancoragem” aos primeiros.

Substantividade significa que o que é incorporado à estrutura cognitiva é a **substância** do novo conhecimento, das novas idéias, não as palavras, mesmo as mais precisas, usadas para expressá-las. O mesmo conceito ou a mesma proposição podem ser expressos de diferentes maneiras, através de distintos signos ou grupos de signos, equivalentes em termos de significados. Assim, uma aprendizagem significativa não pode depender do uso **exclusivo** de determinados signos **em particular**. (MOREIRA, 1997, p. 3).

A essência do processo da aprendizagem significativa está, portanto, no relacionamento **não-arbitrário e substantivo** de idéias simbolicamente expressas com algum aspecto relevante da estrutura de conhecimento do sujeito, isto é, com algum conceito ou proposição que já lhe é significativo e adequado para interagir com a nova informação. É dessa interação que emergem, para o aprendiz, os significados dos materiais potencialmente significativos (ou seja, suficientemente não arbitrários e relacionáveis de maneira não arbitrária e substantiva a sua estrutura cognitiva). É também nessa interação que o conhecimento prévio se modifica pela aquisição de novos significados.

Fica, então, claro que na perspectiva ausubeliana, o conhecimento prévio (a estrutura cognitiva do aprendiz) é a variável crucial para a aprendizagem significativa.

Quando o material de aprendizagem é relacionável à estrutura cognitiva somente de maneira arbitrária e literal, que não resulta na aquisição de significados para o **sujeito**, a aprendizagem é dita mecânica ou automática. A diferença básica entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica está na relacionabilidade à estrutura cognitiva: não arbitrária e substantiva versus arbitrária e literal. Não se trata, pois, de uma dicotomia, mas de um contínuo no qual elas ocupam os extremos.

O tipo mais básico de aprendizagem significativa é a aprendizagem do significado de símbolos individuais (tipicamente palavras) ou aprendizagem do que eles representam.

Ausubel denomina de **aprendizagem representacional** esse tipo de aprendizagem significativa. A aprendizagem de conceitos, ou **aprendizagem conceitual**, é um caso especial, e muito importante, de aprendizagem representacional, pois conceitos também são representados por símbolos individuais. Porém, nesse caso, são representações genéricas ou categoriais. É preciso distinguir entre aprender o que significa a palavra-conceito, ou seja, aprender qual conceito está representado por uma dada palavra e aprender o significado do conceito. A **aprendizagem proposicional**, por sua vez, se refere aos significados de idéias expressas por grupos de palavras (geralmente representando conceitos) combinadas em proposições ou sentenças.

Por exemplo, considere o conceito de campo elétrico, que é um dos nossos objetos de ensino. Podemos representar esse conceito muito simplesmente pela sua equação de definição, compondo sua representação simbólica:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Onde \vec{E} representa a quantificação do campo elétrico, \vec{F} é a força a que fica sujeita a carga de teste positiva q (menor possível para não perturbar a distribuição de carga que gera o campo). Outra coisa é a sua representação proposicional:

Campo elétrico é a modificação gerada no espaço circundante de uma distribuição de carga elétrica, cuja quantificação (magnitude) corresponde à força por unidade de carga em cada ponto dessa região. Ademais, trata-se de uma quantidade física de caráter vetorial, tendo a mesma direção da força atuante sobre a carga de teste q .

Segundo Ausubel, a estrutura cognitiva tende a organizar-se hierarquicamente em termos de nível de abstração, generalidade e inclusividade de seus conteúdos.

Conseqüentemente, a emergência de significados para os materiais de aprendizagem tipicamente reflete uma relação de subordinação à estrutura cognitiva. Conceitos e proposições potencialmente significativos ficam subordinados ou são, na linguagem de Ausubel, “subsumidos” sob idéias mais abstratas, gerais e inclusivas (os “subsunçores”).

Esse tipo de aprendizagem é denominado **aprendizagem significativa subordinada**. É o tipo mais comum. Se o novo material é apenas corroborante ou diretamente derivável de algum conceito ou proposição já existente, com estabilidade e inclusividade, na estrutura cognitiva, a aprendizagem subordinada é dita **derivativa**. Quando o novo material é uma extensão, elaboração, modificação ou quantificação de conceitos ou proposições previamente aprendidos significativamente, a aprendizagem subordinada é considerada **correlativa**.

O novo material de aprendizagem guarda uma relação de superordenação à estrutura cognitiva quando o sujeito aprende um novo conceito ou proposição mais abrangente que passa a subordinar, ou “subsumir”, conceitos ou proposições já existentes na sua estrutura de conhecimento. Esse tipo de aprendizagem, bem

menos comum do que a subordinada, é chamada de **aprendizagem superordenada**. É muito importante na formação de conceitos e na unificação e reconciliação integradora de proposições aparentemente não relacionadas ou conflitivas.

Ausubel cita ainda o caso da aprendizagem de conceitos ou proposições que não são subordinados nem superordenados em relação a algum conceito ou proposição, em particular, já existente na estrutura cognitiva. Não são subordináveis nem são capazes de subordinar algum conceito ou proposição já estabelecida na estrutura cognitiva do aprendiz. A esse tipo de aprendizagem ele dá o nome de **aprendizagem significativa combinatória**. Segundo ele, generalizações inclusivas e amplamente explanatórias, tais como as relações entre massa e energia, calor e volume, estrutura genética e variabilidade, oferta e procura etc., requerem esse tipo de aprendizagem.

De maneira resumida, temos tentado apresentar nesta seção os significados originais atribuídos por Ausubel ao conceito de aprendizagem significativa. Este conceito é hoje muito usado quando se fala em ensino e aprendizagem, porém freqüentemente sem saber-se exatamente o que significa. Além de procurar esclarecer isso, esta seção também pretende fornecer subsídios para argumentar, nas seções seguintes, que o conceito de aprendizagem significativa é compatível com outras teorias construtivistas, mas que seu maior potencial, na perspectiva da instrução, está na teoria original de Ausubel, complementada por Novak & Gowin (1981).

Durante a aplicação deste trabalho, que pretende ter uma postura fundamentada na aprendizagem significativa, serão aplicadas pelo menos as principais idéias apresentadas anteriormente.

CAPÍTULO 4

4. METODOLOGIA

Neste capítulo, explicitaremos os passos que foram tomados em nossa pesquisa, identificando os sujeitos, os instrumentos de coleta de dados e a validação da proposta. Entendemos nosso trabalho como sendo uma *pesquisa-ação*, pois estamos envolvidos no problema, participando ativamente com os sujeitos nas ações empregadas bem como nas avaliações.

Conforme Engel (2000 p.182):

[...] Pesquisa-ação é um tipo de pesquisa participante engajada, em oposição à pesquisa tradicional, que é considerada como “independente”, “não-reativa” e “objetiva”. Como o próprio nome já diz a pesquisa-ação procura unir a pesquisa à ação ou prática, isto é, desenvolver o conhecimento e a compreensão como parte da prática. É, portanto, uma maneira de se fazer pesquisa em situações em que também se é uma pessoa da prática e se deseja melhorar a compreensão desta. Além de ser um instrumento valioso, ao quais os professores podem recorrer com o intuito de melhorarem o processo de ensino-aprendizagem, pelo menos no ambiente em que atuam. O benefício da pesquisa-ação está no fornecimento de subsídios para o ensino: ela apresenta ao professor subsídios razoáveis para a tomada de decisões, embora, muitas vezes, de caráter provisório”.

4.1 CONTEXTO DA PESQUISA

Nossa pesquisa foi desenvolvida com alunos da Escola Estadual Professor Varela Barca, localizada no bairro de Soledade II na zona norte no município de Natal / RN, na qual trabalhamos com duas turmas de terceira série do ensino médio, no turno vespertino. Além disto, professores de física do ensino médio dela fizeram parte, tendo em vista sua participação ao responderem um questionário (Ver Anexo A) sobre o ensino de eletromagnetismo no nível médio.

4.1.1 INSTRUMENTOS E VALIDAÇÃO DA PROPOSTA.

Utilizamos como principal instrumento de coleta de dados questionários semi-estruturados –questões abertas e fechadas– aplicados a professores de física que trabalham com a 3ª do ensino médio nesta capital (ver anexo A).

As perguntas formuladas no questionário dizem respeito aos conteúdos ministrados em sala de aula, material didático, uso de textos e experimentos nas aulas e quais as metodologias utilizadas, além de buscar informações sobre carga horária e formação do professor.

Inicialmente realizamos uma enquete⁴ como parte integrante e inicial deste trabalho, para termos uma panorâmica acerca da realidade do ensino de eletromagnetismo vigente na região metropolitana de Natal, RN, no ano de 2006, com professores da 3ª série do ensino médio. Após a coleta de dados, fizemos algumas análises baseadas nas respostas ao questionário, as quais apresentamos a seguir.

4.1.2 CARACTERÍSTICAS DA PRÁTICA DOCENTE PRÓPRIAS AO ENSINO DE ELETROMAGNETISMO

No ano de 2006, de acordo com os dados da Secretaria Estadual de Educação do Rio Grande do Norte (RN), as 51 escolas de nível médio em Natal/ RN, contabilizamos 127 turmas do 3º ano desse nível. Nossa pesquisa não pôde contemplar todos os estabelecimentos de ensino devido a vários fatores, dentre os quais destacamos: escola em reforma, escola sem professor de física e falta de cooperação por parte de alguns deles. Portanto, realizamos nosso trabalho com os professores de 42 turmas (totalizando 14 professores de 2100 alunos). Constatamos que cada professor lecionava então em 12 turmas na rede pública, em média, e daí, o baixo número de questionários analisados.

Alguns desses professores também lecionavam em escolas privadas. Dentre os 14 professores entrevistados, a maioria se enquadra no grupo etário de 25 a 35 anos e apenas dois dentre eles são mulheres, conforme mostrado na Tabela 1 a seguir:

4. Enquete apresentada em forma de painel no XXIV Encontro de Físicos do Norte e Nordeste em João Pessoa no Ano de 2006 (ver resumo e texto integral na forma de painel no Anexo C).

Quantidade de escolas	51
Professores(as) entrevistados	14
Número de turmas	127
Número de turmas/professor(a)	12
Total de turmas do 3º ano	42
Total de alunos	2100
Faixa etária dos professores(as)	25 a 35 anos

Tabela 1 – Dados coletados do questionário

Algumas temáticas foram mais relevantes neste levantamento, tais como (Ver Gráfico 1, abaixo):

- ✓ Realizam discussões em sala de aula sistematicamente;
- ✓ Utiliza mais de um tipo de material didático;
- ✓ Trabalham com idéias prévias (concepções espontâneas)⁵ em sala de aula;
- ✓ Ligação do assunto estudado com o cotidiano;
- ✓ Equações matemáticas como meio para facilitar o ensino-aprendizagem de eletromagnetismo;
- ✓ Usam experimentos para o ensino de eletromagnetismo;
- ✓ Esporadicamente, utilizam textos em sala de aula;
- ✓ Não realização de atividades extra- classe;
- ✓ Avaliação contínua sobre todas as atividades, incluindo a prova.

Abaixo apresentamos um gráfico com os resultados obtidos na aplicação do questionário e posteriormente a análise.

5. Neste trabalho iremos utilizar as terminologias: concepções espontâneas, idéias prévias e conhecimentos prévios, como sendo sinônimos, ou seja, conhecimentos que os estudantes já trazem sobre determinado assunto, independente da visão escolar.

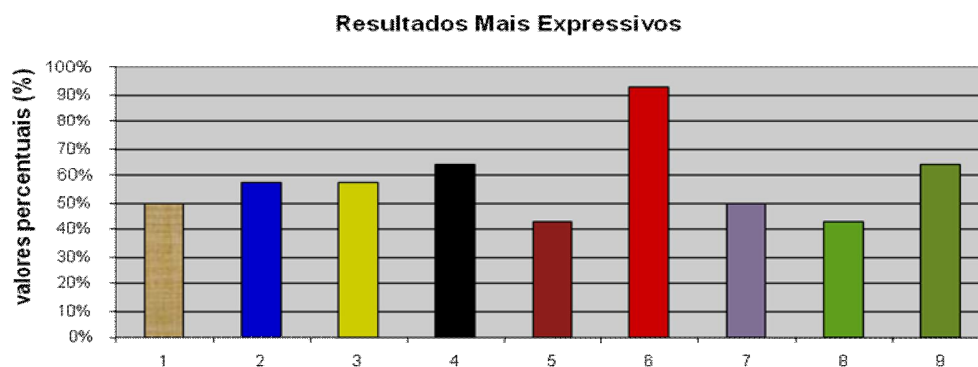


Gráfico 1- Resultados iniciais da aplicação do questionário

Legenda das categorias no gráfico:

- 1) Realizam discussões em sala de aula sistematicamente;
- 2) Utiliza mais de um tipo de material didático;
- 3) Trabalham com idéias prévias em sala de aula;
- 4) Ligação do assunto estudado com o cotidiano;
- 5) Equações matemáticas como meio para facilitar o ensino-aprendizagem de eletromagnetismo;
- 6) Usam experimentos para o ensino de eletromagnetismo;
- 7) Esporadicamente, utilizam textos em sala de aula;
- 8) Não realização de atividades extra- classe;
- 9) Avaliação contínua sobre todas as atividades, incluindo a prova.

Discutimos sucintamente os itens relatados acima começando pelo material didático, verificamos que o livro-texto é o material mais utilizado pelos professores: 71,14% (10), dentre a metade (5 professores) utiliza junto com o livro, apostilas e/ou notas de aula produzidas por eles próprios.

Quando perguntados sobre o uso de experimentos no ensino de eletromagnetismo, 92,86% (13) dos professores entrevistados acham importante e fazem uso desses experimentos . Dentre os professores que trabalham com experimentos, 57,14% (7) utilizam materiais confeccionados por eles mesmos.

Parte integrante das orientações dos PCN, as concepções espontâneas dos discentes devem ser estimuladas, trabalhadas e discutidas em sala de aula.

O GREF, por exemplo, trouxe uma contribuição importante neste sentido, com a elaboração das tabelas, no início de cada volume, auxiliando e norteando os

professores na aproximação do cotidiano dos alunos com a física. Dessa forma, percebemos em nossa pesquisa, a importância dada pelos entrevistados ao cotidiano dos alunos e às idéias prévias, sendo que 57,14% (8) fazem uso dela em sala de aula.

O caso das discussões em sala de aula gerou uma grande surpresa para nós 57,14% (8) dos professores afirmaram que realizam e estimula discussões sistemáticas nas práticas docentes, o que nos mostra um ponto positivo em nossas escolas, sobressaindo contra 21,43% (3) dos professores cujas discussões são estimuladas apenas quando sugeridas pelos estudantes.

Hoje em dia, com todo o desenvolvimento tecnológico inserido em nosso meio, é comum observarmos em jornais, revistas e na Internet, textos sobre diversos temas envolvendo física. Torna-se bastante útil, portanto, utilizar esta ferramenta como algo motivador para o ensino-aprendizado, discutindo, por exemplo, alguns erros apresentados nos textos ligados à ciência, especialmente nos livros-texto. Dos nossos entrevistados, 21,43% (3) dos professores, não trabalham com textos em sala de aula, enquanto 50,00% (7) utilizam, de forma esporádica, essa ferramenta didática.

Um dos grandes traumas no ensino de física é no tocante às equações matemáticas. Muitos livros foram publicados nas décadas de 1980 e 1990 com extrema preocupação com cálculos numéricos ligados à física. Tínhamos, por exemplo, livros de mecânica com aproximadamente metade dedicada à cinemática, em que na verdade havia mais matemática do que conceitos físicos. Esses livros devem ter exercido e/ou exercem, grande influência na prática docente que perdura até hoje, visto que 21,42% (3) dos entrevistados consideram as equações matemáticas como ferramenta extremamente importante para o entendimento dos conteúdos e 42,85% (6) como um meio para facilitar o processo ensino-aprendizagem. Com relação ao uso da matemática no eletromagnetismo, prática similar ocorre em relação aos conteúdos de eletrostática, desde o uso da lei de Coulomb até associações de capacitores.

Nos últimos anos, muito se tem discutido sobre o papel e a forma de avaliação. Por isso, apresentaremos uma breve discussão sobre avaliação, aproveitando para fazer algumas reflexões, tais como:

- ✓ Será que a resolução de algumas questões mostra realmente o domínio do aluno sobre determinado assunto?

- ✓ As participações em atividades dentro e fora da sala de aula merecem ser avaliadas?
- ✓ Afinal, uma nota é realmente importante para se avaliar um estudante?

Estas e outras perguntas devem circular na mente de nós professores. Nesta etapa, verificamos a avaliação contínua sobre todas as atividades incluindo a prova, como sendo a mais trabalhada nas salas de aula (64,28%) (9). Esse resultado também nos leva a uma reflexão, pois atualmente se fala muito em avaliação continuada, mas pouco vem sendo feito, pelo menos na rede estadual de ensino em Natal, no intuito de esclarecer aos docentes sobre o que é e como fazer tal avaliação. Precisamos refinar a pesquisa e tentar descobrir o que os professores entendem por avaliação continuada.

Característica negativa verificada em nossa *enquete* é a quantidade de turmas por professor (em média 12 turmas), embora ligeiramente compensada pelo razoável número de alunos por turma (em média 30), geralmente inferior ao das escolas privadas. Tal quantidade de turmas por professor, na magnitude detectada, dificulta o processo ensino-aprendizagem. Nesta análise inicial, apresentamos os resultados parciais mais significativos. Estes resultados são os primeiros subsídios na composição do programa de ensino de eletromagnetismo que propomos, seguindo algumas prescrições dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) mencionadas anteriormente.

4.2 OS PLANOS DE AULA

Nesta etapa, resumiremos como é a estrutura dos nossos planos de aula, através dos quais nos aproximamos mais das propostas dos PCNEM e PCN+. Os planos de aula, baseados em textos de apoio, tentam correlacionar os saberes da física ao cotidiano dos alunos, trabalhando com temas atuais, experimentos, vídeos, jornais, revistas, promovendo sempre a participação dos estudantes, seja na sala de aula ou fora dela (embora não tenhamos tido esta experiência).

A dinamização das atividades do cotidiano ocasionada pelo rápido e contínuo desenvolvimento científico e tecnológico, e também a conseqüente troca de informações entre as diversas culturas em nível mundial, exigem cada vez mais que tenhamos condições de identificar e interpretar as diversas formas do conhecimento, de maneira que possamos indicar, coletar e absorver assuntos dos mais genéricos

aos mais específicos dentro dessa grande malha de informações, tecida tanto no universo individual quanto no mais abrangente, que é a sociedade.

Procuraremos dentro do possível, estabelecer interligação entre as mais diversificadas áreas do conhecimento, a interdisciplinaridade. Adotamos seu conceito, segundo a AGÊNCIA EDUCABRASIL (2006, p.9), como sendo a:

“Perspectiva de articulação interativa entre as diversas disciplinas no sentido de enriquecê-las através de relações dialógicas entre os métodos e conteúdos que as constituem. A interdisciplinaridade parte da idéia de que a especialização sem limites das disciplinas científicas culminou numa fragmentação crescente do conhecimento. Dessa forma, pela interdisciplinaridade há um movimento constante que inclui a integração entre as disciplinas, mas a ultrapassa - o grupo é mais que a simples soma de seus membros. Supõe troca de experiências e reciprocidade entre disciplinas e áreas do conhecimento.”

Buscaremos apresentar a ciência de uma maneira tal que, desde o início, sejam claras sua relevância prática e sua universalidade. De maneira geral, apresentaremos a física como um instrumento para a compreensão do mundo e da vida neste mundo e propomos que o estudante seja agente do processo de ensino-aprendizagem.

Para estar de acordo com o contexto da proposta, que visa estimular os alunos a participarem da construção da aprendizagem na apresentação de novos conceitos em eletromagnetismo, usamos uma filosofia em acordo com a discussão feita no Capítulo 2.

4.2.1 ESTRUTURA TÍPICA DOS PLANOS DE AULA

✓ Seleção de um Tema:

Baseado nos critérios de atualidade / contemporaneidade / espacialidade / importância do fenômeno / tecnologia / conceito, selecionar um tema capaz de conter em seu âmago referências aos conteúdos pretendidos de serem ministrados. Observar conformidade com o programa a ser ministrado. Atribuir um título criativo ao plano de aula, em que se procure despertar a curiosidade do aluno sobre a temática abordada. Utilizaremos algumas vezes as idéias contidas no GREF (grupo

de reelaboração do ensino de física), que utilizam para os seus temas, títulos como: **“Onde não está a eletricidade? Cuidado! É 110 V ou 220 V?”**.

✓ **Texto de Apoio ou de Base:**

É conveniente sempre utilizar um texto de base, que traga uma contextualização atual e objetiva dos conceitos e aplicações, a partir do qual seja possível efetuar um trabalho de pesquisa e de gancho para aprofundamento disciplinar e interdisciplinar do tema.

A leitura e interpretação de textos pode ser uma ótima ferramenta didática para trabalharmos a *transposição didática*. Através da AGÊNCIA EDUCABRASIL (2006, p. 21) absorvemos esta expressão como sendo:

“Instrumento através do qual transforma-se o conhecimento científico em conhecimento escolar, para que possa ser ensinado pelos professores e aprendido pelos alunos. Segundo Maura Dallan, da Fundação Victor Civita, “significa analisar, selecionar e inter-relacionar o conhecimento científico, dando a ele uma relevância e um julgamento de valor, adequando-o às reais possibilidades cognitivas dos estudantes”.

Acrescentamos ainda as idéias de Chevallard (1991:31 apud PINHO ALVES, 2001) no tocante ao conceito de transposição didática:

[...] “Um conteúdo do saber que foi designado como saber a ensinar sofre a partir daí, um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto para ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que transforma um objeto do saber a ensinar em um objeto de ensino é denominado de Transposição Didática”.

✓ **Matérias cujos conteúdos são cobertos pelo plano de aula:**

Simplemente listamos as matérias que podem ser exploradas no âmbito do plano de aula, distintamente, independente de se referir ao conteúdo principal (em nosso caso o eletromagnetismo) ou a disciplinas secundárias.

✓ **Objetivos:**

Definimos claramente os objetivos que deverão ser alcançados, condizentes com o desenvolvimento das habilidades e competências pretendidas para a aula por parte dos alunos.

✓ **Atividades / Procedimentos:**

Descrevemos as atividades e os respectivos procedimentos (com estimativa de tempo para cada uma), recomendavelmente iniciando com um procedimento de manifestação individual de concepções espontâneas e discussão a respeito de questões básicas e aplicadas relacionadas ao tema. Consiste de três a cinco etapas, em que a primeira, invariavelmente, é:

Aquecer / Fazer já – Trata-se de uma atividade leve que seja capaz de mostrar aos estudantes que eles já conhecem algo sobre o assunto, nem que seja do ponto de vista de sua própria experiência, traduzida em um conhecimento formalmente incompleto ou mesmo divergente do conhecimento científico. Aqui usaremos a apresentação proposta pelo GREF, na qual os alunos são solicitados a responder a pergunta do tipo: **que aparelhos e componentes elétricos e eletrônicos vocês utilizam e conhecem?**

De acordo com Alvetti (1999, p.31), isto seria a *problematização inicial* que:

[...] “consiste em associar o conteúdo a ser abordado ao universo dos alunos, levantando-se questões e situações do grupo, onde o professor deve servir mais como facilitador do que como fonte de informações”.

Ou ainda como percebemos em Delizoicov e Angotti (1991, p. 29):

“Mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a *problematização inicial* visa à ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes”.

Sempre incluímos a leitura individual ou em grupo do texto de apoio, seguida de uma discussão coletiva, de caráter interpretativo, bem como executamos procedimentos práticos (demonstrações experimentais) relacionados ao tema.

Foi realizada uma discussão oral coletiva mediada pelo professor a fim de descrever a experiência, seus objetivos, metodologia, resultados e como estes acham-se relacionados à vida prática e ao cotidiano das pessoas. Em nossa visão essa discussão veio em substituição à cobrança de um relatório escrito. Um contato com a fundamentação teórica (síntese de estudo) era requisitada pelo professor, visando à exposição direta aos conteúdos específicos e correlações com o experimento em si.

Embrulhar / Fazer depois – A última etapa deve ser uma tarefa extraclasse, que deve ser explicada claramente (o que, como, e quando) e deve ser cobrada sua entrega pronta, numa data pré-estabelecida, bem como agendada uma discussão complementar. Isso foi sistematicamente feito em todas as unidades didáticas.

✓ **Enlaces na Internet e Referências.**

Foram providas diversas referências sobre o tema, inclusive endereços na rede mundial de computadores. Foram também informadas referências sobre livros e revistas periódicas, que podiam efetivamente contribuir para o conhecimento do tema proposto no plano de aula.

✓ **Conexões Interdisciplinares**

Uma grande ênfase interdisciplinar foi incluída nas discussões relativas aos textos de apoio, os quais foram selecionados contemplando o critério de trazê-las à discussão.

As disciplinas com as quais interage o tema da aula, de qualquer modo, foram listadas em cada plano de aula. Podíamos, associado a cada uma delas, conceber e explicitar uma tarefa a ser solicitada aos alunos, que envolvesse aspectos próprios ao processo de pesquisa (levantamento de referências, definição de objetivos, explicação da metodologia, apresentação, análise dos resultados e conclusão).

✓ **Parâmetros Curriculares Nacionais:**

Os planos de aula incluem uma revisão dos parâmetros curriculares nacionais relacionados a cada aula. Os conteúdos dos PCNEM e outros referenciais que possam ser cobertos por estes são explicitados sistematicamente, detalhando de modo a mostrar cada item atendido pela aula. Nestas, procuramos inserir as competências e habilidades a serem desenvolvidas especialmente em física, mas também em relação a todos os conteúdos abordados em cada unidade didática.

Segundo estes itens acima, aprender significa pensar que os limites das escolas precisam ser extrapolados para além da sala de aula, para além do livro didático e do quadro negro. Hoje, questões como problemas ambientais, energéticos e de aplicações à área da saúde são exemplos que não podem passar

despercebidos pelos educadores (de física e das ciências em geral), pois todos precisam se comprometer com as questões vitais da sociedade.

“Nessa perspectiva, o ensino da física no ensino médio não pode privilegiar uma formação que apenas prepare para a universidade, mas, sim, que prepare o indivíduo para uma intervenção mais crítica na realidade que o cerca”. (ALVETTI, 1999, p.33).

“O conhecimento científico deve ser caracterizado como produto da vida social, marcado pela cultura de época, como parte integrante, influenciando e sendo influenciado pelos outros conjuntos de conhecimentos”. (ALVETTI, 1999, p.34).

4.2.2 - IMPLEMENTAÇÃO DOS PLANOS DE AULA

Apresentaremos neste tópico cada plano de aula⁶ desenvolvido e implementado. Os resultados obtidos em cada um deles serão analisados e comentados no capítulo 5. Descreveremos aqui as metodologias e estratégias utilizadas com os estudantes.

4.2.3 - AULA 01: “PONDO ORDEM DENTRO E FORA DE CASA” - UM ESTUDO SOBRE A CLASSIFICAÇÃO DOS APARELHOS ELÉTRICOS E SEU FUNCIONAMENTO

Nesta primeira aula incluímos como atividade exploratória (*Aquecer/ fazer já*), a realização de um levantamento junto aos estudantes sobre os aparelhos e componentes elétricos e eletrônicos que eles conheciam ou utilizavam, seguindo as prescrições adotadas pelo GREF (2004).

Em seguida, realizamos um experimento de demonstração sobre condutores e isolantes, em que o professor utilizou um fio de cobre com as duas extremidades descascadas e um teste. O experimento consiste em colocar uma das extremidades do fio na fase (chamado cotidianamente de positivo) da tomada de 220 V e segurar na outra extremidade. Em seguida é solicitado que um dos alunos coloque o teste no dedo de uma das mãos do professor, fazendo com que o teste brilhe e mostrando que o corpo humano é um condutor de eletricidade.

6.Os planos de aula encontram-se detalhados nos anexos de E a I.

Ao realizarmos esta demonstração aconteceu um pequeno imprevisto, pois uma aluna foi colocar o teste na mão de outro aluno, só que ela estava descalça e acabou levando um choque de pequenas proporções, mas que deu um susto enorme na turma, (Ver figura a seguir).



Figura 1 – Experimento de condução da eletricidade

Após a realização do experimento, dividimos os alunos em grupos e entregamos a eles cópias do texto de apoio e de algumas questões (Quais são os dispositivos elétricos que você conhece? E qual a função de cada um deles? O ferro elétrico, o ventilador e o televisor pertencem a quais categorias dos aparelhos elétricos? Quais transformações de energia ocorrem nos motores e aparelhos resistivos?) sobre o mesmo, cujo título é “*Pondo ordem dentro e fora de casa*”, que aborda a classificação dos aparelhos de acordo com suas categorias (aparelhos resistivos, motores, comunicação e informação e fontes de energia).

Após a aplicação do texto fizemos uma discussão sobre o funcionamento de alguns aparelhos elétricos, enfatizando a que categoria ele pertence e que transformação de energia ele realiza. Em seguida os alunos construíram uma tabela classificando cada aparelho por categoria, (Ver figura abaixo).

De acordo com os dados da tabela 1 preencha a tabela 2 e responda as questões.

Resistivo	Fontes	Motores	Informação e comunicação	Componentes elétricos e eletrônicos.	Outros
FERRÃO P/REAL	FUSIVEL	MOTORES	RADIO	COMPONENTES	CELULOSE
CHUVEIRO ELE	MOTOR ELÉTRICO	BOBINAS	TELEVISÃO	TOMADA	MOTORES
TOCADOR DE DISCOS	USINA DE GERAÇÃO	MOTORES	APL SOM	CHAVE-PIVOT	FALSO
SEALTE CANELO	BATERIA	ENFERMEIRA	ALCUTIP DOB	INTERRUPTOR	TRANSISTOR
TORNEIRO ELÉTRICO	PILHA	MOTORES	VIDEOCASSETE	ELETROÍMÃ	FITA KOLAR
		BOBINAS	FILMADOR		FIO 2/GOSPE
		ASPIRADOR	MICROFONE		CELULOSE/2/2
			AUTO-FRIGIFRIG		CAIO
			GRANDE		MARQUINHA
			DISCO		UNITIMETRO
			COMPUTADOR		

Tabela 2 - Classificação dos aparelhos feita pelos alunos.

No tocante à utilização de dispositivos elétricos como fusíveis disjuntores, fios, tomadas, fita isolante, entre outros, destacamos a função de cada um deles nos circuitos elétricos.

No segundo momento levamos para a sala de aula os dispositivos elétricos que os alunos não conheciam como testes, bobinas, disjuntores, dínamo, entre outros, para que eles ficassem familiarizados com os mesmos.

No último momento foi solicitado aos alunos que eles fizessem um levantamento das informações técnicas contidas nos aparelhos elétricos que eles têm em casa, para posteriormente (na aplicação do segundo plano) discutirmos o conceito e aplicação das grandezas físicas voltagem, potência, corrente e resistência elétrica e consumo de energia.

No final da aplicação deste plano pudemos constatar a importância de incluir como atividade a leitura e interpretação de texto, pois verificamos de modo generalizado na turma (3º ano do nível médio) uma enorme dificuldade destas ações.

Ao término da implementação deste plano fizemos um trabalho sobre o mesmo, que foi o segundo associado a esta pesquisa apresentado em forma de pôster, desta vez no XXV Encontro de Físicos do Norte e Nordeste realizado em Natal, RN no período de 15 a 19 de outubro de 2007 (Ver resumo e texto integral na forma de painel no Anexo D).

4.2.4 - AULA 02: “MÃE DEU A LOUCA NO CHUVEIRO, ÁGUA FRIA COM LUZ ACESA!” - “UM ESTUDO SOBRE APARELHOS RESISTIVOS: FUSÍVEIS, LÂMPADAS, CHUVEIROS E CIRCUITOS DOMÉSTICOS.”

Nesta aula incluímos como atividade inicial (*fazer antes*), a realização de um levantamento em aparelhos e dispositivos elétricos das informações fornecidas pelos fabricantes e que estão impressas no próprio aparelho ou em chapinhas presas a ele, para conhecer as condições de funcionamento de cada um, além de fazer um registro das grandezas físicas (corrente, voltagem, potência e frequência), quantificando seus valores e unidades presentes em cada aparelho elétrico, (Ver anexo J).

Você vai escolher na sua residência 3 aparelhos resistivos, 3 aparelhos motores e 3 aparelhos de comunicação e tomar os dados necessários para preencher a tabela a seguir. Depois do preenchimento da tabela responda as questões abaixo.

Categoria	Aparelho	Potência	Voltagem	Corrente	Frequência
COMUNICAÇÃO	TV 20	46 W	100-250 V	6 A	50/60 Hz
COMUNICAÇÃO	DVD	32 W	110-227/220-240	6 A	50/60 Hz
COMUNICAÇÃO	SOM	240 W	110-110/220-240		60 Hz
RESISTIVOS	FERRO ELÉTRICO	3000 W	220 V	30 A	60 Hz
RESISTIVOS	ASSADEIRA ELÉT.	640 W	220 V	30 A	50/60 Hz
RESISTIVOS	CHAPINHA	80 W	110/220 V	10 A	50/60 Hz
M. ELÉTRICOS	UMIDIFICADOR	300 W	220 V	2,5 A	50/60 Hz
M. ELÉTRICOS	BATE-DEIRA	300 W	220/240 V	3 A	60 Hz
M. ELÉTRICOS	REFRIGERADOR 320	78 W	220 V	0,5 A	60 Hz

Tabela 3 - Levantamento das chapinhas dos aparelhos

Em seguida (*Aquecer/ Fazer já*), montamos na lousa junto com os alunos, uma tabela em que eles podiam citar os aparelhos resistivos que eles têm em casa. A partir dessa tabela montada pelos alunos e das informações coletadas nos aparelhos elétricos, discutimos e definimos os conceitos de voltagem, corrente, frequência, resistência e potência, além do consumo de energia.

Uma curiosidade colocada por um aluno abriu espaço para clarificar conceitos: o aluno perguntou por que o conceito de frequência estava envolvido nessa discussão, uma vez que os aparelhos não exibiam nenhum movimento de vai-e-vem. Isso propiciou aprofundar o conceito de corrente elétrica, inclusive com uma discussão sobre o conceito de correntes alternantes.

No segundo encontro, entregamos cópias e algumas questões sobre o texto, *Instalações Elétricas e a Prevenção de Incêndios em Edificações*, (Ver anexo F) que

trata da precariedade das instalações elétricas como a causa de um incêndio num edifício.

Depois da aplicação do texto fizemos uma discussão sobre as seguintes questões:

- A). *De acordo com o texto qual(ais) foi(ram) as possíveis causa(s) do incêndio no prédio da Eletrobrás?*
- B). *Em sua opinião o que deve ser feito para evitar incêndios desse tipo em prédios antigos?*
- C). *Você sabe o que é um circuito elétrico? Dê exemplos práticos.*
- D). *Quais são os dispositivos de segurança que compõem o circuito elétrico de sua casa?*
- E). *Mencione as grandezas físicas presentes em um circuito elétrico*

Após a discussão destas questões, explicamos o que é um circuito elétrico e quais são as grandezas físicas presentes num circuito elétrico (voltagem, potência, corrente, frequência e resistência), além de informar quais são os dispositivos de segurança de um circuito elétrico (disjuntores e fusíveis).

Para caracterizar na prática tudo que foi abordado e discutido, resolvemos estender o plano em mais duas horas-aula, totalizando quatro horas- aula. Esta mudança foi necessária a fim de montarmos um circuito elétrico simples que simulasse associações em série, em paralelo e mista, (Ver roteiro no Anexo E).

Para a montagem desse circuito utilizamos lâmpadas de 1,5 V, pilhas de 1,5 V e fios de cobre de 1,5 mm de diâmetro. Não construímos um circuito com uma ddp de 220 V por acharmos perigoso para os alunos, já que estes estavam realizando esse tipo de experimento pela primeira vez. Ademais, já havia um precedente: uma aluna sofreu um choque elétrico como relatado na discussão da Aula 01.



Figura 2 – Montagem do experimento sobre circuitos elétricos



Figura 3 - Alunos realizando o experimento sobre circuitos elétricos

4.2.5- AULA 03: “MOVIMENTAR AR E PRODUZIR VENTO QUENTE OU FRIO, MOVER RODAS, MEXER PONTEIROS, RODAR PÁS, MISTURAR MASSAS, LIXAR, FAZER FUIROS... VOCÊ SABE DO QUE EU ESTOU FALANDO?” - UM ESTUDO SOBRE MOTORES ELÉTRICOS.

Por causa do grande número de atividades envolvidas neste plano de aula, sua total concretização se deu ao longo de duas semanas (4 aulas de 50 minutos cada) até ser concluído.

Na primeira semana (2 aulas) montamos juntos e discutimos com os alunos uma tabela com os motores elétricos que eles tinham em casa.

M. ELÉTRICOS	LÍQUIDIFICADOR
M. ELÉTRICOS	BATE DEIRA
M. ELÉTRICOS	REFRIGERADOR 320

Figura 4 - Motores elétricos utilizados pelos alunos

Após a construção da tabela com os motores elétricos que os alunos utilizam em suas residências, entregamos cópias e algumas questões sobre os textos “Teoria Elementar do Magnetismo” e “Motores elétricos” (ver anexo G). O primeiro texto relata sobre campo magnético, substância magnética e força magnética e o segundo sobre o princípio de funcionamento de um motor.

Como mostrado na Figura 5, uma concepção prévia sobre motores elétricos incluía o refrigerador como tal, o que nos propiciou uma discussão sobre o conceito de máquina térmica, deixando claro que o motor que o integra é responsável pela realização de trabalho, que se agrega ao calor extraído do interior, para juntos comporem o calor que é exaurido ao ambiente externo.

Depois da leitura do texto e dessa discussão, abordamos algumas questões para uma discussão adicional:

Texto 1: “Teoria Elementar do Magnetismo”

- [1]. O que você entende por um ímã natural? E por um ímã artificial?
- [2]. O que são substâncias magnéticas? E não- magnéticas? Dê exemplos
- [3]. O que são pólos de um ímã?
- [4]. Entre que pólos de dois ímãs existe uma força de atração? E uma força de repulsão?
- [5]. O que é um campo magnético?
- [6]. O que é um eletroímã?
- [7]. O que são substâncias magnéticas? E não- magnéticas? Dê exemplos

Texto 2: “Motores Elétricos”

- [1]. Cite alguns motores elétricos que você utiliza na sua casa.
- [2]. No texto encontramos o seguinte parágrafo: “Motores elétricos são encontrados nas mais variadas formas e tamanhos, cada qual apropriado á sua tarefa. Não importa quanto **torque** ou potência um motor deva

desenvolver, com certeza você encontrará no mercado aquele que lhe é mais satisfatório". O que você entende por torque?

[3]. Quais são os componentes básicos de um motor elétrico?

[4]. Como as forças magnéticas podem fazer algo girar?

[5]. Se as forças magnéticas são as causas do 'por que o motor gira', por que não podemos construir um motor exclusivamente com ímãs permanentes?

[6]. O que são ímãs permanentes?

[7]. O que é que determina 'para que lado' o motor vai girar?

[8]. Descreva como funciona um motor de corrente contínua.

Aproveitamos essas discussões e, considerando os subsunçores⁷ campo gravitacional e campo elétrico, foram introduzidos os conceitos de campo magnético, ímãs, linhas de indução e campo magnético da Terra em aula expositiva.

Foi descrita a experiência de Oersted. Considerou-se como organizador prévio a situação ocorrida no motor elétrico, em que a corrente elétrica que circula na armadura gera um campo magnético naquela região. Novamente o conceito de campo elétrico foi utilizado como subsunçor (vide Sec 3.1), destacando que o campo elétrico é criado por cargas elétricas estacionárias, enquanto o campo magnético por cargas elétricas em movimento. Finalmente, foi ressaltado que a eletricidade e o magnetismo têm origem comum, a carga elétrica, e passaram a constituir um mesmo ramo da ciência: o eletromagnetismo.

Na segunda semana (2 aulas) utilizando o motor de um ventilador, fez-se a descrição da constituição física desse motor, foi descrita a função de cada um dos componentes e explicado o seu funcionamento.

A seguir, mostrou-se um liquidificador, cujo motor foi retirado da carcaça na presença dos alunos. A eles foi solicitado que identificassem as peças do motor. Aproximadamente 60 por cento dos alunos conseguiram identificar a bobina fixa, a bobina móvel, verificar que se formam circuitos elétricos, além de identificar o comutador e as escovas. Os alunos ficaram motivados, mostrando-se interessados, contando suas experiências e fazendo perguntas.

Na última aula foi abordada a existência da força magnética sobre um fio retilíneo, que conduz corrente elétrica em campo magnético, utilizando um experimento, que foi a montagem de eletroímã e de um motor elétrico (Ver Anexo G).



Figura 5 - Alunos realizando o experimento sobre motores elétricos

O aluno foi levado a relacionar o movimento da parte móvel do motor elétrico com a existência dessa força. Descrevi a regra da mão direita. Nessa aula introduzi o conceito de vetor campo magnético, bem como a expressão matemática da força magnética que atua sobre um condutor que conduz corrente em um campo magnético, com dois objetivos: explicar que os vetores campo magnético, velocidade das cargas e força magnética estão localizados em planos diferentes e que o valor da força magnética depende do ângulo que o condutor forma com o campo magnético. Destacamos também a força exercida pelas bobinas de campo do motor sobre o eixo. Para finalizar, foi construído um mapa conceitual com a participação dos alunos, relacionando os conceitos abordados nas aulas.

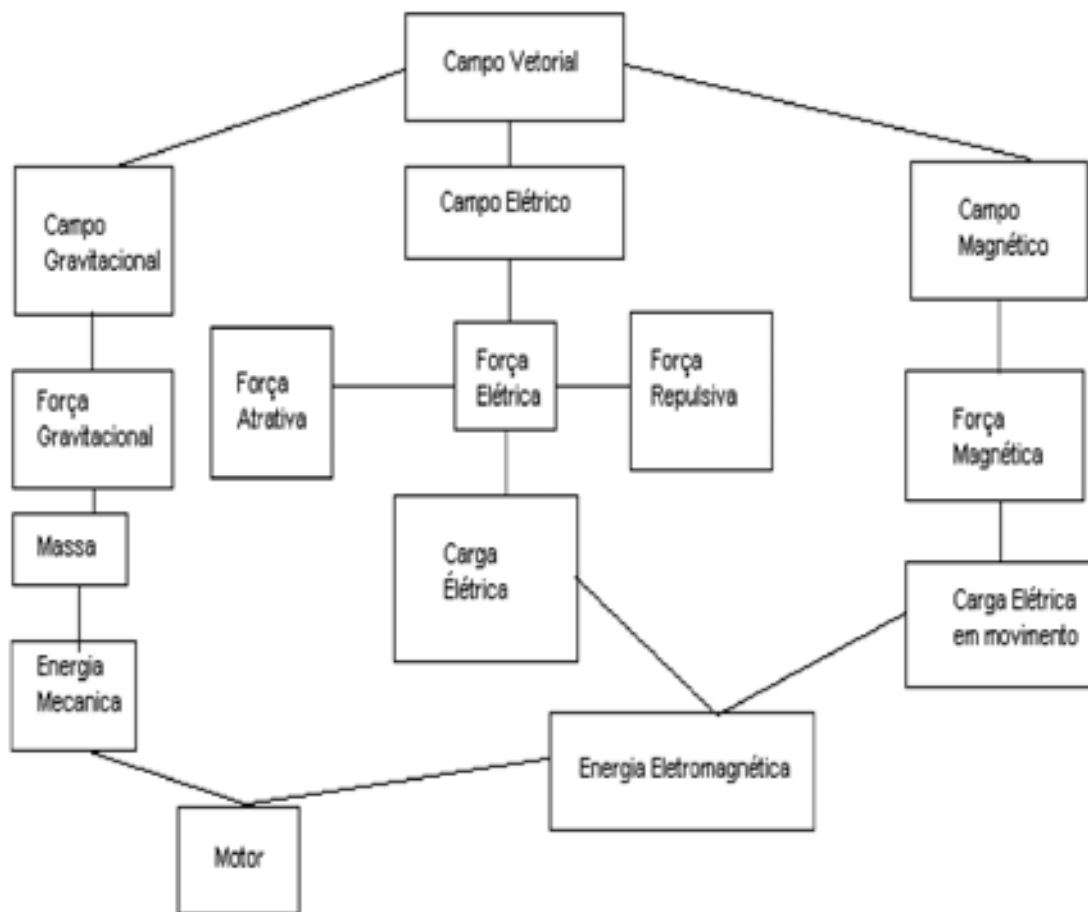


Figura 6 - Mapa Conceitual

4.2.6 - AULA 04: “ACENDE-APAGA; LIGA-DESLIGA; QUANTAS FONTES DE ENERGIA ELÉTRICA VOCÊ JÁ UTILIZOU HOJE?” – GERADORES.

Como atividade inicial (*Aquecer/Fazer já*), pedimos para os alunos citarem quais as fontes de energia que eles conheciam. A partir da resposta deles, fomos colocando na lousa cada fonte de energia que era citada.

Posteriormente foi feita a seguinte pergunta para toda a classe: “*De onde vem a energia elétrica que chega a nossas casas?*” Nenhum dos estudantes respondeu, o qual, para o nosso caso, seria o Complexo de Paulo Afonso, administrado pela Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF). Em seguida formulamos uma nova pergunta: “*Quais as formas de se produzir energia elétrica?*”, com o intuito de discutir essas formas.

Após esses questionamentos, fizemos a aplicação do texto “*No Amazonas, comunidades sem energia elétrica se mobilizam para assistir ao Brasil na Copa*”, abordando as seguintes questões:

- [1]. No texto encontramos o seguinte parágrafo: “Manaus – Cerca de 5,6 mil comunidades rurais do Amazonas não têm fornecimento regular de energia elétrica, segundo dados do programa federal Luz para Todos. Nesses locais, os ribeirinhos são obrigados a se mobilizar para conseguir óleo diesel suficiente que garanta o funcionamento da televisão ou do rádio durante os jogos do Brasil na Copa do Mundo”. **Como é que o óleo diesel é utilizado para fazer uma TV ou um rádio funcionar? Explique.**
- [2]. No texto encontramos a seguinte frase: “Noventa por cento dessas comunidades têm geradores de baixa potência [entre 15 e 40 KVA], que funcionam apenas de quatro a seis horas por dia”. Você sabe o que é potência? E o que significa 15 e 40 kVA?
- [3]. O que significa combustol?
- [4]. De acordo com o texto qual(is) seria(m) uma(s) das causas para a específica região ribeirinha do rio Amazonas, onde moram de 30 a 200 famílias não terem fornecimento regular de energia elétrica?
- [5]. Você sabe o que é um gerador? E como funciona? E um transformador?

No segundo dia fizemos a discussão do texto com os alunos, considerando os subunçores ‘campo magnético’ e ‘corrente elétrica’, que foram definidos em aulas anteriores. Foram introduzidos os conceitos de transformação de energia, carga elétrica, força de Lorentz e lei de Faraday a partir do funcionamento de uma turbina utilizada numa hidroelétrica. Além disso, discutimos outras fontes (alternativas) de geração de energia elétrica disponíveis no nosso Estado, como a termoelétrica situada no município de Alto Rodrigues e a usina eólica situada no município de Rio do Fogo. Inclusive, constavam em nosso planejamento visitas da turma (35 alunos) a esses sítios, as quais foram inviabilizadas pela falta de recursos financeiros na escola necessários à locação de um ônibus.

Como atividade extra-classe, *Embrulhar e fazer depois*, foram solicitados aos alunos um resumo com as diversas formas de produção de energia elétrica.

Por último, foi solicitado aos alunos que fizessem uma síntese da transmissão de energia elétrica a partir do tópico especial (cópias individuais disponibilizadas) do capítulo 24 do livro da Beatriz Alvarenga, volume 3 (Ver referências).

4.2.7 - AULA 05: ALÔ.... PRONTO; DESCULPE..... ENGANO. UM ESTUDO SOBRE OS APARELHOS DE COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO.

No 1º dia, para *Aquecer / fazer já*, foi montado na lousa junto com os alunos, uma lista em que eles citaram os aparelhos e dispositivos de comunicação e informação que conheciam.

Posteriormente, reunimos os alunos em grupos e aplicamos o texto: “A nova geração conectada” abordando, posteriormente à sua leitura algumas questões, que estão citadas abaixo:

- [01]. *Qual é o meio de comunicação que você mais utiliza para comunicar-se com os outros? E para obter informações (notícias)?*
- [02]. *Qual é a função que você mais utiliza no celular? Por quê?*
- [03]. *Como é gerada e transmitida uma informação via rádio, TV, celular e internet?*
- [04]. *Quais os dispositivos utilizados na emissão e recepção de informações dos aparelhos citados na questão anterior?*

No segundo dia, fizemos a retomada da aula anterior, e a discussão do texto, a partir das respostas dos alunos, quando aproveitamos os subsunçores ‘campo elétrico’ e ‘campo magnético’ para definirmos o que é uma onda eletromagnética e qual a sua importância para a comunicação e informação, destacando a geração e recepção de sinais, usando como ilustração um aparelho de TV e um celular, por serem os aparelhos mais presentes no cotidiano dos alunos. Foi feita uma discussão preliminar sobre o espectro eletromagnético.



Figura 7 – Discussão do texto sobre aparelhos de comunicação

Ao final das discussões foi solicitada dos alunos a resolução de uma lista de problemas (ver Anexo L) envolvendo os conceitos estudados, que foi entregue na aula seguinte, para fins de avaliação do aluno.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, iremos apresentar e discutir os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia utilizada por nós em sala de aula, através de tabelas, gráficos e relatos dos estudantes na aplicação de cada plano de aula, referentes aos trabalhos que envolveram desde a leitura e interpretação de textos, até a produção das respostas dos vários instrumentos de avaliação. No tocante à leitura e interpretação de textos, seguiremos os seguintes critérios de classificação das respostas:

- ✓ *Transcrições diretas do texto coerentes com a pergunta (TC);*
- ✓ *Transcrições diretas do texto, mas incoerentes com a pergunta (TI);*
- ✓ *Sem transcrições diretas do texto, mas coerentes com a pergunta (SC);*
- ✓ *Sem transcrições diretas do texto e incoerentes com a pergunta (SI);*
- ✓ *Respostas em branco (RB).*

Como a nossa metodologia é baseada em grande parte na aplicação de textos, decidimos então, antes de aplicarmos os textos, analisar o quê e como nossos estudantes estão lendo.

Para fazermos tal análise, aplicamos um questionário, que se encontra no Anexo J, cujos os resultados são apresentados nas tabelas 4, 5 e 6 abaixo.

Na primeira tabela (4), podemos observar que os **Livros e Internet** são os meios de leitura aos quais os alunos têm mais acesso.

	REVISTAS	JORNAIS	LIVROS	INTERNET	TOTAL ⁷
Meios de leituras mais comuns para os estudantes	13 (17,8 %)	11 (15,1 %)	30 (41,1 %)	19 (26,0 %)	73 (100 %)

TABELA 4 - Meios de leituras mais comuns para os estudantes

7. O total aqui foi de 42 alunos pelo fato de admitirmos mais de uma resposta por parte dos estudantes.

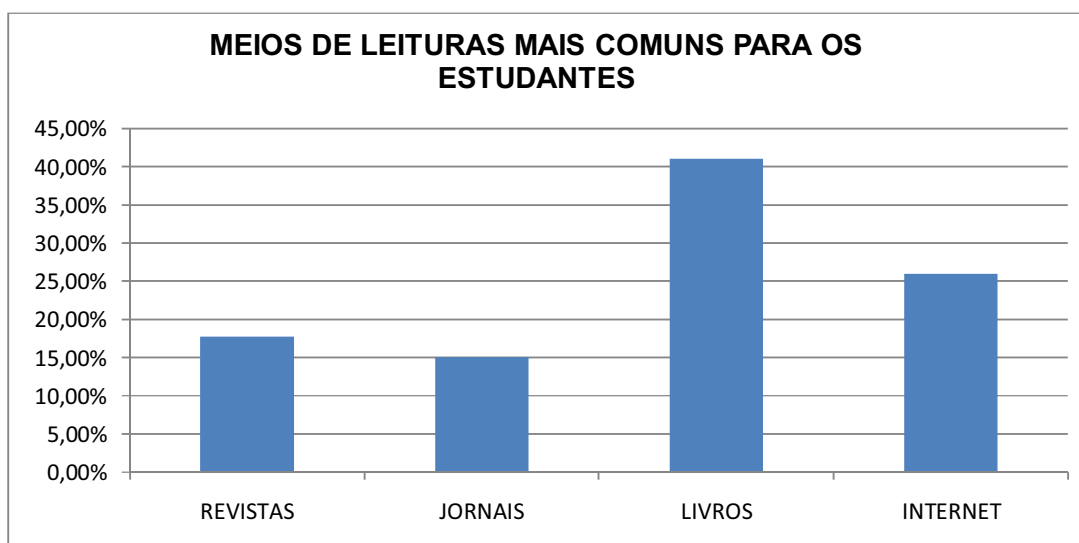


GRÁFICO 2 - Meios de leituras mais comuns para os estudantes

Para a nossa surpresa os livros são o meio mais comum de leitura, ficando a Internet em segundo lugar. Porém, como mostra a tabela 5, os jornais (62,6%) são o meio mais utilizado para obter informações.

Com relação às revistas (43,9%), observamos que elas são as mais utilizadas como meio de diversão e lazer. Sendo que para a nossa surpresa a mais citada pelos alunos foi a Veja (revista semanal de notícias) com 12 citações. As demais (6) ficam distribuídas entre revistas de esportes, de novelas e de conteúdo para adultos.

	REVISTAS	JORNAIS	LIVROS	INTERNET
DIVERSÃO/ LAZER	18 (43,9%)	2 (6,2%)	9 (16,1%)	13 (31%)
INFORMAÇÃO	16 (26,8%)	20 (62,6%)	17 (30,3%)	20 (47,6%)
CULTURA GERAL	6 (14,7%)	8 (25%)	17 (30,3%)	3 (7,1%)
CIENTÍFICO	3 (7,3%)	2 (6,2%)	6 (10,7%)	4 (9,5%)
RELIGIOSO	3 (7,3%)	0 (0,0%)	7 (12,6%)	2 (4,8%)
TOTAL	41(100%)	32 (100%)	56 (100%)	42 (100%)

TABELA 5 – Conteúdos envolvidos na leitura dos estudantes

Com relação ao caráter científico, de acordo com a tabela 5, é o menos citado em qualquer um dos meios de leitura. Isto nos leva a concluir o desinteresse dos alunos relacionados a esse tipo de assunto, uma vez que acham mais interessante estarem buscando informações de cultura geral ou algo que lhes proporcione diversão e lazer.

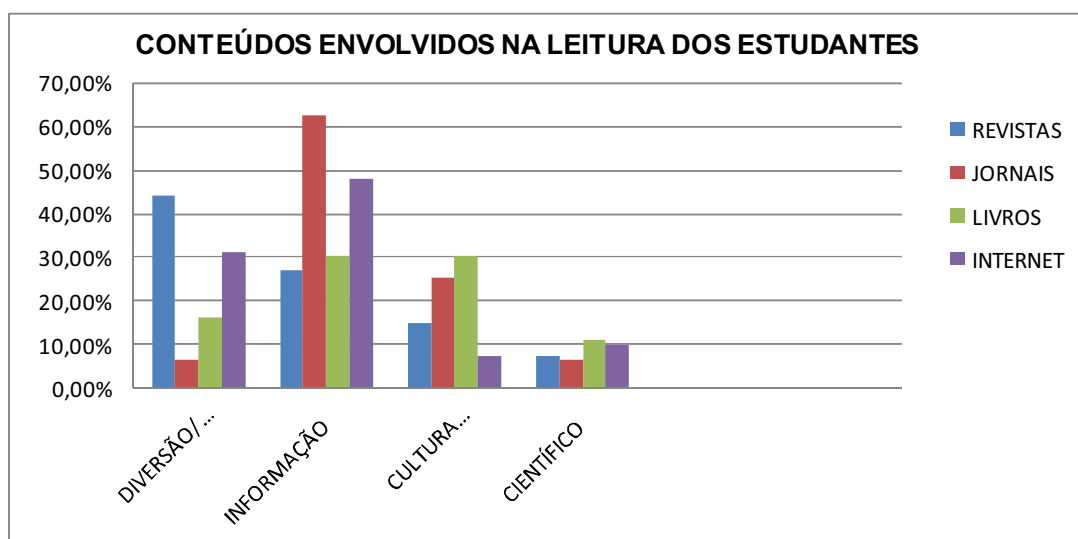


GRÁFICO 3 - Conteúdos envolvidos na leitura dos estudantes

Outro aspecto analisado por nós foi com que freqüência os alunos faziam estas leituras, que são identificadas na tabela 6.

	REVISTAS	JORNAIS	LIVROS	INTERNET	MÉDIA
UMA VEZ POR SEMANA	6 (46,1%)	3 (27,3%)	5 (16,7%)	6 (31,6%)	30,4 %
MAIS DE UMA VEZ POR SEMANA	3 (23,05%)	2 (18,2%)	11(36,7%)	7 (36,8%)	28,7 %
TODOS OS DIAS	2 (15,4%)	2 (18,2%)	2 (6,8%)	6 (31,6%)	18 %
RARAMENTE	2 (15,4%)	4 (36,3%)	12(40,0%)	0 %	30,7 %
TOTAL	13 (100 %)	11 (100 %)	30 (100 %)	19 (100 %)	

TABELA 6 – Freqüência da leitura dos estudantes.

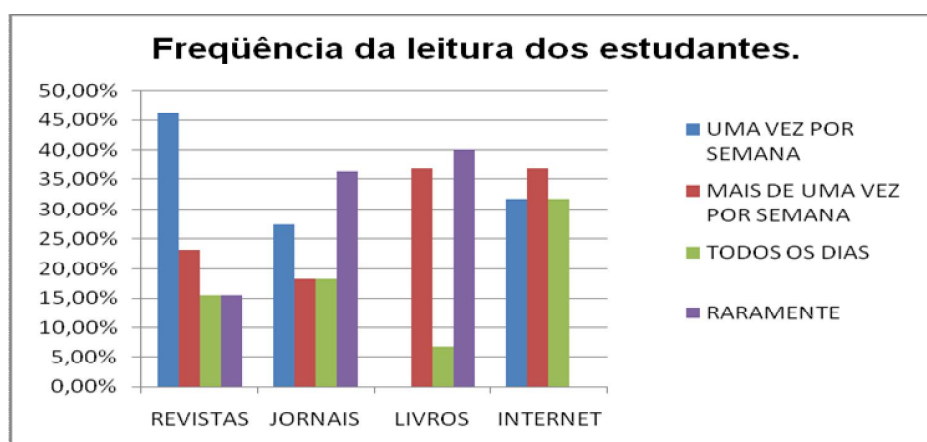


GRÁFICO 4 – Freqüência da leitura dos estudantes

Os dados apresentados na tabela 6 e no gráfico 4, nos levaram a concluir que apesar do livro ser citado como o meio mais utilizado para a leitura pelos alunos, ele raramente (40%) é lido, mostrando a falta de hábito que os alunos têm relacionados à leitura, o que dificultou no início a implementação dos nossos planos, onde os resultados são apresentados na seqüência.

5.1- Resultados da Aula 01

Nos primeiros contatos com os(as) alunos(as) a partir do plano de aula cujo título é: “*Pondo ordem dentro e fora de casa*” (Aula 01), discutimos a classificação dos aparelhos elétricos, procurando deixar claro para os alunos que cada aparelho elétrico segue uma classificação, como por exemplo, o ferro elétrico classificado com aparelho resistivo, o liquidificador classificado com motor elétrico e a TV, classificada como aparelho de comunicação e informação. Nesta aula, avaliamos as respostas dos estudantes referentes às seguintes perguntas:

[Q.02]. *Quais categorias de aparelhos apresentam maior potência?*

Esta pergunta possuía resposta diretamente do texto, por isso gerou uma grande quantidade de resposta do tipo TC, como mostra a **tabela 7 e o gráfico 5**. Ela não apresentou nenhuma resposta do tipo SI e BC.

	TC	TI	SC	SI	BC
Q.02	64,4 %	33,3%	2,3%	0%	0%
Q.03	55,6 %	13,3 %	11,1 %	8,9 %	11,1 %
MÉDIA	60 %	23,1%	6,7 %	4,4 %	5,6 %

TABELA 7 - Aula 01

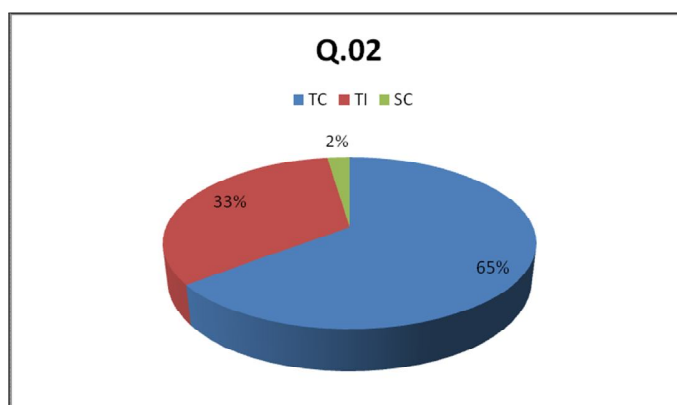


GRÁFICO 5 - QUESTÃO 02 DA AULA 01

A tabela 8 apresenta duas respostas, dadas pelos alunos, com características diferentes.

ESTUDANTE	RESPOSTAS	CLASSIFICAÇÃO DA RESPOSTA
A	<i>Motores</i>	TI
B	<i>Os resistivos</i>	TC

TABELA 8 – Respostas dos alunos referentes à pergunta (Q.02).

[Q.03] *Quais as transformações de energia que ocorrem nos motores e aparelhos resistivos?*

Esta pergunta também traz respostas diretas no texto, que justificam a razão da maioria das repostas serem do tipo TC, **como mostra a tabela 7 e o gráfico 6.**

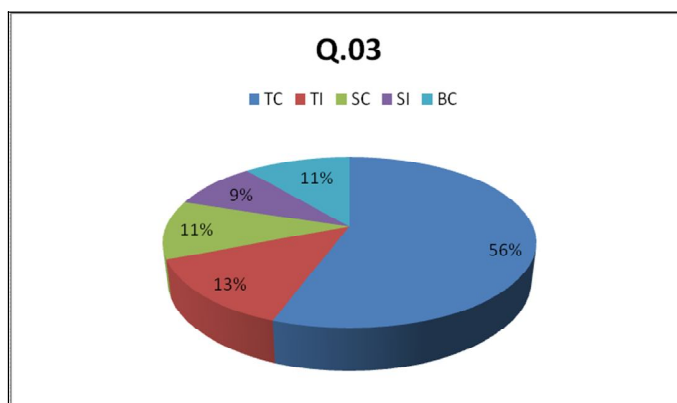


GRÁFICO 6 - Questão 03 da aula 01

Na tabela 9 podemos verificar algumas das respostas dadas pelos alunos relativas à pergunta Q.03 e logo a seguir o gráfico 7 com as médias da aula 01.

ESTUDANTE	RESPOSTAS	CLASSIFICAÇÃO DA RESPOSTA
A	<i>“Resistivos, transformam energia elétrica fornecida por uma fonte em energia térmica” “Motores, transformam a energia elétrica que recebem da fonte em energia mecânica”.</i>	TC
B	<i>“Transforma a maior parte da energia elétrica em mecânica (calor)”.</i>	SI

TABELA 9 - Respostas dos alunos referentes à pergunta (Q.03).

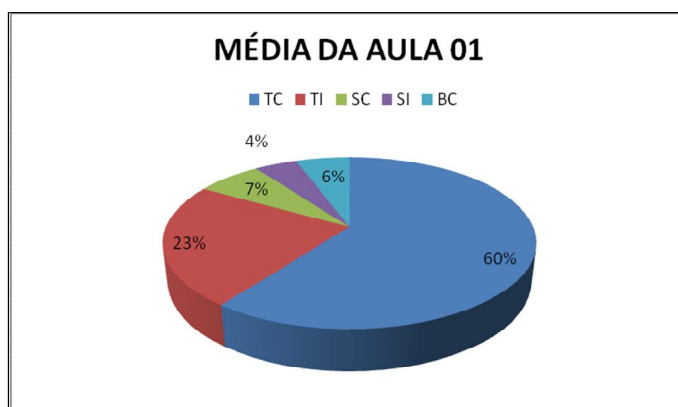


GRÁFICO 7- Média da aula 01

De acordo com a tabela (7) e o gráfico (7), a média de questões em branco foi de apenas 6%, o que nos faz concluir que os alunos mostraram um pequeno avanço no tocante à leitura do texto, pois na análise da tabela 6 e do gráfico 5, 30,6% dos alunos raramente lêem, livro, jornal ou revista.

5.2- Resultados da Aula 02

Neste segundo plano de aula utilizamos o texto cujo título é: “*Instalações Elétricas e a Prevenção de Incêndios em Edificações*”

Nesta aula, avaliamos as respostas dos estudantes referentes às seguintes perguntas:

[Q.01] *De acordo com o texto qual(ais) foi(ram) as possíveis causa(s) do incêndio no prédio da Eletrobrás?*

De acordo com os dados da tabela 10 e do Gráfico 8, a maioria das respostas foi do tipo TC, apesar da pergunta ter respostas que não estavam diretamente ligadas ao texto.

	TC	TI	SC	SI	BC
Q.01	84,6 %	7,7 %	7,7 %	0%	0%
Q.03	7,7 %	7,7 %	38,4 %	30,8 %	15,4 %
MÉDIA	46,15	7,7 %	23,1 %	15,4 %	7,7 %

TABELA 10 - Aula 02

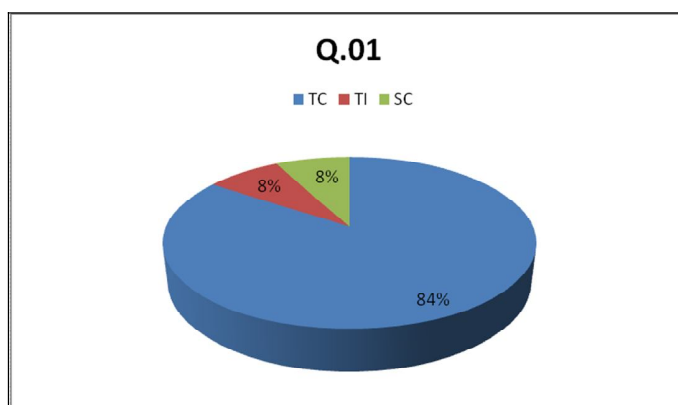


GRÁFICO 8 - Questão 01 da aula 02

Logo abaixo na tabela apresentamos algumas respostas dadas pelos alunos relacionadas com a Q.01.

ESTUDANTE	RESPOSTAS	CLASSIFICAÇÃO DA RESPOSTA
C	“instalações elétricas velhas ou aparelhos de ar condicionado em más condições e falta de equipamentos de segurança” .	TC
D	“foi um curto-circuito em uma das torres de refrigeração”	SC

TABELA 11 - Respostas dos alunos referentes à pergunta (Q.01).

[Q.03] Você sabe o que é um circuito elétrico? De exemplos práticos.

A maioria das respostas para esta pergunta foi do tipo SC e SI, como nos mostra a tabela 10 e o gráfico 9.

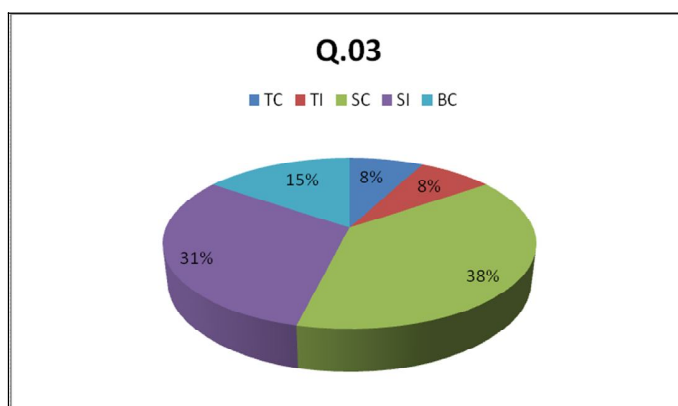


GRÁFICO 9 - Questão 03 da aula 02

A tabela 12 abaixo mostra as respostas dadas pelos alunos, tocante a questão Q.03.

ESTUDANTE	RESPOSTAS	CLASSIFICAÇÃO DA RESPOSTA
E	“ Sim, ele é composto por: disjuntor, lâmpada, reator, fusível, etc”.	SC
D	“é o movimento ordenado elétrons”.	SI

TABELA 12 - Respostas dos alunos referentes à pergunta (Q.03).

De acordo com os gráficos 7 e 10, observamos um aumento do tipo de resposta SC e SI, e estes dados nos leva a concluir que está ocorrendo uma melhor reflexão por parte do aluno na hora de formular a resposta.

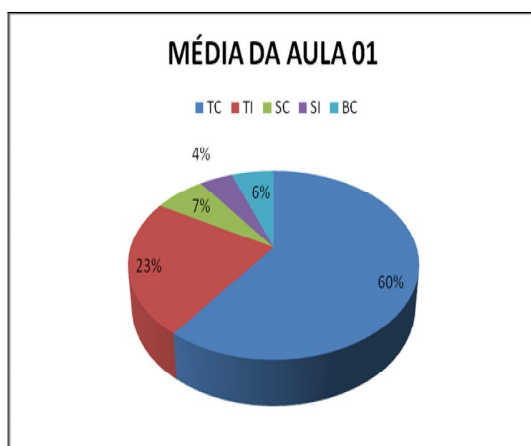


GRÁFICO 7- Média da aula 01

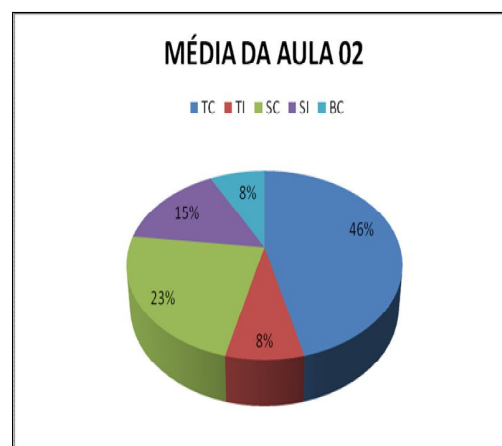


GRÁFICO 10 – Média da aula 02

5.3- Resultados da Aula 03

Nesta aula, avaliamos as respostas dos estudantes referentes às seguintes perguntas:

Texto 1: “Teoria Elementar do Magnetismo”

[Q.01] O que você entende por um ímã natural? E por um ímã artificial?

Para esta pergunta, tivemos respostas do tipo TC, TI e SC, conforme com a tabela 13 e gráfico 11.

	TC	TI	SC
Q.01	60 %	30 %	10 %
Q.03	50 %	30 %	20 %
MÉDIA	55 %	30 %	15 %

TABELA 13 - AULA 03(TEXTO 1)

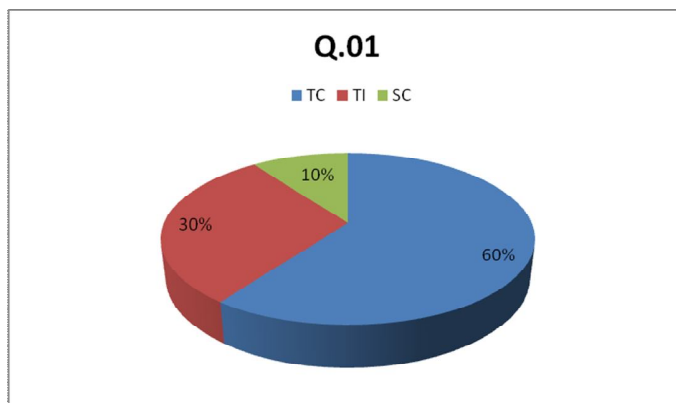


GRÁFICO 11 - Questão 01 da aula 03(texto 1)

[Q.03] O que são pólos de um ímã?

Conforme a tabela 13 e o gráfico 12 as respostas para esta pergunta são do tipo TC , TI e SC.

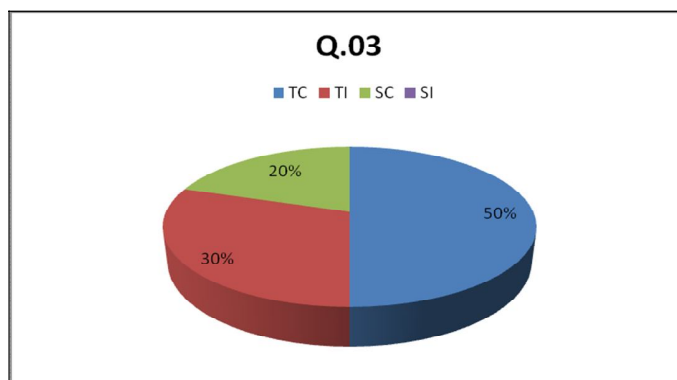


GRÁFICO 12 - Questão 03 da aula 03 (texto 01)

As tabelas 14 e 15, nos mostram algumas respostas dadas pelos alunos referentes às questões Q.01 e Q.03.

ESTUDANTE	RESPOSTAS	CLASSIFICAÇÃO DA RESPOSTA
F	“Natural: é um mineiro retirado diretamente da natureza, não passando por nenhum processo artificial por ter magnetismo. Artificial: São fabricados por substancias ferromagnéticas mais forte e versátil que o natural”.	SC
G	“São basicamente as extremidades de um pólo”.	SI

TABELA 14 - Respostas dos alunos referentes à pergunta Q.01.

ESTUDANTE	RESPOSTAS	CLASSIFICAÇÃO DA RESPOSTA
H	“Ímã natural; são pedaços de magnetitas que atraem o ferro e o aço. O ímã artificial é fabricado forte e versáteis com substâncias ferromagnéticas”.	TC
I	“Os pólos de um ímã é o que divide o ímã, o pólo norte e o pólo sul”.	SC

TABELA 15 - Respostas dos alunos referentes à pergunta Q.03.

Texto 2: “Motores Elétricos”.

[Q.02] No texto encontramos o seguinte parágrafo: “Motores elétricos são encontrados nas mais variadas formas e tamanhos, cada qual apropriado à sua tarefa. Não importa quanto **torque** ou potência um motor deva desenvolver, com certeza, você encontrará no mercado aquele que lhe é mais satisfatório”. O que você entende por torque?

[Q.05] Se as forças magnéticas são as causas do 'por que o motor gira', por que não podemos fazer um motor construído exclusivamente com ímãs permanentes?

De acordo com a tabela 16 e os gráficos 13 e 14 a maioria das respostas relacionadas às questões Q.02 e Q.05 foram do tipo SC, demonstrando que as respostas na sua maioria foram construídas pelos próprios estudantes e não sendo cópias fiéis do texto.

	TC	TI	SC	SI	BC
Q.02	30 %	10 %	40 %	10 %	10 %
Q.05	30 %	20 %	40 %		

TABELA 16 - Aula 03 (TEXTO 2)

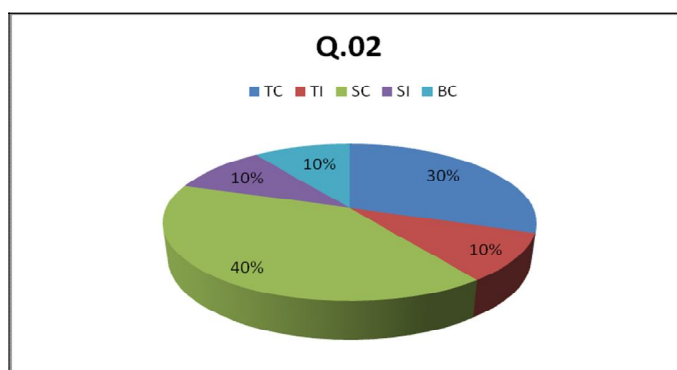


GRÁFICO 13 – Questão 02 da Aula 03 (Texto 2)

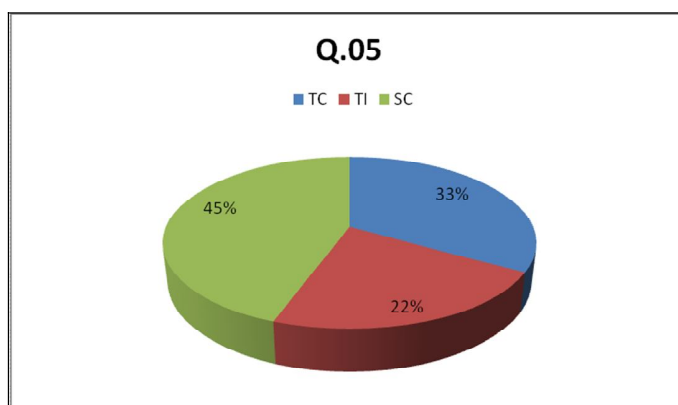


GRÁFICO 14 - Questão 05 da aula 03 (Texto 2)

A tabela 17 e nos mostra algumas respostas dadas pelos alunos referentes às questões Q.02 e Q.05.

ESTUDANTE	RESPOSTAS	CLASSIFICAÇÃO DA RESPOSTA
H	“É a força que faz algo girar”.	SC
I	“A inversão no sentido da corrente, no momento oportuno, é condição indispensável para a manutenção dos torques “favoráveis”, os quais garantem o funcionamento do motor”,	SC

TABELA 17 - Respostas dos alunos referentes à pergunta Q.02 e Q.05.

De acordo com os dados apresentados na tabela 18 e nos gráficos 10 e 15, tivemos um aumento nas respostas do tipo SC, o que nos leva a concluir que os estudantes estão cada vez mais refletindo do que copiando as respostas do texto.

MÉDIA(TEXTO 1)	55 %	30 %	15 %		
MÉDIA(TEXTO 2)	30 %	15 %	40 %	5 %	5 %
MÉDIA(AULA 03)	42,5 %	22,5%	27,5 %	2,5 %	2,5 %

TABELA 18 – Média da aula 03

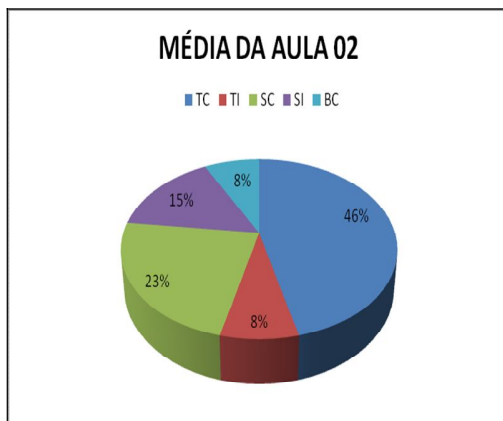


GRÁFICO 10 – Média da aula 02

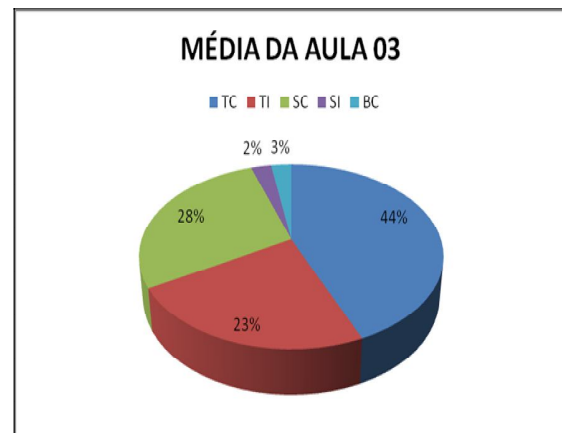


GRÁFICO 15 – Média da aula 03

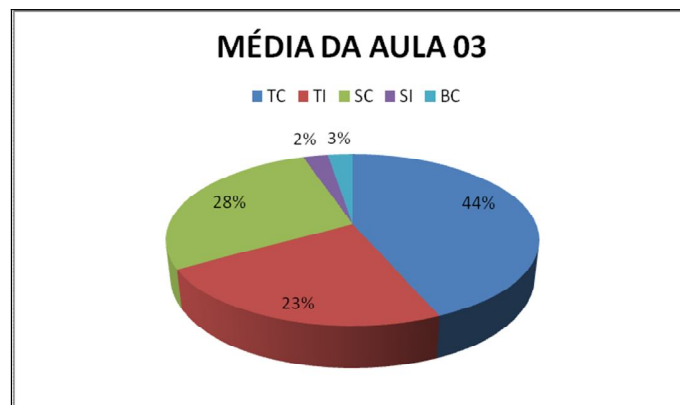


GRÁFICO 15 – Média da aula 03

5.4- Resultados da Aula 04

Nesta aula, avaliamos as respostas dos estudantes referentes às seguintes perguntas:

[Q.03] No texto encontramos o seguinte parágrafo: “Manaus – Cerca de 5,6 mil comunidades rurais do Amazonas não têm fornecimento regular de energia elétrica, segundo dados do programa federal “Luz para Todos”. Nesses locais, os ribeirinhos são obrigados a se mobilizar para conseguir óleo diesel suficiente que garanta o funcionamento da televisão ou do rádio durante os jogos do Brasil na Copa do Mundo”. Como é que o óleo diesel é utilizado para fazer uma TV ou um rádio funcionar? Explique.

[Q.07] Você sabe o que é um gerador? E como funciona? E um transformador?

No tocante as questões Q.03 e Q.07, a tabela 19 e os gráficos 16 e 17 nos mostram que a média de respostas na sua maioria é do tipo SC.

	TC	TI	SC	SI	BC
Q.03	50 %	16,7 %	33,3 %		
Q.07			83,3 %	16,7 %	
MÉDIA	25 %	8,8 %	58,3 %	8,8 %	

TABELA 19 - Aula 04

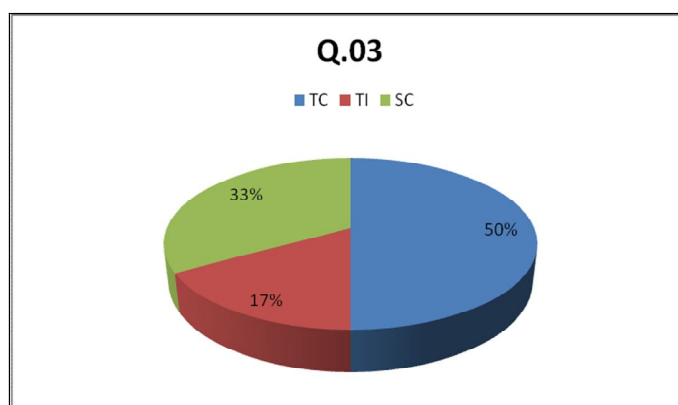


GRÁFICO 16 - Questão 03 da aula 04

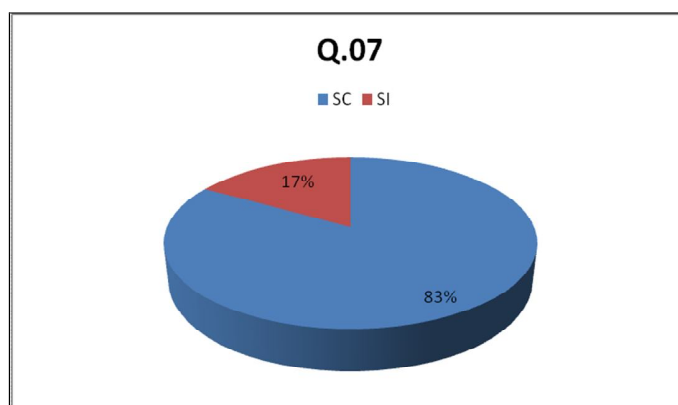


GRÁFICO 17 - questão 07 da Aula 04

De acordo com os dados apresentados na tabela 19 e nos gráficos 15 e 18, prevalece as respostas do tipo SC (58,8%), mostrando cada vez mais a evolução dos alunos.

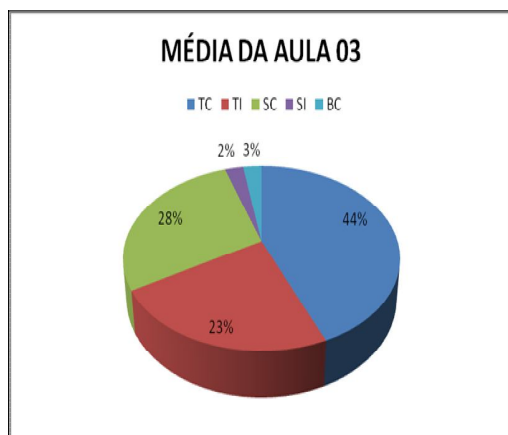


GRÁFICO 15 – Média da aula 03

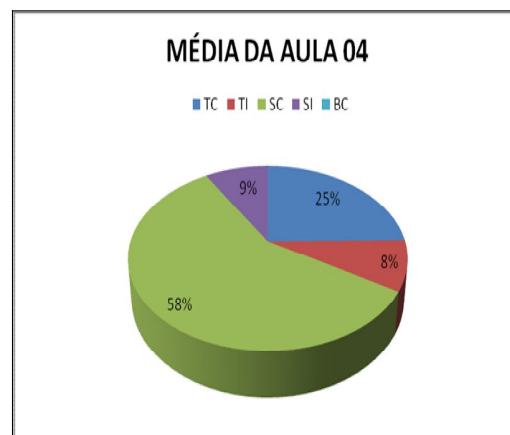


GRÁFICO 18 – Média da aula 04

5.5- Resultados da Aula 05

Nesta aula, avaliamos as respostas dos estudantes referentes às seguintes perguntas:

[Q.06] *O uso do celular e da Internet está abolindo os outros meios de comunicação como TV e Rádio?*

[Q.08] *Como é gerada e transmitida uma informação via rádio, TV, celular e Internet?*

De acordo com os dados apresentados na tabela 20 e nos gráficos 19 e 20, tivemos um aumento nas respostas do tipo SI, o que nos leva a concluir que, apesar do aumento das respostas sem transcrições diretas, muito embora 36,3% sendo incoerentes, os estudantes estão cada vez mais refletindo do que copiando as respostas do texto e é isto que aponta o gráfico 21, em que 72% das respostas são sem transcrições diretas do texto.

	TC	TI	SC	SI	BC
Q.06	9,1 %		63,6 %	27,3 %	
Q.08	18,2 %	27,3 %	9,1 %	45,4 %	
MÉIDA	13,7 %	13,7 %	36,3 %	36,3 %	

TABELA 20 - Aula 05

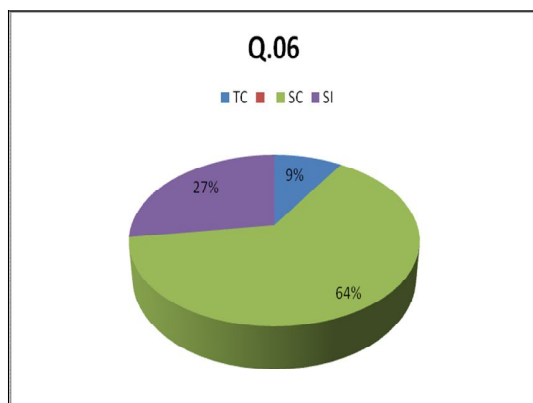


GRÁFICO 19 - Questão 06 da Aula 05

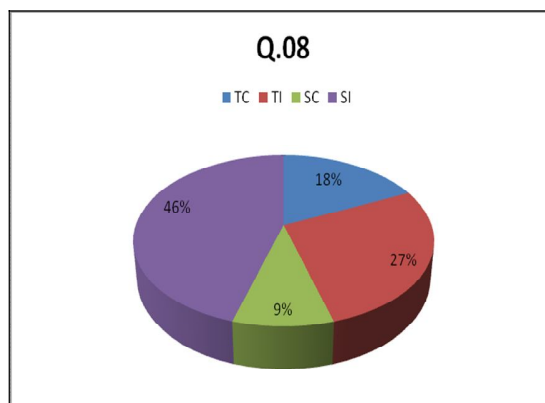


GRÁFICO 20 - Questão 08 da aula 05

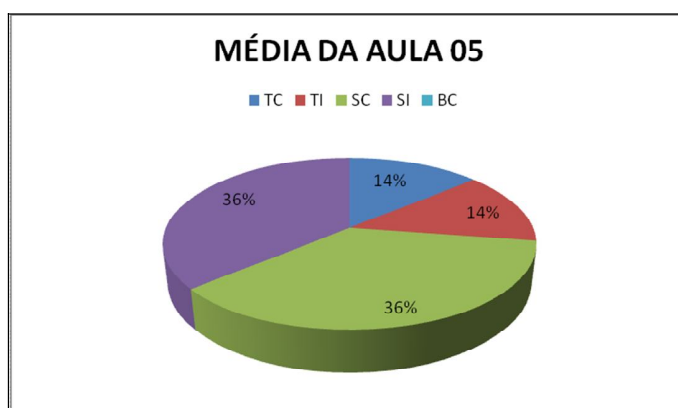


GRÁFICO 21 – Média da aula 05

CAPÍTULO 6

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No processo de ensino, o objetivo é a construção do conhecimento formal pelo aluno em cada disciplina do currículo escolar. Muitas metodologias foram, são e serão utilizadas para proporcionar um melhor ensino- aprendizagem para os alunos.

A multiplicidade de metodologias parece ser assustadora pelo seu número, mas não é. Ela é e sempre será fantástica por proporcionar a diversificação do ensino, possibilitando ao aluno uma melhor aprendizagem.

Este trabalho foi realizado visando a uma aprendizagem mais significativa do eletromagnetismo, com uma maior ênfase na parte conceitual, estabelecendo uma dialética entre as situações vivenciadas pelos alunos e os conceitos fundamentais do eletromagnetismo.

A nossa proposta de ensino é mais uma dentre várias que vêm contribuir para um melhor processo de ensino – aprendizagem, perseguindo a consolidação de uma aprendizagem significativa por parte dos alunos.

Inicialmente na aplicação de nossa proposta fizemos uma análise do ensino de eletromagnetismo aplicando um questionário para termos uma idéia sobre o que e como os professores da rede pública de ensino de Natal, RN, estavam lecionando. Na aplicação deste questionário tivemos algumas dificuldades relacionadas como a devolução dos mesmos preenchidos por parte dos professores. Isso fez com que a nossa investigação atingisse um conjunto pequeno de professores.

Após esta investigação tínhamos em mente como plano piloto de nossa proposta a realização de uma oficina com estes professores para termos uma visão melhor da estrutura de cada plano de aula. Ela não foi realizada por que não tinham na época os recursos financeiros e os espaços físicos adequados.

A implementação dos planos de aula foi realizada em um período excepcional, depois de um período de greve dos professores da rede pública estadual, que extrapolou o calendário escolar. A turma era a única a ter aula na escola e este era um dos motivos pelos quais não se podiam exigir tarefas em excesso, devido a escassez de tempo para discutir sua elaboração e avaliação. Por exemplo, as tarefas de casa associadas às conexões interdisciplinares deixaram de ser solicitadas devido a esses problemas. A dificuldade de leitura e interpretação de textos constatada como resultado das tarefas associadas aos textos de apoio

também foi determinante para inibir a solicitação dessas tarefas interdisciplinares, dadas as circunstâncias referidas do período em que foram implementados os planos de aula.

A avaliação da aula feita pelos alunos não foi realizada por falta de tempo hábil, como já foi relatado anteriormente. A idéia seria solicitar aos alunos que respondessem questionário elaborado de modo que servisse à avaliação do docente em relação a como foi seu desempenho na condução da aula. Retornaríamos o processamento destes dados aos alunos e discutir eventuais aspectos com baixa avaliação, como ponto de partida para um aprimoramento.

A avaliação que fizemos de cada plano de aula no capítulo anterior foi de caráter qualitativo e contínuo, pois esta aconteceu a partir da análise de cada aplicação de texto, das discussões realizadas com os alunos, na realização de experimentos e atividades de extensão (aprofundamento dos conteúdos e aplicações práticas).

Os resultados encontrados neste estudo, de acordo com os limites que os instrumentos de pesquisa impõem, revelaram que há possibilidades de evolução conceitual, a partir de ações e reflexões havidas durante as situações de ensino vivenciadas no processo de interação realizado.

Nesse sentido, esperamos que o produto educacional produzido neste trabalho possa proporcionar um material de consulta para diversos professores que buscam incansavelmente por novas metodologias.

É de se entender que a formação continuada de professores não pode limitar-se a proporcionar conhecimentos conceituais e metodológicos de uma dada disciplina, precisa favorecer também o exercício da reflexão sobre concepções e práticas que esses professores veteranos já têm. É necessário propiciar atitudes favoráveis para que as pessoas, incluindo professores em formação, desenvolvam processos reflexivos de investigação, situações que envolvam a abertura de espírito, ou seja, ouvir os outros e considerar a possibilidade de alternativas; a dedicação, isto é, o interesse em um assunto, fato, objeto do conhecimento; e a responsabilidade, entendida como um questionamento contínuo, que, para nós professores, significa refletir sobre o quê ensinar, como ensinar e para que ensinar.

A realização deste trabalho propiciou um conhecimento sobre a viabilidade de aplicação de metodologia alternativa, que priorizou os aspectos de leitura e

interpretação de textos de apoio ao desenvolvimento de cada um dos planos de aula elaborados e implementados, cuja avaliação faz parte do trabalho.

Constatamos que há uma efetiva melhora na aprendizagem por parte dos alunos, quando se investe no planejamento das aulas de modo referenciado a uma filosofia de uso dos conhecimentos fundamentais da aprendizagem e da didática. Essa iniciativa, aliada ao uso de discussões freqüentes e de demonstrações de experiências pelo professor e realizações experimentais pelos alunos vai ao encontro de uma dinamização das aulas, tornando-as, como queríamos, empolgantes e prazerosas, o que determina uma taxa de aprendizagem apreciavelmente mais elevada.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA EDUCABRASIL: informação para a formação. **Dicionário interativo da educação brasileira**. Disponível em:

<http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp>>. Acesso em 10 de junho. 2006;

ALVETTI, M. A. S. **Ensino de física moderna e contemporânea e a revista ciência hoje**.1999. 169 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós- Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em:

[dttp://www.cciencia.ufrj.br/Publicacoes/Dissertacoes/publicacoes_diss.htm#MAlvetti](http://www.cciencia.ufrj.br/Publicacoes/Dissertacoes/publicacoes_diss.htm#MAlvetti)> . Acesso em: 16 março. 2006.

ALVARENGA, Beatriz Alvarenga & MAXIMO, Antônio Máximo. **Curso de física vol. 3**. São Paulo. Ed. Scipione, 2006.

AUSUBEL, D.P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York, Grune and Stratton, 1963.

BRASIL. Secretária de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**, Brasília, 1999;

_____. Ministério da Educação. Secretária de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio: bases legais / Ministério da educação**. Brasília: Ministério da Educação / Secretária de Educação Média e Tecnológica, 1999a. 188p.;

_____. Ministério da Educação. Secretária de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 1999b;

_____. Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. **PCN + Ensino Médio, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, Brasília, 2002;

_____. Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. **Orientações Curriculares do Ensino Médio**, Brasília, 2004a;

_____. Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. **Orientações Curriculares do Ensino Médio Física**, Brasília, 2004b;

BRAGA, Marcia de Melo. **Eletromagnetismo abordado de forma conceitual**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 149 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/mpef/mestrados/Marcia_deM_Braga_2004.pdf

CLEMENT, Luiz Clement & TERRAZZAN, Eduardo A. Terrazzan. **Considerações sobre a prática docente no desenvolvimento de atividades didáticas de resolução de problemas em aulas de física**. I X EPEF

CUNHA, Maria Auxiliadora Versiani. **Didática fundamentada na teoria de Piaget**. Rio de Janeiro: Forense-Universitária. 1978.

DELIZOICOV, D. & ANGOTTI, J. A. **Física do 2º grau**. São Paulo, Cortez, 1991;
DOROCINSKI, Solange Inês Dorocinski. **Teoria da aprendizagem significativa segundo ausubel**; Rev. PEC, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

ENGEL, G. I. **Pesquisa-ação**, Educar, Curitiba, n. 16, p. 181-191. 2000. Editora da UFPR.

E. M. Purcell, Eletricidade e Magnetismo, **Curso de Física de Berkeley** Vol. 2 (Editora Edgard Blücher, São Paulo, 1970), p.105 a 112.

GASPAR, Alberto Gaspar. **Física: eletromagnetismo e física moderna; vol.3**. São Paulo: Ática, 2000;

GRAF. *Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, Física 3 – Física Eletromagnetismo*, 4ª Edição. Edusp, São Paulo, 1998;

_____. *Leituras de Física – eletromagnetismo*. Disponível em: <<http://axpfep1.if.usp.br/~gref/eletromagnetismo.htm>>. Acesso em: 23 de agosto 2006;

KAWAMURA & HOUSUME, Maria Regina Dubeux Kawamura e Yassuko Hosoume, ***A Contribuição da Física para O novo Ensino Médio***, Física na Escola, v. 4, n. 2, 2003;

MOREIRA, Marco Antonio Moreira. ***Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas***: Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 22, no. 1 de Março, 2000;
MOREIRA, M.A., Caballero, M.C. e Rodríguez, M.L. (orgs.) (1997). ***Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo***. Burgos, España. pp. 19-44.

MACEDO, ***Linhas de. Ensaios construtivistas***. 2.ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1994, 172 p.

NOVAK, J.D. e GOWIN, D.B. (1996). ***Aprender a aprender***. Lisboa, Plátano Edições Técnicas. Tradução para o português de Carla Valadares, do original Learning how to learn.

PIAGET, Jean. ***Para onde vai a educação?*** Rio de Janeiro: UNESCO. 1978.

PRESTES, Maria Luci de Mesquita. ***A pesquisa e a construção do conhecimento científico: do planejamento aos textos, da escola à academia***, 2ª Ed. rev. atual. E ampl. – São Paulo: Rêspel, 2003. 256 p.; 30 cm;

RIO GRANDE DO NORTE (ESTADO) Secretária de Estado da Educação, da Cultura e dos Desportos - ***Guia de Matrícula Ano letivo 2006*** - Cadernos Educação 8, 2006;

RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto & SOARES, Paulo Antônio de Toledo. ***Os Fundamentos da Física*** vol.3 - *Eletricidade, Introdução à Física Moderna, Análise Dimensional*. 8ª ed. São Paulo: Ed. Moderna 2007.

ROMERO, Walter Romero Junior. Desenvolvimento de ***um programa de física térmica para o nível médio*** . Natal: UFRN, 2007. 169 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Centro

de Ciências Exata da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2004.

TAVARES, Romero Tavares. ***Aprendizagem significativa***, revista conceitos Julho de 2003.

ANEXOS

ANEXO- A- QUESTIONÁRIOS DOS PROFESSORES.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CENTRO
DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E
MATEMÁTICA
BASE DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA E DE ASTRONOMIA**

**QUESTIONÁRIO SOBRE O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO NO
NÍVEL MÉDIO**

Responda às perguntas abaixo, de acordo com a metodologia de trabalho utilizada por você em sala de aula.

01) Qual sua formação atual?

a) Estudante de graduação.

Curso: _____

b) Graduado. Curso:

c) Pós-Graduação "Lato sensu": Curso de Especialização em

d) Pós- Graduação "Stricto sensu": Programa:

e) Outros cursos. Especifique:

02) Qual o tipo de material didático utilizado pelos seus alunos?

a) Livro didático. Qual?

b) Apostila. Elaborada por quem?

c) Notas de aula elaboradas pelo próprio professor. Enfatizando que conteúdos? _____

d) Outros. Quais?

03) Você acha importante o uso de experimentos para o ensino de eletromagnetismo?

a) Sim.

b) Às vezes.

c) Não.

d) Outros.

Especifique: _____

- 04) Em caso de resposta afirmativa, qual a origem dos materiais e equipamentos utilizados nesses experimentos?
- Utilizo os equipamentos da escola.
 - Utilizo materiais comprados por mim.
 - Utilizo materiais coletados e montados por mim.
 - Utilizo materiais coletados e montados pelos alunos.
- 05) Onde você executa seus experimentos?
- Exclusivamente na sala de aula.
 - Exclusivamente no laboratório da escola.
 - No local que for conveniente no momento, como por exemplo o pátio da escola.
 - Outros.
Especifique: _____

- 06) Você trabalha com algum tipo de texto, em que se discutem temas atuais em sala de aula?
- Sim.
 - Às vezes.
 - Não.
 - Outros.
Especifique: _____

- 07) Em caso afirmativo do item anterior, qual a origem dos textos:
- Livro didático.
 - Revistas e/ou Jornais.
 - Internet.
 - Outros.
Especifique: _____

- 08) Em suas aulas, você estimula e realiza discussões com os alunos?
- Sim, sistematicamente.
 - Sim, às vezes.
 - Sim, mas apenas quando os alunos mostram interesse.
 - Não.
- 09) Você acha importante trabalhar ou você trabalha em sala de aula com as “idéias prévias ou concepções espontâneas” (conhecimento que os alunos já trazem sobre determinado assunto)?
- Sim, sistematicamente.
 - Sim, eventualmente.
 - Não.
 - Desconheço o assunto.
- 10) Em relação aos conteúdos ministrados, é apresentada alguma relação com o cotidiano dos alunos?
- Sim, sempre.

- b) Sim, às vezes.
c) Não.
d) Outros. Especifique: _____
- 11) Se não é discutida a relação com o cotidiano, que outros recursos são utilizados a fim de tornar o ensino significativo para o aluno?

- 12) Quando relacionados com o cotidiano do aluno, como é feita a relação referida na Questão 10?
a) Contextualizada.
b) Ilustrada.
c) Comentário sobre um artefato (aplicação tecnológica) ou fenômeno do cotidiano (natural ou artificial).
d) Outros. Especifique:

- 13) Em relação aos exercícios aplicados aos alunos, eles são do tipo:
a) Questões.
b) Problemas.
c) Questões e Problemas.
d) Indiferente.
- 14) Em sua opinião, as equações matemáticas para o ensino de eletromagnetismo servem como:
a) Ferramenta extremamente importante para o entendimento dos conteúdos.
b) Meio para facilitar o ensino-aprendizagem.
c) Abstrações desnecessárias para o aprendizado destes conteúdos.
d) Outros.
Especifique: _____
- 15) Você trabalha com atividades extra- classe com os alunos?
a) Sim. Especifique quais são:

b) Às vezes.
c) Apenas na feira de ciências.
d) Não.
- 16) Se você trabalha com atividades extra- classe, qual o objetivo dessas atividades?
a) Melhorar a nota do aluno.
b) Incentivar os alunos a pesquisar.
c) Servir de preparação para discussões posteriores.
d) Complementar aprendizagem de sala de aula.

- e) Outros.
Especifique: _____

- 17) De que forma são realizadas as avaliações dos alunos?
a) Testes e Provas.
b) Exercícios e Prova.
c) Avaliação contínua sobre todas as atividades, incluindo a prova.
d) Outros. Especifique:

- 18) O que você acha mais importante para melhorar os resultados do processo ensino- aprendizagem?
a) Exclusivamente o esforço individual de cada professor.
b) O trabalho em equipe envolvendo os professores das diversas disciplinas.
c) O esforço conjunto da escola com os professores.
d) Participação de toda a comunidade onde se situa a escola.
e) Outros.
Especifique: _____

- 19) Em sua jornada de trabalho, especifique abaixo qual sua carga horária semanal em sala de aula, o número de turmas e de alunos que você leciona e a quantidade de escolas em que trabalha.
a) Carga horária:

b) Número de turmas:

c) Número de alunos:

d) Número de escolas:

- 20) Você possui outra ocupação profissional além de ser professor?
a) Sim. Especifique:

b) Não.

ANEXO B - CRONOGRAMA E SÍNTESE DOS CONTEÚDOS ABORDADOS NO PLANO DE CURSO

CRONOGRAMA DE ASSUNTOS CONTEMPLADOS	
AULAS	CONTEÚDOS FORMAIS DE ELETROMAGNETISMO
1 e 2	Abertura e plano de curso- apresentação da proposta, levantamento dos aparelhos elétricos que os alunos possuem.
3 e 4	Investigando o funcionamento e a utilização de cada aparelho; Carga elétrica, condutores e isolantes e Campo elétrico.
5 e 6	Fusíveis, lâmpadas e chuveiros; Tensão elétrica, potência e resistência elétrica.
7 e 8	Instalação elétrica residencial; corrente elétrica.
9 e 10	Interpretando as chapinhas (informações técnicas contidas nos aparelhos).
11 e 12	Determinando o consumo de energia elétrica dos aparelhos.
13	Exercícios
14 e 15	Avaliação sob a forma de prova
15 e 16	Investigando os Motores elétricos- motores de ventilador e liquidificador- Efeito magnético da corrente.
17 e 18	Geradores de Eletricidade
19 e 20	Instrumentos de medidas elétricas (Lei de Ampère, Força de Lorentz e Propriedades das cargas elétricas)
21 e 22	Ímãs. Um modelo para o ímã. Lei de Gauss magnética.
23 e 24	Microfone, alto falante e rádio; Campo elétrico e campo magnético
25 e 26	Antena, câmara, tela de TV, cartões magnéticos (ondas eletromagnéticas)
27 e 28	Microondas- ondas eletromagnéticas
29	Exercícios
30 e 31	Avaliação sob Forma de prova

➤ FUSÍVEIS E DISJUNTORES

Os fusíveis e disjuntores são dispositivos que protegem os circuitos elétricos contra danos causados por sobrecargas de corrente, que podem provocar até incêndios, explosões e eletrocutamentos. Os fusíveis são aplicados geralmente nos circuitos domésticos e na indústria leve, enquanto que os disjuntores são projetados principalmente para atender as necessidades da indústria pesada.

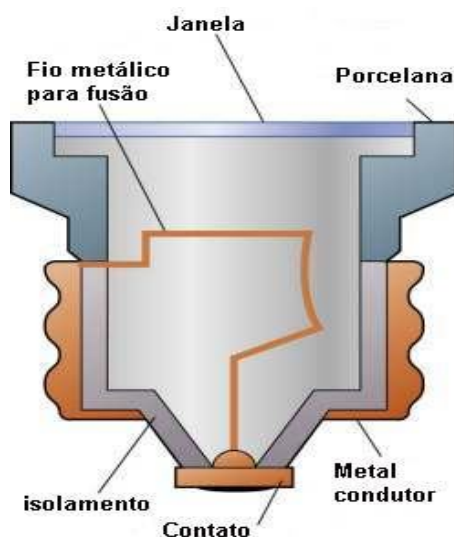


Figura 8 – Fusível de porcelana

O funcionamento do fusível baseia-se no princípio segundo o qual uma corrente que passa por um condutor gera calor proporcional ao quadrado de sua intensidade. Quando a corrente atinge a intensidade máxima tolerável, o calor gerado não se dissipa com rapidez suficiente, derretendo um componente e interrompendo o circuito.

O tipo mais simples é composto basicamente de um recipiente tipo soquete, em geral de porcelana, cujos terminais são ligados por um fio curto, que se derrete quando a corrente que passa por ele atinge determinada intensidade. O chumbo e o estanho são dois metais utilizados para esse fim. O chumbo se funde a 327° C e o estanho, a 232° C. Se a corrente for maior do que aquela que vem especificada no fusível: 10A, 20A, 30A, etc, o seu filamento se funde (derrete).

Quanto maior for à corrente especificada pelo fabricante, maior a espessura do filamento. Assim, se a espessura do filamento do fusível suporta no máximo uma corrente de 10A e por um motivo qualquer a corrente exceder esse valor, a

temperatura atingida pelo filamento será suficiente para derretê-lo, e desta forma a corrente é interrompida.

Os fusíveis se encontram normalmente em dois lugares nas instalações elétricas de uma residência: no quadro de distribuição e junto do relógio medidor. Além disso eles estão presentes no circuito elétrico dos aparelhos eletrônicos, no circuito elétrico do carro, etc.



Figura 9 - Fusível de filamento

O fusível de cartucho, manufaturado e lacrado em fábrica, consiste de um corpo oco não condutivo, de vidro ou plástico, cujo elemento condutor está ligado interiormente a duas cápsulas de metal, os terminais, localizados nas extremidades. Modernamente, nos circuitos elétricos de residências, edifícios e indústrias, em vez de fusíveis, utilizam-se dispositivos baseados no efeito magnético da corrente denominados disjuntores. Em essência, o disjuntor é uma chave magnética que se desliga automaticamente quando a intensidade da corrente supera certo valor. Tem sobre o fusível a vantagem de não precisar ser trocado. Uma vez resolvido o problema que provocou o desligamento, basta religá-lo para que a circulação da corrente se restabeleça.



Figura 10 – Disjuntor

CHUVEIRO ELÉTRICO

A maioria dos chuveiros funciona sob tensão elétrica de 220V e com duas possibilidades de aquecimento: inverno e verão. Cada uma delas está associada a uma potência.

O circuito elétrico do chuveiro é fechado somente quando o registro de água é aberto. A pressão da água liga os contatos elétricos através de um diafragma. Assim, a corrente elétrica produz o aquecimento no resistor. Ele é feito de uma liga de níquel e cromo (em geral com 60% de níquel e 40% de cromo). Na posição verão, o aquecimento da água é menor, e corresponde à menor potência do chuveiro. Na posição inverno, o aquecimento é maior, e corresponde à maior potência.

As ligações inverno-verão correspondem para uma mesma tensão, à diferentes potências. A espessura do fio enrolado - o resistor - comumente chamado de "resistência" é a mesma.

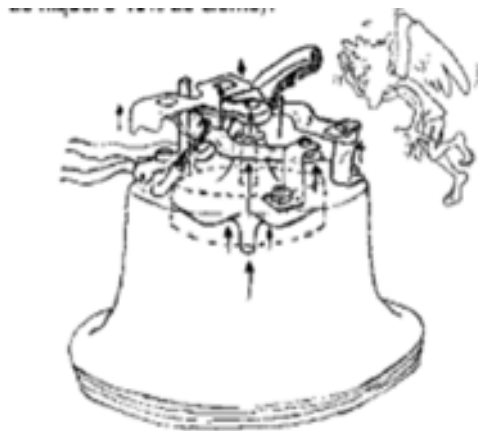
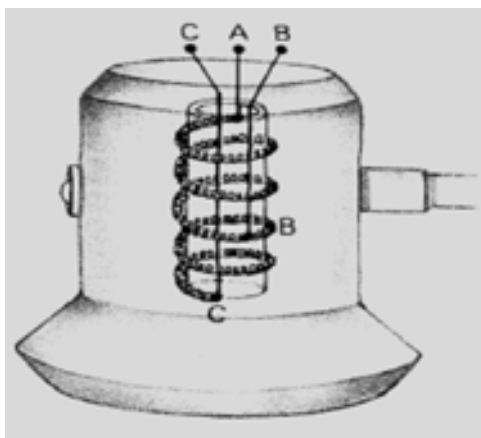


Figura 11 - chuveiro elétrico

Observe que o resistor tem três pontos de contato, sendo que um deles permanece sempre ligado ao circuito. As ligações inverno-verão são obtidas usando-se comprimentos diferentes do resistor.

Na ligação verão usa-se um pedaço maior deste mesmo fio, enquanto a ligação inverno é feita usando-se um pequeno trecho do fio, na posição verão é utilizado um trecho maior.



Figura 12 - Resistência elétrica.

Na ligação inverno, a corrente no resistor deverá ser maior do que na posição verão, permitindo assim que a potência e, portanto, o aquecimento, sejam maiores. Quando a tensão, o material e a espessura são mantidos constantes, podemos fazer a seguinte relação, conforme a tabela a seguir.

	Verão	Inverno
Aquecimento	Menor	Maior
Potência	Menor	Maior
Corrente elétrica	Menor	Maior
Comprimento do resistor	Maior	Menor

Tabela 21 – Grandezas físicas do chuveiro elétrico

CORRENTE ELÉTRICA

Verificamos que todos os dispositivos citados anteriormente produzem aquecimento a partir da passagem de uma corrente elétrica num metal. Mas o que é uma corrente elétrica? Como ocorre o aquecimento? Tais questões só podem ser respondidas considerando-se o que acontece no interior de um fio quando se estabelece nele uma corrente elétrica. Isso significa que elas não podem ser respondidas pelas observações diretas dos circuitos elétricos, já que não conseguimos ver o que está dentro de um fio.

Podemos pensar no metal como um sólido formado por uma rede cristalina tridimensional, com uma nuvem de elétrons voando em todas as direções. De que maneira podemos visualizar isso?

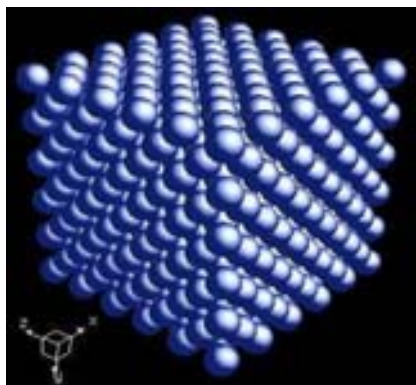


Figura 13 - Rede cristalina de um metal

A "rede cristalina tridimensional" pode ser comparada àquele equipamento existente nos parques de diversões infantis, a "gaiola-labirinto", que é uma estrutura feita de tubos metálicos ou de madeira. A "nuvem de elétrons" é a turma de crianças que sobe por entre os tubos para brincar e se pendurar. Se pensarmos na gaiola-labirinto como um cristal metálico, as junções entre os tubos seriam os íons positivos (átomos sem os seus elétrons de valência), e as crianças seriam esses elétrons "brincando" no meio deles.

Como já foi mencionado, o movimento aleatório (ao acaso, sem planejamento) dos elétrons chama-se "movimento térmico", e é causado pela energia térmica do meio ambiente.

Significará isso que, se congelarmos o metal, os elétrons param de se agitar? Não, só conseguiremos diminuir muito pouco (de uma quantidade desprezível) essa agitação. Se o esquentarmos, aumentaremos a agitação um pouquinho.

Na temperatura ambiente, a velocidade desses elétrons fica entre 3 e 4 *milhões* de quilômetros por hora. Difícil imaginar uma velocidade tão grande. Podemos fazer uma conta para tentar avaliar a magnitude de tal velocidade. Para percorrer uma distância igual à que existe entre o extremo norte e o extremo sul do Brasil, que é de 4320 km, a uma velocidade constante de 3,5 milhões de quilômetros por hora, gastaríamos cerca de 4 segundos.

Com uma velocidade tão alta, por que então os elétrons não se desprendem do metal e saem voando? É porque estão constantemente se chocando com a rede

campos muito intensos para quebrar a ligação. Por isso, em circunstâncias normais, não conduzem corrente. As substâncias condutoras são aquelas que precisam de campos fracos para se ionizar, e também aquelas que já contêm, naturalmente, íons positivos (cátions) e negativos (ânions) separados. Nos metais, os íons negativos (elétrons), ao reagir à presença de um campo elétrico externo, se movem segundo a direção das linhas de força. Esse movimento recebe o nome de "corrente elétrica", que é definida como "a quantidade de carga que atravessa, por segundo, a seção reta de um fio". Em linguagem matemática, teremos:

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

onde i é o símbolo de corrente, e Δq é a quantidade total de carga que atravessa a seção reta do fio (seção reta é uma superfície imaginária que corta o fio perpendicularmente) durante o intervalo de tempo Δt .

A unidade de corrente elétrica, no Sistema Internacional, é o ampère, símbolo A. Foi a partir dessa unidade que se definiu o coulomb (C), que é a unidade de carga. Um coulomb é a quantidade de carga que atravessa a seção reta de um fio no intervalo de tempo de 1 segundo, quando a corrente é de 1 ampère.

DIREÇÃO E SENTIDO DA CORRENTE ELÉTRICA

Nos condutores sólidos, o sentido da corrente elétrica é o sentido do movimento dos elétrons no seu interior. Esse é o sentido real da corrente elétrica.

No estudo da Eletricidade, entretanto, adota-se um sentido convencional, que é o do movimento das cargas positivas, e que corresponde ao sentido do campo elétrico \vec{E} no interior do condutor. Em nosso estudo, adotaremos o sentido convencional.

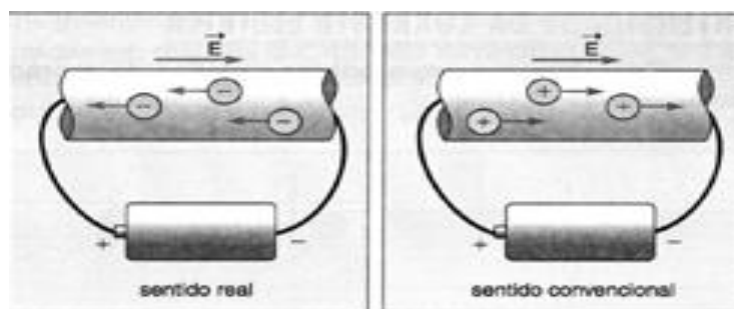


Figura 14 – Sentido da corrente elétrica

VOLTAGEM (TENSÃO)

Segundo o modelo que discutimos a corrente elétrica no interior de um fio é devida a existência de um campo elétrico nessa região. Na prática este campo é fornecido por fontes de energia externa, tais como tomadas ou baterias, que são caracterizadas por diferentes valores de uma grandeza denominada de tensão elétrica. Para entendermos melhor o significado da tensão elétrica vamos utilizar a ilustração abaixo:

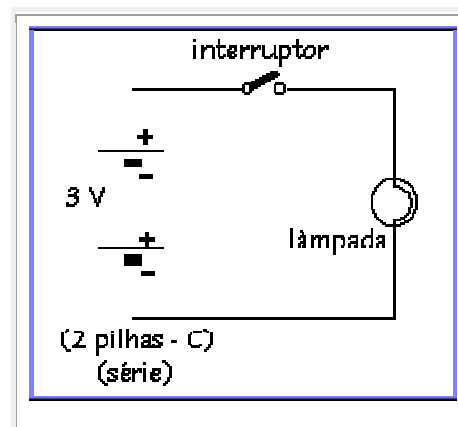


Figura 15 - Diagrama de circuito de uma lanterna elétrica

No circuito da lanterna, o que provoca a circulação da corrente? É algo produzido pelas células voltaicas (as pilhas). Esse algo, causa da corrente elétrica, é a tensão elétrica ou diferença de potencial (d.d.p.) que surge entre os terminais da pilha (pólo positivo e pólo negativo).

Vamos explicar isso um pouco mais, não podemos nos contentar com a introdução acima: o que uma pilha realmente faz, quando em funcionamento, é uma conversão de energia; ela converte energia química (que está armazenada nas substâncias químicas que estão dentro dela) em energia elétrica. Quanto de energia química é convertida em energia elétrica, e transferida para cada Coulomb de carga elétrica que é movimentado dentro dela, é o que caracteriza a tensão elétrica nos terminais da pilha. Essa grandeza é indicada pela letra U e é medida na unidade volt (símbolo V).

Assim, falar que a tensão U entre os terminais de uma pilha é de 1,5 V significa dizer que ela fornece 1,5 J de energia elétrica para cada 1,0 C de carga que a atravessa. Nota: J é o símbolo de joule, a unidade oficial de energia.

Do mesmo modo, falar que a tensão elétrica entre os terminais de uma bateria (associação conveniente de células voltaicas) é de 12 V significa dizer que: cada 1,0 C de carga elétrica que passa por dentro dela e sai pelo pólo positivo, leva consigo 12 J de energia elétrica. Claro, a energia química da bateria diminui de 12 J e, com o uso contínuo ela irá "pifar", ficar sem energia. O termo popular para isso, lembra-se, é "descarregada".

POTÊNCIA ELÉTRICA

Um aparelho resistivo em funcionamento transforma continuamente energia elétrica em energia térmica. A energia transferida pelo aparelho ao meio ambiente, por unidade de tempo, é denominada potência dissipada.

A potência fornecida pela fonte pode ser calculada com elementos teóricos já discutidos.

CÁLCULO DA POTÊNCIA ELÉTRICA (P_E)

Sabe-se que o trabalho da força elétrica em cada portador de carga (q) é obtido do produto entre a d.d.p. (U) e a carga (q), ou seja: **$T=U.q$** .

Sabe-se também que ao atravessar um trecho do circuito, num intervalo de tempo, a carga (q) pode ser calculada pela relação: $q=i\Delta t$. Logo, o trabalho da força elétrica pode ser colocado na forma de: **$T=i.\Delta t.U$**

Como a potência elétrica corresponde ao trabalho realizado pela força elétrica na unidade de tempo, temos:

$$P = \frac{T}{\Delta t} = \frac{Ui\Delta t}{\Delta t} \rightarrow P = Ui$$

Como toda grandeza física, a potência elétrica tem a sua unidade que, no SI, é o watt (W). Então: $1W = 1V \cdot 1A = 1 J/s$

A quantidade de energia elétrica dissipada (consumida) no resistor, durante certo intervalo de tempo Δt , vale: $E = P\Delta t$

Uma unidade de energia muito utilizada é o quilowatt-hora (kWh). Um kWh é a quantidade de energia com potência de 1kW que é transformada, no intervalo de 1h. A relação entre o kWh e o J: $1 \text{ kWh} = 1\,000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$

POTÊNCIA DISSIPADA NUM RESISTOR E RESISTÊNCIA ELÉTRICA.

No item anterior, o nosso objetivo foi interpretar o significado da potência elétrica de um aparelho resistivo qualquer.

Agora vamos discutir o que significa obter diferentes potências dissipadas nos aparelhos resistivos, mantendo a tensão constante.

Estes fato, como já pudemos observar, ocorre tanto nas lâmpadas incandescentes que variamos a espessura do filamento para obtemos diferentes potências quanto nos chuveiros elétricos que variamos o comprimento do resistor para obtemos o mesmo efeito.

O efeito de aquecimento obtido nas lâmpadas incandescentes e chuveiros elétricos dependem apenas de dois fatores: a resistência ôhmica do componente e a intensidade de corrente elétrica que o atravessa. Esses dois fatores são fundamentais para se conhecer a rapidez com que a energia elétrica converte-se em térmica.

Para entendemos como este aquecimento acontece vamos considerar o movimento dos elétrons num condutor.

Quando uma corrente elétrica é estabelecida em um condutor metálico, um número muito elevado de elétrons livres passa a se deslocar nesse condutor. Nesse movimento, os elétrons colidem entre si e também contra os átomos que constituem o metal. Portanto, os elétrons encontram uma certa dificuldade para se deslocar, isto é, existe uma resistência à passagem da corrente no condutor. Para medir essa resistência, os cientistas definiram uma grandeza que denominaram *resistência elétrica*.

Fatores que influenciam no valor de uma resistência:

- A resistência de um condutor é tanto maior quanto maior for seu comprimento.
- A resistência de um condutor é tanto maior quanto menor for a área de sua seção reta, isto é, quanto mais fino for o condutor.
- A resistência de um condutor depende do material de que ele é feito.

- Do ponto de vista matemático, a resistência elétrica R de um condutor é definida como a razão entre a tensão (U) a que está sujeito e a corrente (i) que passa por ele, ou seja: $R = \frac{U}{i}$.

No SI(Sistema internacional de unidades), a resistência elétrica é medida em ohms, cujo símbolo é Ω (letra grega Omega).

Quando R não depende do valor de i , ou seja, a razão U / i é uma constante, então o resistor obedece à lei de Ohm: $U = Ri$, Onde R é uma constante, dependem apenas do tamanho, formato e material de que é constituído. Estes resistores são chamados de resistores ôhmicos.

Dentro da Eletrônica, para os resistores, onde a energia elétrica é convertida exclusivamente em energia térmica (a mais degradada das modalidades de energia), essa potência passa a ser denominada potência dissipada no resistor.

Desse modo, podemos escrever: $P = U \cdot i$ e $U=R \cdot i$ logo: $P=R \cdot i \cdot i=R \cdot i^2 \rightarrow P=R \cdot i^2$

Esta expressão permite perceber que através da alteração da resistência elétrica do resistor será produzida uma alteração da corrente elétrica e conseqüentemente na potência dissipada no aparelho resistivo.

EFEITO MAGNETICO DA CORRENTE ELÉTRICA – FORÇA MAGNÉTICA-MOTOR ELÉTRICO

Um grande número de aparelhos elétricos tem como função produzir movimento a partir da eletricidade; são os motores elétricos dentre eles estão: bateria, ventilador, furadeira, liquidificador, aspirador de pó, enceradeira, espremedor de frutas, lixadeira, além de inúmeros brinquedos movidos a pilha e/ou tomada, como robôs, carrinhos e etc.

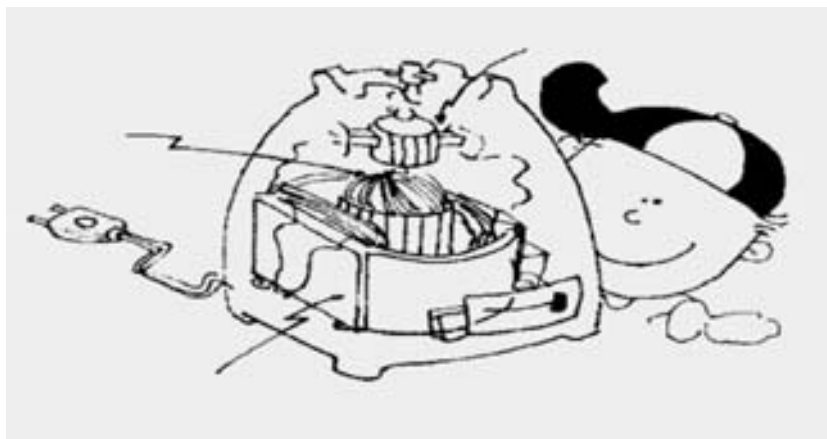


Figura 16- Motor de um liquidificador

Os motores elétricos encontramos duas partes principais; uma fixa, que não se move quando ele entra em funcionamento e uma outra que em geral, gira em torno de um eixo quando ele é ligado.

A parte fixa é constituída de fios de cobre, encapados com um material transparente formando duas bobinas. Já na parte fixada ao eixo, os fios de cobre são enrolados em torno do eixo.

A observação da parte móvel de um motor de liquidificador mostra que ela também apresenta acoplada ao eixo, um cilindro metálico, formado de pequenas placas de cobre, separadas entre si por ranhuras, cuja função é isolar eletricamente uma placa da outra. O circuito elétrico da parte móvel é formado por vários pedaços de fio de cobre independentes cobertos de um material transparente e cujas extremidades são ligadas às placas de cobre.

Esta peça de formato cilíndrico acoplada ao eixo é denominada é denominada de anel coletor e sobre as plaquinhas deslizam dois carvãozinhos.

Quando o motor elétrico é colocado em funcionamento passa a existir corrente elétrica nas bobinas fixas e também no circuito elétrico fixado ao eixo e que se encontra em contato com os carvãozinhos. Nesse momento o circuito do eixo fica sujeito a uma força e gira o eixo e um outro circuito é ligado, repetindo o procedimento anterior. O resultado é o giro completo do eixo, que é característico dos motores elétricos.

Em alguns casos, tais como em pequenos motores elétricos utilizados em brinquedos, por exemplo, a parte fixa é constituída de um ou dois ímãs, em vez de

bobinas. Isso não altera o funcionamento do motor uma vez que uma bobina com corrente elétrica desempenha a mesma função do ímã.

Após essa investigação, pense e responda: por que surge movimento nesses aparelhos?

O CAMPO MAGNÉTICO

Sabemos que uma carga estacionária cria em suas proximidades um campo elétrico \vec{E} . Esse campo irá interagir com qualquer carga elétrica que esteja nessa região exercendo uma força elétrica sobre essa carga. Outro exemplo de campo de força é o campo gravitacional da Terra que interage com qualquer massa que se encontre nas proximidades da mesma.

De forma análoga, observou-se por meio de experiências, que uma carga elétrica em movimento ou um ímã criam no espaço em sua volta um campo magnético que exercerá uma força de origem magnética, sobre ímãs ou cargas elétricas, estas quando em movimento, localizadas nessa região.

O campo magnético é o campo criado por um ímã ou cargas elétricas em movimento. A palavra magnetismo tem origem no nome Magnésia, cidade da Grécia, onde pela primeira vez observou-se que pedaços de determinada rocha tinham a propriedade de atrair pequenos pedaços de ferro. Essa substância foi então chamada de magnetita.

IMÃS

Os ímãs são corpos que têm a propriedade de atrair outros corpos constituídos de substâncias classificadas como ferromagnéticos. As extremidades do ímã, onde o poder de atração é mais forte são chamadas de pólo. Cada ímã possui um pólo norte e outro pólo sul. Os pólos de mesmo nome se repelem e os de nome opostos se repelem. A localização dos pólos do ímã depende de sua forma geométrica e do modo como adquiriram sua magnetização.

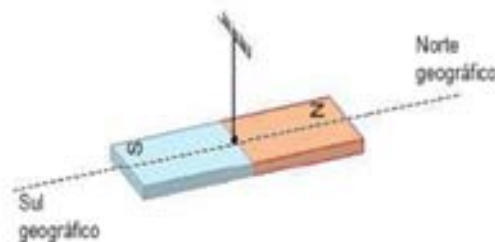
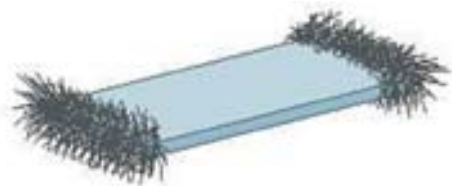


Figura 17 - ímã atraindo limalha de ferro

Figura 18- pólos de um ímã

LINHAS DE INDUÇÃO

Para visualizar o campo magnético, normalmente são utilizadas linhas de indução. Essas linhas são traçadas de tal modo que a sua direção em cada ponto coincide com a direção do campo magnético naquela região. A forma das linhas de indução do campo magnético de um ímã pode ser visualizada se espalharmos limalhas de ferro na superfície de um vidro colocado sobre o mesmo. Uma bússola suspensa por um fio quando colocada em um campo magnético tende a se alinhar com o mesmo.

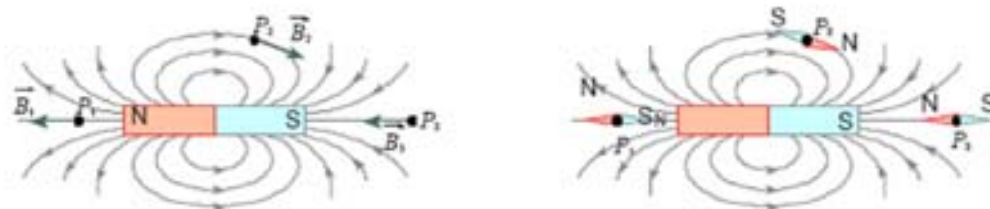


Figura 19 - Linhas de indução

O CAMPO MAGNÉTICO DA TERRA

A existência do campo gravitacional da Terra é sabida há muito tempo. Os ocidentais começaram a utilizar a bússola para navegação pouco depois do século XI e, no fim do século XVI, já acreditavam que a Terra era um imenso ímã.

A agulha de uma bússola sempre toma a direção norte-sul da Terra. Presume-se que ele seja originado por correntes elétricas estabelecidas no núcleo metálico líquido da parte central da Terra. A parte da bússola que se volta para o Norte geográfico da Terra é chamada de Norte, Como os pólos magnéticos de nomes

opostos se atraem, nessa região localiza-se o Sul magnético e perto do Sul geográfico está localizado o Norte magnético da Terra.

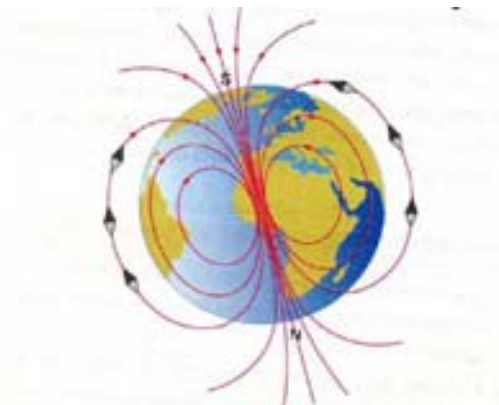


Figura 20 - Campo magnético da terra

CAMPO MAGNÉTICO CRIADO POR UMA CORRENTE ELÉTRICA

Até, 1820 pensava-se que os fenômenos elétricos e magnéticos não tinham relação entre si. Nesse ano o físico dinamarquês H. Oersted, professor da Universidade de Copenhague, realizou uma experiência mostrando que uma corrente elétrica produz um campo magnético.

EXPERIÊNCIA DE OERSTED

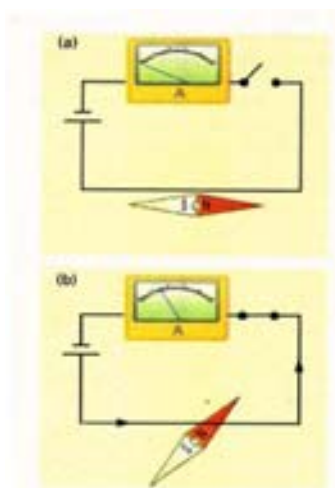


Figura 21 - experiência de Oersted

Um fio retilíneo, formando um circuito elétrico, é colocado próximo a uma agulha magnética orientada livremente na direção norte-sul. Fazendo passar uma corrente pelo fio (fechando-se o circuito) a agulha se desvia, tendendo a uma

direção perpendicular ao fio. Interrompendo-se a corrente (abrindo-se o circuito) a agulha volta a se orientar na direção norte-sul.

Então, o fio ao ser percorrido por uma corrente elétrica atuou sobre a agulha magnéticas como se fosse um ímã colocado próximo à agulha magnética. Esse fato nos permite concluir que a corrente elétrica criou um campo magnético no espaço próximo ao fio e esse campo foi o responsável pelo desvio da agulha.

Como a corrente é o fluxo de cargas elétricas em movimento, podemos concluir que cargas elétricas em movimento criam um campo magnético. Essa conclusão constitui uma das leis fundamentais da física.

A experiência de Oersted além de explicar a origem de campo magnético serviu de base para a unificação de duas importantes áreas da física, eletricidade e magnetismo, que deram origem a um novo ramo da física; o eletromagnetismo. É importante observar que o campo elétrico e o campo magnético têm a mesma causa: a carga elétrica. Entretanto eles são criados em diferentes situações: enquanto o campo elétrico é criado por uma carga em repouso, o campo magnético é criado por uma carga em movimento. Outra característica peculiar do campo magnético é que não existe pólo magnético isolado. Quando partimos um ímã ao meio dois novos ímãs serão formados, cada um dispendo de um pólo norte e um pólo sul. Entretanto, as cargas de um dipolo elétrico, estrutura formada por uma carga positiva e outra negativa, podem ser separadas.

LEI DE BIOT-SAVART

A **lei de Biot-Savart** é uma lei no eletromagnetismo que descreve o vetor indução magnética B em termos de magnitude e direção de uma fonte de corrente, da distância da fonte de corrente elétrica e a permeabilidade do meio. A lei de Biot-Savart pode ser usada para derivar a lei de Ampère e vice-versa. A lei recebe esse nome em homenagem aos físicos franceses Jean-Baptiste Biot e Félix Savart.

Matematicamente:

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{i \cdot \Delta L \cdot \text{Sen } \alpha}{r^2} \quad \text{Onde:}$$

- $\frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7}$ T.m/A representa a constante de proporcionalidade, que depende do meio (no caso, o vácuo);
- i é a intensidade da corrente elétrica medida em Ampère;

- ΔL é um trecho do fio com corrente i ;
- O Módulo do vetor r , que é a posição de ΔL relativo ao ponto do espaço escolhido para o calculo do campo;
- A é o ângulo entre a direção da corrente elétrica em ΔL e r .

CAMPO MAGNETICO EM UM CONDUTOR RETO

Para observar a forma do campo magnético formado nas proximidades de um condutor retilíneo sendo percorrido por uma corrente elétrica i , podemos colocar algumas bússolas em pontos próximos do mesmo. Observando a orientação das agulhas é possível verificar que ele tem a forma de círculos que têm como centro o próprio fio.

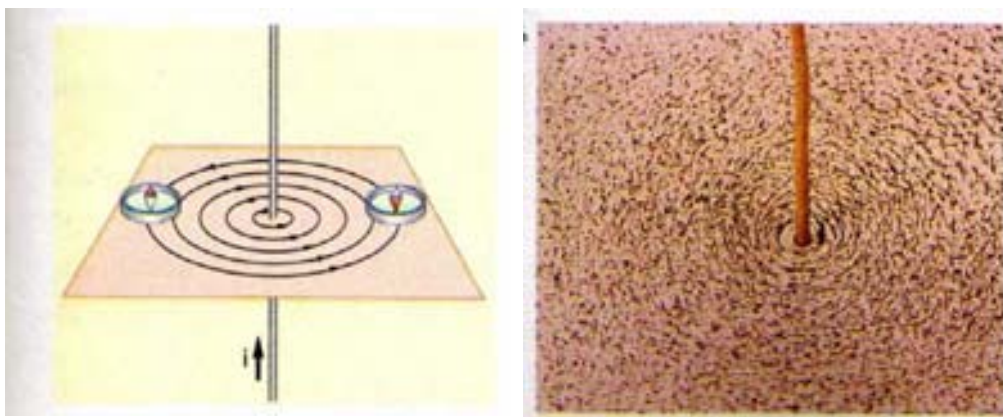


Figura 22 - Campo criado num condutor Reto

LEI DE AMPÈRE

A lei de Ampère relaciona, do ponto de vista quantitativo, correntes e campos magnéticos numa região do espaço. Numa formulação mais detalhada, a lei de Ampère indica como esta dependência se manifesta, e dessa forma permite, em algumas situações, o calculo do campo magnético de uma maneira bastante simplificada.

Numa região de campo magnético, consideremos uma linha fechada C dividida em um grande número N de segmentos (elementos de comprimento) Δl_k ($k = 1, 2, \dots, N$), pequenos o suficiente para que, sobre cada um deles, o campo possa ser considerado constante.

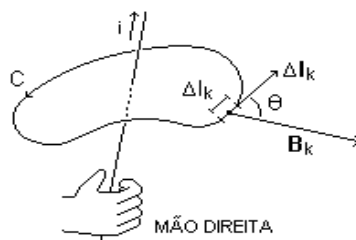


Figura 23 - Regra da mão direita

A cada elemento de comprimento Δl_k associamos um vetor Dl_k .

A grandeza:

$$c = \oint \mathbf{B}_k \cdot \Delta l_k = \oint B_k \Delta l_k \cos \theta \quad \text{onde o somatório sobre } k \text{ se estende de } 1$$

a N , é chamada circulação do campo magnético ao longo da linha C .

A lei de Ampère afirma que a circulação do campo magnético ao longo de uma linha fechada que envolve as correntes i_1, i_2, \dots, i_M é:

$$\oint \mathbf{B}_k \cdot \Delta l_k = \mu_0 i \quad [\text{Linha Fechada}] \quad \text{onde } i = i_1 + i_2 + \dots + i_M.$$

Quando se aplica essa equação deve-se considerar a linha fechada, chamada de amperiana, e, portanto, todos os elementos $\Delta l_1, \Delta l_2, \dots, \Delta l_N$, orientados segundo os dedos da mão direita com o polegar na direção da corrente total i .

Como exemplo do uso da lei de Ampère vamos calcular o campo magnético ao redor de um fio reto, de comprimento infinito, por onde passa uma corrente i .

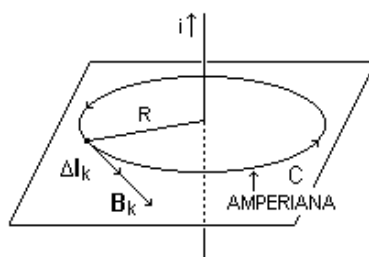


Figura 24 - Campo ao redor do condutor

Pela simetria do problema, o módulo do campo magnético num ponto qualquer deve depender apenas da distância do ponto ao fio.

Assim, escolhemos para o cálculo da circulação uma circunferência de raio R , centrada no fio e num plano perpendicular ao fio.

Ainda pela simetria do problema temos que o campo em cada ponto da amperiana escolhida deve estar no plano da amperiana, numa direção perpendicular ou tangente a ela. Da experiência sabemos que o campo é, na verdade, tangente à

amperiana.

Assim, como o ângulo entre \mathbf{B}_k e Δl_k é 0° e como o campo magnético tem o mesmo módulo em todos os pontos da amperiana, segue-se que:

$\oint \mathbf{B}_k \cdot \Delta l_k = B \oint \Delta l_k \cos 0^\circ = B 2\pi R$ e pela lei de Ampère:

$$\mathbf{B} 2\pi R = \mu_0 i \text{ ou } \mathbf{B} = \mu_0 i / 2\pi R$$

Onde:

- B é o módulo do campo magnético sobre um pequeno trecho da linha fechada;
- $\Delta l = 2\pi R$ pequeno trecho da linha fechada;
- $\frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$ permeabilidade magnética que representa a constante de proporcionalidade, que depende do meio (no caso, o vácuo);
- I é a quantidade líquida da corrente.

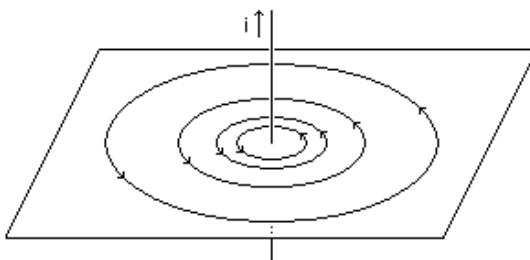


Figura 25 - linhas do campo ao redor de um fio

Assim, as linhas do campo magnético de um fio reto infinito são circunferências concêntricas, com centro no fio.

CAMPO DE UM SOLENÓIDE

Uma bobina, ou solenóide, é formado por um fio enrolado várias vezes tomando uma forma cilíndrica, na forma de uma mola helicoidal. Cada uma das voltas do condutor é chamada de espira. Ligando-se as extremidades da bobina a uma fonte de tensão (pilha ou bateria, por exemplo) a corrente cria um campo magnético como o que mostra a figura. Invertendo-se o sentido da corrente no solenóide o sentido do campo magnético também será invertido. A figura 13 mostra

a visualização do campo magnético de uma bobina. Podemos observar que o campo no interior da bobina é bem mais forte que o existente na parte lateral.

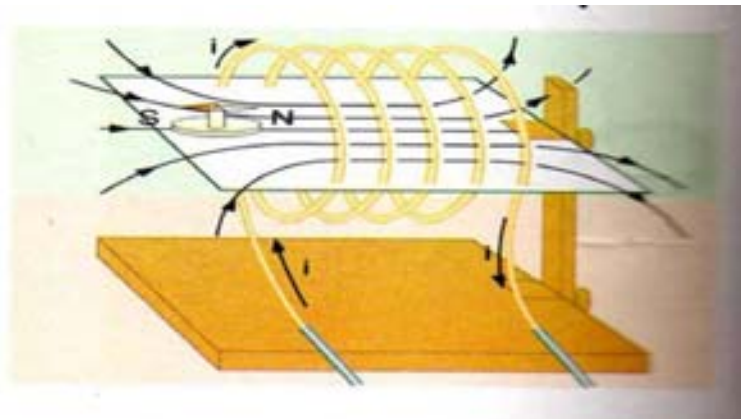


Figura 26 - Bobina

UMA EXPLICAÇÃO PARA O MAGNETISMO NA MATÉRIA

Sabemos que os elétrons de um átomo estão se movimentando em torno do núcleo. Como uma carga elétrica em movimento cria um campo magnético esse movimento dos elétrons faz com que cada molécula de uma substância se comporte como um minúsculo imã. Na matéria em seu estado normal, esses pequenos imãs estão orientados de maneira aleatória de modo que seus campos magnéticos tendem a se anular.

MAGNETIZAÇÃO POR INDUÇÃO

É o processo pelo qual uma substância ferromagnético adquire uma magnetização em virtude da presença de um campo magnético. Na indução os pequenos imãs elementares são alinhados de forma que seus efeitos se somem. É através da indução que um imã atrai corpos ferromagnéticos. Um corpo ferromagnético quando em contato com um imã transforma-se em um imã temporário e adquire poder de atrair outros corpos. Quando o imã é afastado o corpo perde esta propriedade.

Podemos induzir um campo magnético em um corpo atritando-o, sempre na mesma direção, com um imã ou fazendo-o passar no interior do campo gerado por um potente imã. Outra forma de induzir um campo magnético é colocar o corpo no interior de uma bobina que conduz corrente contínua.

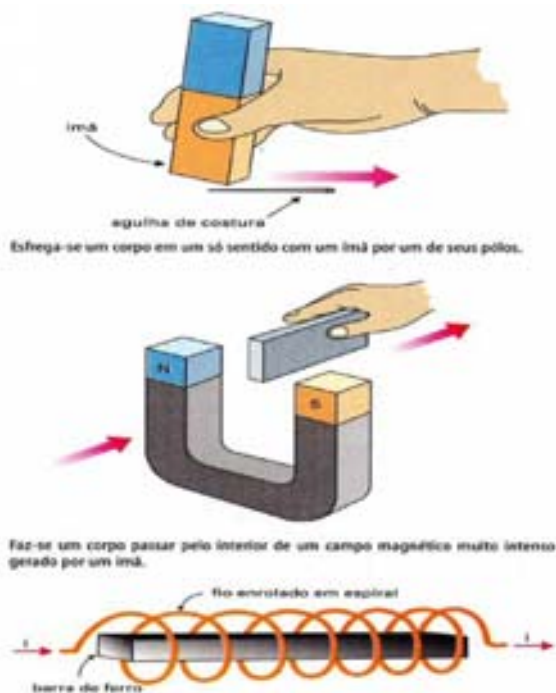


Figura 27 - Campo induzido

Colocando-se um pedaço de ferro no interior de um solenóide a intensidade de seu campo magnético aumenta. Isso acontece porque esse pedaço de ferro se imanta, criando um campo magnético que se soma ao campo criado pela bobina. Tal dispositivo é chamado de eletroímã. O pedaço de ferro perde sua magnetização quando é retirado do interior do solenóide.

Se partirmos um ímã cada parte se comportará como um ímã pois os pequenos ímãs elementares das partes resultantes manterão a mesma orientação do ímã que os originou. Essa propriedade é conhecida como inseparabilidade dos pólos de um ímã. Aquecendo-se ou golpeando-se um ímã permanente, ele pode perder parte de sua magnetização, isso ocorre porque a orientação dos ímãs elementares se desfaz.

FORÇA MAGNÉTICA

Sabemos que uma carga elétrica em movimento cria um campo magnético. Então, se um condutor que conduz corrente for colocado em um campo magnético

ocorrerá uma interação entre este campo e o campo magnético do condutor e como consequência, uma força será exercida sobre o condutor.

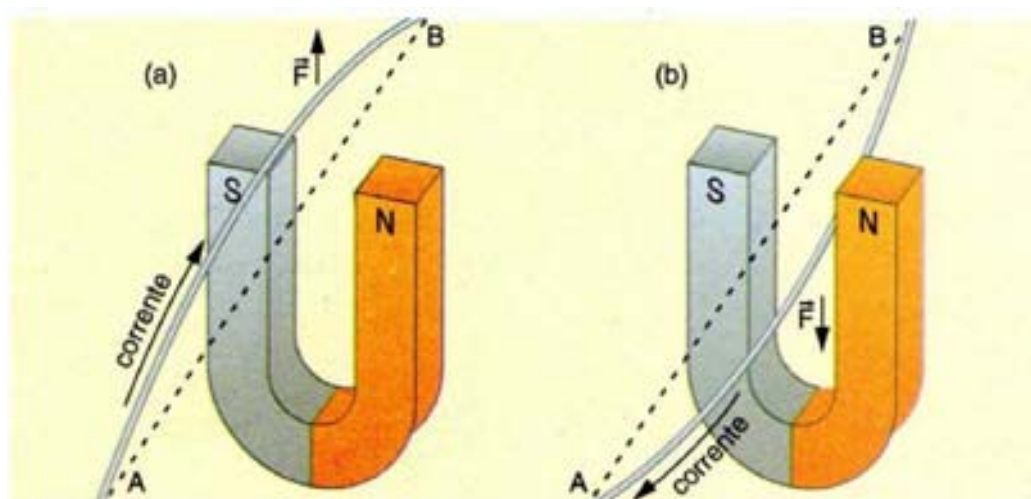


Figura 28 - Força magnética.

DIREÇÃO E SENTIDO DA FORÇA MAGNÉTICA

A direção e o sentido da força F que atua sobre um fio, percorrido por uma corrente i , colocado em um campo magnético, podem ser determinados por meio de uma regra prática chamada de regra da mão direita. Posicione sua mão direita, aberta, com o dedo polegar direcionado no sentido da corrente e os demais dedos na direção e no sentido das linhas de indução do campo magnético. A palma da mão indica o sentido da força magnética. A força magnética é perpendicular ao plano que a direção das linhas de indução faz com a reta que contém o condutor. O sentido da força magnética será invertido sempre que forem alterados os sentidos da corrente ou do campo magnético. Observe que essas grandezas formam três planos. Quando condutor corta as linhas de indução numa direção perpendicular à linha de indução do campo magnético a força magnética é máxima. Se a direção desse movimento for paralela à direção das linhas de indução o valor da força será nulo.

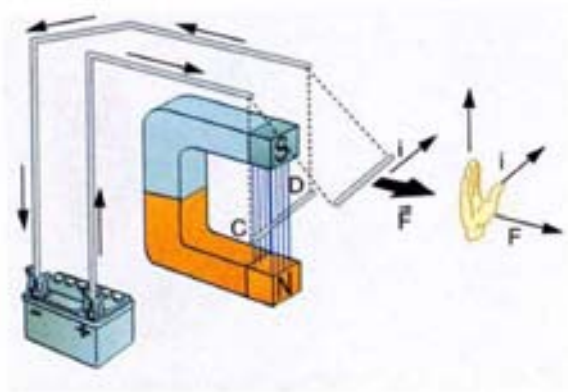


Figura 29 - Sentido e direção do Campo

ESPIRA PERCORRIDA POR CORRENTE ELÉTRICA

Uma espira é um fio condutor plano, em geral circular ou quadrado. Quando percorrida por uma corrente elétrica e, estando convenientemente imersa em um campo magnético, ela sofre a ação de forças que tendem fazê-la girar em torno de seu eixo: é o efeito motor.

Para obter um movimento contínuo de rotação é necessário que o sentido de F e $-F$ se inverta assim que a espira atravesse o plano vertical, mantendo constante o seu sentido de rotação. Para se inverter o sentido das forças é necessário inverter o sentido da corrente cada vez que a espira passa pelo plano vertical. Veja a figura:

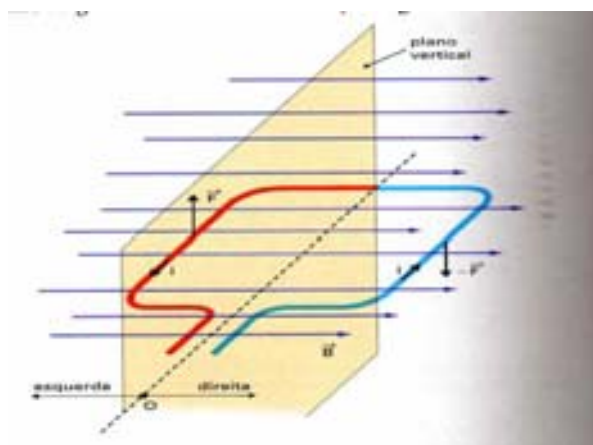


Figura 30 - Espira.

Na prática isso é conseguido fixando-se aos terminais da fonte de força eletromotriz dois contatos, que tem a forma de semelhante a um anel cortado ao meio, estando cada parte ligada a uma das extremidades e isoladas

eletricamente uma da outra. Essa peça é chamada de comutador e está ligada aos terminais da espira por meio de escovas (contatos deslizantes). Veja a figura:

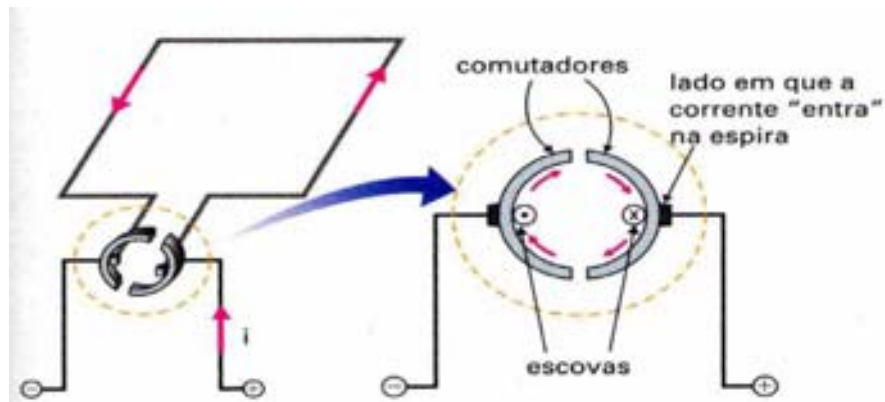


Figura 31 - Comutadores e Escovas

O efeito motor é à base de funcionamento de todos os tipos de motor de corrente contínua como motor de arranque de automóveis e motor que aciona carrinhos de brinquedos. Entretanto, a maioria dos motores utilizados em nossas casas e em indústrias é alimentada por corrente alternada. Os motores de combustão interna, como os motores a gasolina (máquinas térmicas) ainda são muito utilizados porque ainda não se conseguiu desenvolver uma fonte portátil de energia elétrica (bateria) eficiente que acione o motor elétrico capaz de mover o veículo.

ANEXO C- RESUMO DO TRABALHO E TEXTO INTEGRAL NA FORMA DE PAINEL APRESENTADO NO XX IV ENCONTRO DE FÍSICOS DO NORTE E NORDESTE EM JOÃO PESSOA NO ANO DE 2006.

**CARACTERÍSTICAS ATUAIS DO ENSINO DE ELETROMAGNETISMO
NO NÍVEL MÉDIO EM NATAL / RN**

Dener da Silva Albuquerque¹, Ciclamio Leite Barreto^{1,2}

1 Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática

2 Departamento de Física Teórica e Experimental

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

RESUMO

Neste trabalho, realizamos um levantamento sobre como professores selecionados, distribuídos em escolas da rede pública estadual de ensino da região metropolitana de Natal, RN, têm ministrado os conteúdos de eletromagnetismo às turmas do 3º ano do ensino médio nos últimos anos. De posse destas informações, pretendemos sistematizar subsídios que possam contribuir ao desenvolvimento de um conjunto de planos de aula diferenciados ou unidades didáticas temáticas, visando superar as deficiências encontradas nestas constatações. Utilizamos como instrumento de coleta, um questionário estruturado (questões fechadas), detendo-nos em algumas temáticas, tais como o material didático (livro didático ou material elaborado pelo próprio professor); as concepções prévias ou espontâneas dos alunos; a maneira (contextualizada ou ilustrativa) como são trabalhados os conteúdos; as discussões que relacionam os conteúdos ao cotidiano dos alunos; as modalidades de exercícios (se do tipo problemas, questões ou outras); o formalismo matemático; as experiências demonstrativas em sala de aula; se, como e quando utiliza textos atuais oriundos da Internet, jornais, revistas, entre outros veículos de comunicação; se, como e quando implementa as conexões interdisciplinares; as atividades extra-classe propostas aos alunos; e do que consiste e como se aplica a avaliação. Desta forma, pretendemos traçar um perfil representativo do ensino de eletromagnetismo na escola pública na referida região. Os próximos passos serão enfrentar os problemas identificados nesta enquete e, sempre que possível e oportuno, sugerir formas para tornar a prática em sala de aula mais empolgante, direcionada a um processo ensino-aprendizagem significativo, tanto para o professor quanto para o aluno, resgatando para este ambiente aspectos de interesse da formação do cidadão, segundo as determinações dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Além de buscar inovar metodologicamente, estamos seguros de que tais ações vão ao encontro de satisfazer as prescrições da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Básica Nacional.



UMA PROPOSTA DE PROGRAMA DE ELETROMAGNETISMO PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

Dener da Silva Albuquerque (denar_m@yahoo.com.br), Celso Luis Barreto (celso@ufrrn.br)
1 Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática

2 Departamento de Física Teórica e Experimental
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

RESUMO

Os primeiros passos de uma pesquisa de mestrado sobre o ensino de eletromagnetismo na região metropolitana de Natal foram dados com um diagnóstico da realidade desse ensino nessa região correspondendo ao ano de 2006. Esse diagnóstico apontou para a necessidade de construção de uma proposta inovadora, que contemple aspectos conceituais e metodológicos. Descrever o início do desenvolvimento da construção dessa proposta é o objetivo desse trabalho. Temos então elaborado uma proposta de programa de eletromagnetismo para a educação básica, com ênfase no ensino médio. A fim de implementar essa proposta, temos elaborado um conjunto de planos de aulas diferenciados, temáticos, intersetivos dos pontos de vista metodológico e conceitual. A esses planos de aula temos incorporado textos de apoio significativos e experimentos de baixo custo, para servir de base a que os alunos tenham uma oportunidade de associarem o conhecimento científico adquirido com o seu cotidiano, fenômenos naturais e aplicações tecnológicas, verificando também que a física está intimamente ligada a outras áreas do conhecimento. Utilizando diferentes aspectos da base conceitual do eletromagnetismo, elaboramos e implementamos uma unidade didática temática baseada em texto de apoio e experimentos simples, exemplificando como funcionam aparelhos e dispositivos elétricos residenciais, identificando seus diferentes usos e o significado das informações fornecidas pelos fabricantes sobre suas características, tais como voltagem, frequência, potência e corrente. Relacionamos essas informações a modelos físicos, visando explicar a dimensionar circuitos simples para a compreensão do seu funcionamento. Os planos de aula assim desenvolvidos contemplam os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), inclusive usando temas unificadores e conexões interdisciplinares, buscando tornar o ensino prazeroso e a aprendizagem eficaz. Ele foi implementado em uma escola pública e uma avaliação é apresentada.

INTRODUÇÃO

Com base no estudo do eletromagnetismo elaboramos e implementamos uma unidade didática temática baseada em texto de apoio e experimento simples, sobre a classificação e funcionamento dos aparelhos elétricos. Inicialmente criam-se oportunidades em que os estudantes manifestam seus conhecimentos sobre o tema, respondendo individualmente e depois compartilhando em grupos questões previamente preparadas exibidas na lousa. Utiliza-se um texto de apoio cuidadosamente escolhido, através do qual os alunos tomam conhecimento de uma realidade que abrange os aparelhos elétricos. Os alunos são solicitados a responder um questionário previamente elaborado sobre o tema contemplado no texto de apoio, que deve ser lido por ocasião da aula. Em seguida, são solicitadas outras atividades de aula, bem como tarefas extraclasses. Através de atividades adicionais, qualificadas de conexões interdisciplinares ligadas à tecnologia, exploramos como o uso correto dos aparelhos é importante para o seu funcionamento e durabilidade, além de um melhor consumo de energia elétrica.

CLASSIFICAÇÃO DOS APARELHOS FEITO POR UM ALUNO

De acordo com os dados da tabela 1 preencha a tabela 2 e responda as questões.

Nome	Função	Materiais	Informação e o funcionamento	Componentes elétricos e eletrônicos	Outros
Microfonia	Amplificar o som	Plástico, metal, madeira	Conversão de energia elétrica em sonora	Bobina, ímã, membrana	Alto-falante
Refrigerador	Resfriar o ambiente	Plástico, metal, madeira	Conversão de energia elétrica em mecânica e térmica	Compressor, bobina, ímã, motor	Condensador, evaporador
Chuveiro de banheiro	Esquentar a água	Plástico, metal, madeira	Conversão de energia elétrica em térmica	Resistor, bobina, ímã	Termostato
Panela elétrica	Cozinhar alimentos	Plástico, metal, madeira	Conversão de energia elétrica em térmica	Resistor, bobina, ímã	Termostato
Chuveiro elétrico	Esquentar a água	Plástico, metal, madeira	Conversão de energia elétrica em térmica	Resistor, bobina, ímã	Termostato
Chuveiro elétrico	Esquentar a água	Plástico, metal, madeira	Conversão de energia elétrica em térmica	Resistor, bobina, ímã	Termostato
Chuveiro elétrico	Esquentar a água	Plástico, metal, madeira	Conversão de energia elétrica em térmica	Resistor, bobina, ímã	Termostato
Chuveiro elétrico	Esquentar a água	Plástico, metal, madeira	Conversão de energia elétrica em térmica	Resistor, bobina, ímã	Termostato
Chuveiro elétrico	Esquentar a água	Plástico, metal, madeira	Conversão de energia elétrica em térmica	Resistor, bobina, ímã	Termostato
Chuveiro elétrico	Esquentar a água	Plástico, metal, madeira	Conversão de energia elétrica em térmica	Resistor, bobina, ímã	Termostato

APARELHOS UTILIZADOS NA AULA



RESULTADOS

As atividades foram feitas que promoveram as discussões em sala de aula e fazem com que os estudantes construam seus próprios conhecimentos, envolvendo-os ao seu dia-a-dia, possibilitando uma melhor compreensão da física e ser cotidiano. No caso dessa aula, notou-se um maior engajamento por parte dos educandos em participar das discussões, assim como verificou-se um melhor rendimento. A iniciativa de trazer a situação para o fato de que a física está relacionada com várias áreas do conhecimento fez com que os alunos percebessem que a física não é tão abstrata como parece ser e que ela está ligada ao seu cotidiano até no simples ato de ligar a tv.

CONCLUSÃO

Utilizar os aparelhos elétricos é um fato comum em nosso cotidiano. Contudo poucos conseguem relacionar, ou mesmo perceber a conexão de eletromagnetismo na realização desse instrumento. A abordagem usada nesse plano de aula favorece uma inter-relação entre o funcionamento dos aparelhos e o conhecimento científico. O plano de aula desenvolvido incorpora preceitos dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), usando temas unificadores e conexões interdisciplinares, tornando o ensino mais prazeroso e a aprendizagem eficaz. Incorporamos como mote principal o fato de que, com atividades como as desenvolvidas, os alunos tenham mais facilidade em identificar e interpretar as diversas formas de conhecimento de maneira que possam indicar, coletar e absorver e utilizar assuntos dos mais genéricos aos mais específicos, dentro dessa grande malha de informações, tecida no universo individual e no mais abrangente que é a sociedade.

BIBLIOGRAFIA

- ✓ BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- ✓ GASPAR, Alberto. Física. Vol. 3. 1ª ed. São Paulo: Ática, 2006.
- ✓ GREF - Grupo de Reestruturação do Ensino de Física. Física 3/Eletromagnetismo. 3ª ed. São Paulo: EDUSP, 2000.

ANEXO D-RESUMO DO TRABALHO E TEXTO INTEGRAL NA FORMA DE PAINEL SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE AULA SOBRE APARELHOS ELÉTRICOS QUE FOI APRESENTADO EM FORMA DE PÔSTER NO XXV ENCONTRO DE FÍSICOS DO NORTE E NORDESTE QUE SERÁ REALIZADO EM NATAL RN NO PERÍODO DE 15 A 19 DE OUTUBRO DE 2007.

XXV Encontro de Físicos do Norte e Nordeste / ID: 245-1
UMA PROPOSTA DE PROGRAMA DE ELETROMAGNETISMO PARA A
EDUCAÇÃO BÁSICA E SUA IMPLEMENTAÇÃO PRELIMINAR
Dener da Silva Albuquerque, Ciclamio Leite Barreto

UFRN
RESUMO

Os primeiros passos de uma pesquisa de mestrado sobre o ensino de eletromagnetismo na região metropolitana de Natal foram dados com um diagnóstico da realidade desse ensino nessa região correspondendo ao ano de 2006. Esse diagnóstico apontou para a necessidade de construção de uma proposta inovadora, que contemplasse aspectos conceituais e metodológicos. Descrever o início do desenvolvimento da construção dessa proposta e o objetivo desse trabalho. Temos então elaborado uma proposta de programa de eletromagnetismo para o nível médio. A fim de implementar essa proposta, temos elaborado um conjunto de planos de aulas diferenciados, temáticos, intensivos dos pontos de vista metodológico e conceitual. A esses planos de aula temos incorporado textos de apoio significativos e experimentos de baixo custo, para servirem de base a que os alunos tenham uma oportunidade de associarem o conhecimento científico adquirido com o seu cotidiano, fenômenos naturais e aplicações tecnológicas, verificando também que a física esta intimamente ligada a outras áreas do conhecimento. Utilizando diferentes aspectos da base conceitual do eletromagnetismo, elaboramos e implementamos uma unidade didática temática baseada em texto de apoio e experimentos simples, exemplificando como funcionam aparelhos e dispositivos elétricos residenciais, identificando seus diferentes usos e o significado das informações fornecidas pelos fabricantes sobre suas características, tais como voltagem, frequência, potência, corrente, etc. Relacionamos essas informações a modelos físicos, visando explicar e dimensionar circuitos simples para a compreensão do seu funcionamento. Os planos de aula assim desenvolvidos contemplam os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), inclusive usando temas unificadores e conexões interdisciplinares, buscando tornar o ensino prazeroso e a aprendizagem eficaz. Ele foi implementado em um escola pública e uma avaliação é apresentada.



CARACTERÍSTICAS ATUAIS DO ENSINO DE ELETROMAGNETISMO NO NÍVEL MÉDIO EM NATAL / RN

Dimer da Silva Albuquerque | dimer_m@yahoo.com.br, Cíciano Leite Barreto | ciciano@ufrrn.br | L2
1 Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática
2 Departamento de Física Teórica e Experimental
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

RESUMO

Neste trabalho, realizamos um levantamento sobre como professores atuam, discutindo em seguida os resultados de uma pesquisa realizada no âmbito do núcleo interdisciplinar de Natal, RN, sob o título de: "Características Atuais do Ensino de Eletromagnetismo no Nível Médio em Natal, RN". De posse destas informações, pretendemos sistematizar subsídios que possam contribuir ao desenvolvimento de um conjunto de práticas de aula diferenciadas ou práticas didáticas inovadoras, visando superar as deficiências encontradas nos livros didáticos. Utilizamos como instrumento de coleta um questionário estruturado (questionário fechado), elaborado nos seguintes aspectos: "Como o material didático (livro didático ou material elaborado pelo próprio professor) se caracteriza perante as expectativas de ensino, a maneira (interatividade ou sustentada) como são trabalhadas as conteúdos, as dificuldades que encontram ao trabalhar os conteúdos, as modalidades de avaliação (se do tipo problema, questões ou testes), a frequência empregada nos experimentos demonstrativos em sala de aula, se como e quando utiliza textos atuais (incluindo da internet), jornais, revistas, entre outros, métodos de comunicação, se como e quando implementa as atividades interdisciplinares, as atividades extra-classe propostas aos alunos, o que que costuma a ser usado para a avaliação. Outra forma pretendemos fazer um perfil representativo do ensino de eletromagnetismo na escola pública na referida região. Os primeiros passos serão enfocados no problema identificamos neste ano letivo, sempre que possível e conforme sugerir formas para tornar a prática em sala de aula mais empolgante, direcionada a um processo ensino-aprendizagem significativo, tanto para o professor quanto para o aluno empregando para este ambiente aspectos de inovação de formação de cidadãos segundo as determinações dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Além de buscar avaliar metodologicamente, também seguiremos de que sua ação são ao encontro de satisfazer as prescrições da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Básica Nacional.

INTRODUÇÃO

Nesta programação uma pesquisa de realidade, sobre o ensino propriamente dito de eletromagnetismo segundo algumas expectativas dos PCN's, este trabalho foi realizado, como parte integrante desta mesma pesquisa, para fornecer uma subsídios e orientar a prática de ensino. Um questionário estruturado em nossas pesquisas, foi a quantidade de formas por professor. Por isso, utilizamos o mesmo questionário, após a coleta de dados. Temos algumas práticas baseadas nas pesquisas dos questionários. Portanto, apresentamos os resultados mais significativos.

POPULAÇÃO

Nos 21 escolas de Natal, RN, encontramos 107 formas do 2º ano do ensino médio. Nossa amostra abrangeu todas as modalidades de ensino. Sendo 6 escolas livres, sendo de que elas possuem ensino em regime, sendo um professor de física e uma de comunicação por parte dos mesmos. Portanto, realizamos nessa amostra 42 formas, incluindo 14 questionários, com características que em média cada professor ministra em 12 turmas, por isso a amostra baseada em questionários administrados.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Material didático

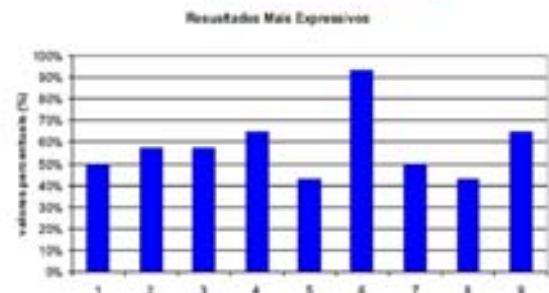
Nesta análise, verificamos a utilização do livro didático como material didático mais utilizado (71,14%), porém a grande maioria (50,24%) utiliza junto com o livro, questões extra notas de aula, entre outros.

Experimentos e o Ensino de Eletromagnetismo.

Dentre várias maneiras de se trabalhar a aprendizagem com experimentos, podemos citar como exemplo, um elemento importante de discussão, a utilização dos recursos disponíveis sobre o fenômeno observado. Grande parte dos professores entrevistados (32,85%), acham importante o uso de experimentos para o ensino de eletromagnetismo. Ainda segundo desta temática, os professores que trabalham com experimentos, utilizam materiais diferenciados para isso (57,14%).

Cotidiano e as Ideias Prévias

Este integrante dos PCN's, se refere a situações de ensino e aprendizagem, realizadas em sala de aula, e que sempre, trazem uma contribuição importante neste sentido, em a valorização das práticas, no início de cada semana, avaliando e orientando os professores na aproximação do cotidiano dos alunos com a física. Desta forma, pretendemos em nossa pesquisa, a importância dada pelos entrevistados com o cotidiano dos alunos e as ideias prévias, onde 57,14%, fazem uso dele em sala de aula.



- 1 = Utiliza mais de um tipo de material didático
- 2 = Realiza discussões em sala de aula sistematicamente
- 3 = Trabalha com ideias prévias em sala de aula
- 4 = Ligação do assunto estudado com o cotidiano
- 5 = Equações matemáticas como meio para facilitar o ensino-aprendizagem de Eletromagnetismo
- 6 = Uso de experimentos para Eletromagnetismo
- 7 = Especialmente utiliza textos em sala de aula
- 8 = Não realização de atividades extra-classe
- 9 = Avaliação contínua sobre todas atividades, incluindo a prova.



Avaliação na sala de aula

Nos últimos anos, muito se tem discutido sobre o papel e a forma de avaliação. Será a realização de algumas questões resolve realmente o aluno ou aluno sobre determinado assunto? As participações em atividades dentro e fora da sala de aula, merecem ser avaliadas? Afinal, uma nota é realmente importante para se avaliar um estudante? Estas e outras perguntas, devem circular na mente de nos professores. Nesta etapa, verificamos a avaliação contínua sobre todas atividades escolares e prova, como sendo a mais trabalhada nas salas de aula (54,28%). Este resultado também nos leva a uma reflexão, pois atualmente se fala muito em avaliação continuada, mas pouco vem sendo feito, pois mesmo na rede estadual de ensino do RN, no âmbito de desenvolver aos docentes sobre o que se como fazer a avaliação. Precisamos voltar a pesquisa e tentar descobrir o que os professores entendem por avaliação contínua.

Eletromagnetismo e a Matemática

Um dos grandes temas no ensino de física é no tocante as equações matemáticas. Muitos livros foram publicados na década de 80 e 90 com extrema preocupação a utilizar números ligados a física. Temos por exemplo, exemplares com aproximadamente metade do livro dedicado a Cinemática, onde na verdade não se trata matemática de que concerne física. Estes livros devem ter exercido uma espécie grande influência na prática docente que preferiu não fazer, sendo observamos 21,42% dos entrevistados, enquanto as equações matemáticas são bastante extremamente importantes para o entendimento dos conteúdos e 42,85% apontam como um meio para facilitar a ensino-aprendizagem.



Discussões em sala de aula

Neste item, verificamos a utilização do livro didático como material didático mais utilizado (71,14%), porém a grande maioria (50,24%) utiliza junto com o livro, questões extra notas de aula, entre outros.

Textos em sala de aula

Neste item, verificamos a utilização do livro didático como material didático mais utilizado (71,14%), porém a grande maioria (50,24%) utiliza junto com o livro, questões extra notas de aula, entre outros.

ANEXO E - PLANO DE AULA 01

	<p style="text-align: center;"> UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA BASE DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA </p>	
---	--	---

“Pondo ordem dentro e fora de casa”

Um estudo sobre a classificação dos aparelhos elétricos e Seu funcionamento.

1. TEXTO DE BASE

“Aparelhos elétricos” – Texto extraído da internet: <http://axpfep1.if.usp.br/~gref/eletro/eletro1.pdf>, último acesso em 10 de agosto de 2007.

2. AUTOR:

Dener da Silva Albuquerque. – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática / UFRN e Escola Estadual professor Varela Barca.

3. NÍVEIS DE ENSINO:

Aula planejada para 3º ano do Ensino Médio, mas que pode ser aplicada em qualquer de suas séries.

4. MATÉRIAS:

Física, Tecnologia, eletricidade, aparelhos e dispositivos elétricos.

5. VISÃO GERAL DO PLANO DE AULA:

Iniciar uma discussão sobre eletricidade, na qual falaremos sobre a classificação dos aparelhos elétricos e seu funcionamento, através de uma abordagem cotidiana e significativa, com a intenção de construir uma proposta de ensino de eletromagnetismo para o nível médio.

6. TEMPO CONCEDIDO:

02 aulas de 50 min cada, distribuídas de acordo com a tabela:

TEMPO	ATIVIDADE
15 min	Aquecer / Fazer Já
05 min	Explicação pelo professor
30 min	Leitura e discussão em grupo
40 min	Explicação e discussão com o professor
10 min	Embrulhar / Fazer depois

7. RECURSOS / MATERIAIS:

- ✓ Cópias do texto a ser lido;
- ✓ Lousa da sala de aula e marcador para quadro branco;
- ✓ Aparelhos elétricos (ferro elétrico, ventilador, DVD e celular);
- ✓ Dispositivos elétricos (tomada, disjuntor, teste, lâmpadas e pilhas).

8. ATIVIDADES / PROCEDIMENTOS:

[15 min] **Aquecer / Fazer Já** – Montar na lousa junto com os alunos, uma tabela em que eles possam citar os aparelhos elétricos que eles têm em casa.

[05 min] **Explicação pelo professor** – Será explicitado pelo educador o curso da aula. Ele apresentará o texto a ser lido, sugerindo a formação de grupos para posterior leitura e discussão ligando-o ao tema proposto.

[30 min] **Leitura e discussão em grupo** – Nesta etapa os estudantes formarão os grupos e farão uma leitura do texto e discutirão sobre o mesmo. Em seguida, iremos colocar algumas questões relacionadas com o texto, onde cada grupo irá responder para a sala uma das questões. Ainda nesta fase, os alunos selecionarão algumas palavras que estão fora de seus conhecimentos, para acrescentar a um “dicionário científico”.

[40 min] **Explicação e discussão com o professor** – A partir do texto, iremos discutir o funcionamento e a classificação dos aparelhos elétricos conhecidos pelos alunos e outros em particular. Levaremos para a sala de aula aparelhos e

dispositivos elétricos que os alunos não conheçam para que eles fiquem familiarizados.

[10 min] **Embrulhar / Fazer depois** - Ao final das discussões será solicitado dos alunos um resumo (este não deverá ser a cópia da aula e sim o fruto da aprendizagem do aluno) sobre tudo que foi abordado na aula, a ser entregue na aula seguinte, para fins de avaliação, tanto do estudante como do professor. Ainda fará parte desta, a entrega de um vocabulário adquirido através do texto base.

9. OBJETIVOS DA AULA:

Identificar os diversos aparelhos e dispositivos elétricos presentes em nosso cotidiano e fazer uma classificação por categorias (aparelhos resistivos, motores, comunicação e informação e fontes de energia).

10. QUESTÕES PARA DISCUSSÃO:

- [01]. Quais são os dispositivos elétricos que você conhece? E qual a função de cada um deles?
- [02]. Quais categorias de aparelhos apresentam maior potência?
- [03]. Quais categorias de aparelhos apresentam menor potência?
- [04]. O ferro elétrico, o ventilador e o televisor pertencem a quais categorias dos aparelhos elétricos?
- [05]. Quais transformações de energia ocorrem nos motores e aparelhos resistivos?

11. AVALIAÇÃO:

Esta ocorrerá no decorrer da aula, de forma contínua, incluindo: a participação do aluno em sala de aula. Eles serão avaliados também pelo seu desempenho nas respostas individuais (ou em grupo) ao questionário do item 10, pela sua desenvoltura em se expressar nas discussões, recorrendo ao uso correto da linguagem e de conceitos elétricos.

12. ATIVIDADE DE EXTENSÃO:

Procurar em aparelhos e dispositivos elétricos as informações fornecidas pelos fabricantes e que estão impressas no próprio aparelho ou em chapinhas presas a ele para conhecer as condições de funcionamento de cada um.

Atividade de extensão-Levantamento das Chapinhas de Aparelhos Elétricos.

Você vai escolher na sua residência 3 aparelhos resistivos, 3 aparelhos motores e 3 aparelhos de comunicação e tomar os dados necessários para preencher a tabela a seguir. Depois do preenchimento da tabela responda as questões abaixo.

Categoria	Aparelho	Potência	Voltagem	Corrente	Frequência

13. ENLACES NA INTERNET E REFERÊNCIAS

- <http://axpfep1.if.usp.br/~gref/eletro/eletro2.pdf>; último acesso em 10 de agosto de 2007
- GREF. *Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, Física 3 – Física Eletromagnetismo*, 4ª Edição. Edusp, São Paulo, 1998;
- GASPAR, Alberto Gaspar. *Física: eletromagnetismo e física moderna; vol.3*. São Paulo. Ed. Ática, 2000;

14. CONEXÕES INTERDISCIPLINARES:

- Tecnologia

Estabelecer um elo entre aparelhos e tecnologia, mostrando que os aparelhos elétricos utilizados no nosso dia-a-dia contêm conhecimentos de eletromagnetismo.

15. PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS

- Representação e Comunicação

- a) “Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos. Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos”.
 - b) “Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico”.
 - c) “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”.
 - d) “Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas”.
- Investigação e compreensão
 - A) “Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas”.
 - B) “Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir “como funciona” os aparelhos”.
 - C) “Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico”.
 - Contextualização Sócio-Cultural
 - a) “Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana”.
 - b) “Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes”.

TEXTO BASE DA AULA 01

Pondo ordem dentro e fora de casa

Você vai organizar as "coisas" da eletricidade ao mesmo tempo em que se constrói um plano de curso.

Quando pensamos nas coisas que utilizamos dentro e fora, no laser e no trabalho, ou mesmo nas coisas que conhecemos, mas que estão distantes de nós, a

lista é muito grande. Se você pensou um pouco nisso quando foi solicitado no final da aula, certamente apareceram coisas como as exemplificadas na tabela 1.

rádio	faisca
televisão	motor elétrico
fita magnética	chave de luz
aparelho de som	transformador
calculadora	interruptor
liquidificador	toca-disco
campainha	dinamo
videocassete	fita isolante
filmadora	secador de cabelo
tomada	ferro de passar roupa
chuveiro	torneira elétrica
microfone	usina de eletricidade
soquete	bobina
lâmpada	batedeira
barbeador	fio de cobre
máquina de lavar	computador
barbeador	relógio de luz
alto-falante	bateria
enceradeira	raio
torradeira	pilha
relógio à pilha	aspirador de pó
gravador	máquina de escrever elétrica
fusível	linha de alta tensão
metro	eletroímã
antena	voltímetro

Tabela 22- Aparelhos e dispositivos elétricos.

Se pensarmos no processo de fabricação dessas coisas, certamente a eletricidade também estará presente. Olhando os aparelhos que compõem essa lista, cada um tem uma especificidade própria, de acordo com o uso que dele fazemos.

Mas se pensarmos no que eles produzem enquanto funcionam, veremos que é possível acharmos mais pontos em comum, pelo menos em alguns deles. Por exemplo, alguns aparelhos que utilizamos em nosso dia-a-dia têm como função comum a produção de aquecimento.

Identifiquem na lista ao lado, quais aparelhos têm esta função. Além destes que você identificou na lista certamente existem outros.

Todos eles têm em comum o fato de transformarem a energia elétrica fornecida por uma fonte em energia térmica. Esses aparelhos são os que têm a construção mais simples: possuem um pedaço de fio em forma de espiral cujo nome é resistor.

Quando um aparelho desse tipo é posto para funcionar, o resistor é aquecido. É por isso que tais aparelhos são denominados de **resistivos**.

Se tivermos um olho mais atento no que os aparelhos fazem quando são colocados em funcionamento, notaremos que a grande parte deles produz algum tipo de movimento, isto é, transformam a maior parte da energia elétrica que recebem da fonte em energia mecânica. Vejam na listagem da página posterior quais deles tem esta característica. Dentre os que você identificou, Tais aparelhos são denominados de **motores elétricos**.

Eles são utilizados para realizar inúmeros trabalhos: moer, picar, lustrar, furar, cortar, ventilar, medir, etc.

Para funcionarem, os aparelhos elétricos precisam ser "alimentados" energeticamente por uma fonte de energia elétrica. No dia-a-dia fazemos uso de vários tipos de fontes que você pode lembrar ou identificar na lista ao lado.

Existem algumas que hoje são menos usadas entre nós como o dínamo de bicicleta.

Outras como os alternadores estão presentes nos automóveis,

Aparelhos com essa característica transformam outras formas de energia (mecânica, química,..) em energia elétrica e **são denominados de fontes**.

Nos dias de hoje, os aparelhos elétricos mais atrativos estão **ligados à comunicação ou à guarda de informação**.



Consulte a listagem na pagina seguinte e verifique se existe algum com esta característica.

Estes como outros aparelhos elétricos são constituídos de muitos componentes como fios, chaves, ímãs, resistores, botões interruptores, diodos, transistores, etc.

Consulte novamente a listagem na tabela ao lado e verifique se existe algum outro. Em conjunto eles formam um agrupamento. Encontrando semelhanças nas funções desempenhadas pelos aparelhos elétricos foi possível formar **4 grandes grupos: os que produzem aquecimento ou movimento, aqueles que são utilizados na comunicação e na guarda de informação e aqueles que são as fontes de energia elétrica, tornando capaz de colocar todos os demais em funcionamento**.

Adaptado do original retirado do site: www.axpfep1.if.usp.br/~gref/, último acesso em 10 agosto de 2007.

ANEXO F - PLANO DE AULA 02

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA BASE DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA</p>	
---	---	---

“Mãe deu à louca no chuveiro, água fria com luz acesa!”

“Um estudo sobre aparelhos resistivos: fusíveis, lâmpadas, chuveiros e circuitos domésticos”.

1. TEXTO DE BASE

“Instalações Elétricas e a Prevenção de Incêndios em Edificações”-Texto extraído da internet: www.ricardomattos.com/incendio.htm, último acesso em 10 de outubro de 2007.

2. AUTOR:

Dener da Silva Albuquerque. – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática / UFRN e Escola Estadual professor Varela Barca.

3. NÍVEIS DE ENSINO:

Aula planejada para 3º ano do ensino médio, mas que pode ser aplicada em qualquer de suas séries.

4. MATÉRIAS:

Física, tecnologia, eletricidade e aparelhos resistivos.

5. VISÃO GERAL DO PLANO DE AULA:

A partir de dispositivos elétricos, tais como fusíveis, lâmpadas, circuitos domésticos, disjuntores, além de aparelhos resistivos, tais como ferro de passar roupa, chuveiro elétrico, entre outros, discutiremos os conceitos elétricos de corrente, resistência, potência, bem como o consumo dessa modalidade de energia.

6. TEMPO CONCEDIDO:

02 aulas de 50 min cada, distribuídas de acordo com a tabela:

TEMPO	ATIVIDADE
10 min	Fazer antes
10 min	Aquecer / Fazer Já
05 min	Explicação pelo professor
25 min	Leitura e discussão em grupo
40 min	Explicação e discussão com o professor
10 min	Embrulhar / Fazer depois

7. RECURSOS / MATERIAIS:

- ✓ Cópias do texto a ser lido;
- ✓ Lousa da sala de aula e lápis marcador para quadro branco;
- ✓ Aparelhos elétricos (ferro elétrico, prancha (chapinha));
- ✓ Dispositivos elétricos (lâmpadas, fusíveis e disjuntores).
- ✓ Pilhas;
- ✓ Lâmpadas de 1,5 volts
- ✓ Fios de cobre, jacarés e fita isolante.

8. ATIVIDADES / PROCEDIMENTOS:

[10 min] **Fazer antes (atividade de extensão do plano de aula 1)** –Procurar em aparelhos e dispositivos elétricos as informações fornecidas pelos fabricantes e que estão impressas no próprio aparelho ou em chapinhas presas a ele para conhecer as condições de funcionamento de cada um, além de fazer um registro das grandezas físicas (corrente, voltagem, potência e frequência) quantificando seus valores e unidades presentes em cada aparelho elétrico.

[15 min] **Aquecer / Fazer Já** – Montar na lousa junto com os alunos, uma tabela em que eles possam citar os aparelhos resistivos que eles têm em casa.

[05 min] **Explicação pelo professor** – Será explicitado pelo educador o curso da aula. Ele apresentará o texto a ser lido, sugerindo a formação de grupos para posterior leitura e discussão ligando-o ao tema proposto.

[30 min] **Leitura e discussão em grupo** – Nesta etapa os estudantes formarão os grupos e farão uma leitura do texto e discutirão sobre o mesmo. Em seguida, iremos colocar algumas questões relacionadas com o texto, onde cada grupo irá responder para a sala uma das questões. Ainda nesta fase, os alunos selecionarão algumas palavras que estão fora de seus conhecimentos, para acrescentar a um “dicionário científico”.

[40 min] **Explicação e discussão com o professor** – A partir do texto, iremos discutir o funcionamento dos aparelhos resistivos, a função dos fusíveis e disjuntores num circuito elétrico abordando os conceitos de Campo elétrico; Voltagem (tensão); Corrente elétrica; Resistência elétrica e potência elétrica.

[10 min] **Embrulhar / Fazer depois** - Ao final das discussões será solicitado dos alunos um resumo (este não deverá ser a cópia da aula e sim o fruto da aprendizagem do aluno) sobre tudo que foi abordado na aula, a ser entregue na aula seguinte, para fins de avaliação, tanto do estudante como do professor e a resolução de uma lista problemas envolvendo os conceitos estudados. Ainda fará parte desta, a montagem simplificada de um circuito que simule uma instalação elétrica residencial. Nesse processo diferenciamos os materiais isolantes dos condutores, os fios fase do neutro, e identificamos os ramais de 220 V. Discutimos, ainda, a função de dispositivos tais como: chaves, fusíveis, interruptores, tomadas e o dimensionamento dos fios de ligação.

9. OBJETIVOS DA AULA:

Identificar o funcionamento de aparelhos resistivos, tais como fusíveis, lâmpadas, chuveiros e circuitos domésticos, visando à formulação do modelo clássico de corrente, em que se incluem os conceitos de quantidades físicas da eletricidade, tais como campo, voltagem (tensão), resistência e resistividade/condutividade.

10. SÍNTESE DO CONTEÚDO

- Campo elétrico;
- Tensão (voltagem);
- Corrente elétrica;
- Resistência elétrica resistividade/condutividade e potência elétrica.

11. QUESTÕES PARA DISCUSSÃO:

- [01]. De acordo com o texto qual (ais) foi(ram) as possíveis causa(s) do incêndio no prédio da Eletrobrás?
- [02]. Em sua opinião o que deve ser feito para evitar incêndios desse tipo em prédios antigos?
- [03]. Você sabe o que é um circuito elétrico? De exemplos práticos.
- [04]. Quais são os dispositivos de segurança que compõem o circuito elétrico de sua casa?
- [05]. Determine as grandezas físicas presentes em um circuito elétrico?

12. AVALIAÇÃO:

Esta ocorrerá no decorrer da aula de forma contínua, incluindo: a participação do aluno em sala de aula. Eles serão avaliados também pelo seu desempenho nas respostas em individuais (ou em grupo) ao questionário do item 11, pela sua desenvoltura em se expressar nas discussões, recorrendo ao uso correto da linguagem e de conceitos elétricos, bem como pela entrega nos prazos acordados do resumo solicitado como atividade de extensão a ser entregue posteriormente, e dos exercícios propostos, envolvendo os conceitos estudados (entregar uma lista de problemas representativos do uso de todos os conceitos estudados na aula).

13. ATIVIDADE DE EXTENSÃO:

Estudar e sintetizar o modelo microscópico da corrente elétrica, preliminarmente como consta do GREF, mas idealmente como consta no livro “eletricidade e magnetismo”, volume 2 da coleção do Curso de física de Berkeley.

14. ENLACES NA INTERNET E REFERÊNCIAS

- a. <http://axpfep1.if.usp.br/~gref/eletro/eletro2.pdf>
- b. www.ricardomattos.com/incendio.htm
- c. GREF. *Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, Física 3 – Física Eletromagnetismo*, 4ª Edição. Edusp, São Paulo, 1998;
- d. GASPAR, Alberto Gaspar. *Física: eletromagnetismo e física moderna; vol.3*. São Paulo. Ed. Ática, 2000;
- e. ALVARENGA, Beatriz Alvarenga & MAXIMO, Antônio Máximo. *Curso de física vol. 3*. São Paulo. Ed. Scipione, 2006.
- f. RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto & SOARES, Paulo Antônio de Toledo. *Os Fundamentos da Física vol.3 - Eletricidade, Introdução à Física Moderna, Análise Dimensional*. 8ª ed. São Paulo: Ed. Moderna 2007
- g. E. M. Purcell, Eletricidade e Magnetismo, *Curso de Física de Berkeley Vol. 2* (Editora Edgard Blücher, São Paulo, 1970), p.105 a 112.

15. CONEXÕES INTERDISCIPLINARES:

- a. Tecnologia

Estabelecer um elo entre conceitos elétricos e tecnologia, mostrando que aparelhos elétricos, especialmente os resistivos, utilizados em nosso dia-a-dia funcionam baseados nesses conceitos e nas equações que os relacionam.

16. PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS

- a. Representação e Comunicação

- I. “Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos. Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos”.
- II. “Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico”.
- III. “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”.

IV. “Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas”.

b. Investigação e compreensão

I. “Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas”.

II. “Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir “como funcionam” os aparelhos”.

III. “Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico”.

c. Contextualização Sócio-Cultural

I. “Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana”.

II. “Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes”.

TEXTO BASE DA AULA 02

Instalações Elétricas e a Prevenção de Incêndios em Edificações

Engenheiro Ricardo Mattos

Os fatos



Fogo no coração do Rio. Esta foi a manchete do jornal O DIA, em 27 de fevereiro de 2004, retratando com exatidão o local do fogo: o cruzamento mais importante do centro da cidade do Rio de Janeiro. Por trás da manchete estavam os detalhes do incêndio que

destruiu, completamente, seis andares do prédio da ELETROBRÁS, localizado na esquina das Avenidas Rio Branco e Presidente Vargas. Foi uma "Quinta-Feira de Cinzas", conforme batizou o jornal O GLOBO em sua primeira página, que fechou o período de festas carnavalescas e nos trouxe de volta à realidade. Nas reportagens do dia seguinte, foram lembrados diversos incêndios ocorridos há alguns anos, também em fevereiro. A maioria dos jornais, entretanto, não acrescentou a informação que cinco dias antes, no dia 21, em pleno Sábado de Carnaval, ocorreu um incêndio na mesma Avenida Rio Branco. É bem verdade que ele foi controlado a tempo pelos bombeiros e não chegou a atrapalhar os foliões nem causar destruição do imóvel, porém não deixou de ser um incêndio e a causa, segundo o jornal O GLOBO do dia seguinte, foi um curto-circuito em uma das torres de refrigeração.

O incêndio no prédio da ELETROBRÁS ainda terá sua causa investigada porém a precariedade das instalações elétricas já foi escolhida como uma das primeiras opções. Essa escolha não é aleatória ou irresponsável; a imprensa recolhe em seus arquivos as evidências de que essa seja uma causa bastante provável para um incêndio dessa magnitude em um prédio antigo. O JORNAL DO BRASIL, por exemplo, ao tratar do assunto, não se limitou a relatar os fatos mas, em linguagem didática, esclareceu que "o fogo, que normalmente começa por causa de instalações elétricas velhas ou aparelhos de ar condicionado em más condições, acaba se alastrando rapidamente pela concentração de material inflamável e falta de equipamentos de segurança."

Outro aspecto abordado nas reportagens do dia seguinte foi a ausência de fiscalização ou vistorias e ainda de uma legislação específica que cuide da segurança geral das edificações. O presidente do CREA-RJ, que por sinal é engenheiro eletricitista e engenheiro de segurança do trabalho, defendeu, no JB, que os prédios antigos tenham um prazo de cinco anos para se adaptar a regras modernas de segurança e acha importante a obrigatoriedade de vistorias anuais



bem como a elaboração de um plano de contingência para o centro da cidade.

Regulamentação de Segurança em Instalações Elétricas

É evidente que o poder público não está preparado para a fiscalização adequada neste e em diversos outros casos. Embora possa haver falhas em nossa legislação, me parece que o maior problema não está na falta de normas mas na incapacidade de fazer com que as existentes sejam cumpridas. No caso em questão, tratando-se de uma edificação destinada ao trabalho, há uma série de normas trabalhistas que abrangem características das instalações, incluindo as instalações elétricas e de prevenção e combate a incêndio. Portanto, também é de competência do Ministério do Trabalho e Emprego, através da Delegacia Regional do Trabalho, a inspeção dessas edificações.

Falando especificamente sobre segurança em instalações elétricas, temos a Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10), que integra a relação de normas estabelecida a partir da Portaria nº 3.214/78 do Ministério do Trabalho. Essas normas devem ser revistas periodicamente dentro de um processo de discussão tripartite e paritária, isto é, com a participação de representantes do governo, dos empregados e dos empregadores. A NR-10 passou por este processo de revisão e o novo texto foi discutido e aprovado por um grupo técnico, também tripartite, e em seqüência foi publicado como Portaria Ministerial.

A NR-10 estabelece as condições mínimas exigíveis para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores. A norma trata da segurança dos trabalhadores e também das instalações. Um de seus itens mais relevantes é a exigência de serem observadas as normas técnicas oficiais e, na falta destas, as normas internacionais vigentes, em todas as etapas da instalação. As normas técnicas oficiais no Brasil são aquelas editadas pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, que é o Fórum Nacional de Normalização, e registradas no INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. As normas técnicas internacionais, na área elétrica, são aquelas editadas pela IEC – International Electrotechnical Commission. A correta aplicação deste item garante a qualidade das instalações elétricas dos ambientes destinadas ao trabalho e o que é mais importante, faz com que a legislação acompanhe a evolução das normas técnicas. Muitos não sabem que as normas técnicas são de aplicação voluntária e só podem ser exigidas caso haja algum dispositivo legal que as invoque. É o que

acontece aqui com a NR-10, embora não obedeça exatamente o ritual de uma certificação compulsória. Buscando tornar essa exigência mais clara, o Comitê Brasileiro de Eletricidade (COBEI) da ABNT já apresentou proposta para que os serviços de instalações elétricas em baixa tensão passem a integrar a relação de serviços de certificação compulsória, tendo por referência normativa a norma técnica de instalações elétricas de baixa tensão (NBR 5410) que, por sua vez, está baseada nas normas da IEC. Para que isso ocorra, é necessária uma decisão de algum órgão governamental regulamentador, neste caso o INMETRO ou até mesmo a ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, uma vez que a entrega de energia ao consumidor final está sob a responsabilidade das concessionárias de energia elétrica que são fiscalizadas por essa agência.

Adaptado do original retirado do site:

[http: www.ricardomattos.com/incendio.htm](http://www.ricardomattos.com/incendio.htm), último acesso em 10 de outubro de 2007.

ROTEIRO DA MONTAGEM DO CIRCUITO

ASSOCIAÇÃO DE LÂMPADAS.

1ª Experiência: Associação em série.

- As lâmpadas são ligadas conforme a foto abaixo.

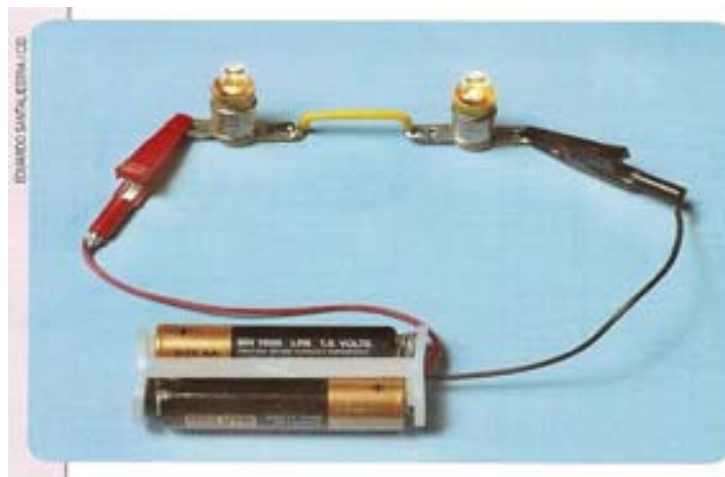


Figura 32 – Esquema de um circuito elétrico em série

O pólo positivo da pilha está ligado ao pólo negativo da seguinte. Isso significa que elas estão ligadas em série. Considerando que as pilhas são novas. Responda:

- 1) Qual é a tensão (voltagem) elétrica total da associação?
- 2) Qual é a tensão (voltagem) elétrica a que cada lâmpada fica submetida?
- 3) Seus brilhos são normais? Justifique sua resposta.
 - Retire agora uma das lâmpadas do soquete. Responda:
- 4) O que ocorre com a outra lâmpada? Queima, apaga ou brilha mais? Justifique sua resposta.
 - Recoloque a lâmpada no soquete e coloque qualquer uma das lâmpadas em curto circuito, **por um breve intervalo de tempo**, conforme a foto abaixo.



Figura 33 – Esquema de um circuito elétrico em curto.

Responda:

- 5) Qual é a tensão elétrica (voltagem) na lâmpada que não está em curto circuito?
- 6) O que ocorre com o seu brilho?

2ª Experiência: Associação em paralelo.

- As lâmpadas são ligadas conforme a foto da esquerda. Nessa associação utilizamos uma pilha somente.

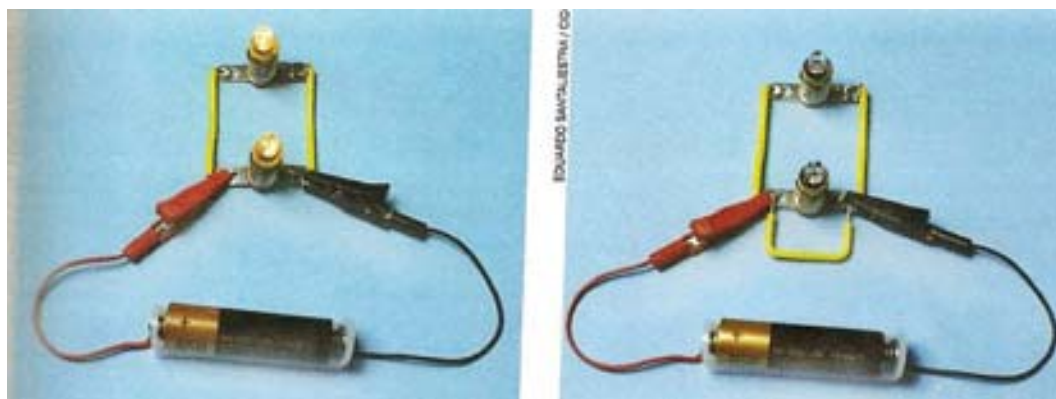


Figura 34 – Esquema de um circuito elétrico em paralelo

➤ **Responda:**

- 1) Qual é a tensão (voltagem) elétrica a que cada lâmpada fica submetida?
- 2) As lâmpadas apresentam brilho normal?
 - Retire agora uma das lâmpadas do soquete. Responda:
- 3) O que ocorre com a outra lâmpada? Queima, apaga, brilha mais ou continua funcionando normalmente? Justifique sua resposta
 - Recoloque a lâmpada no soquete e coloque qualquer uma das lâmpadas em curto circuito, **por um breve intervalo de tempo**, conforme a foto da direita.
- 4) O que ocorre com a outra lâmpada? Queima, apaga ou brilha mais? Justifique sua resposta.
- 5) Ao colocar uma lâmpada em curto-circuito, a pilha também fica em curto circuito?

3ª Experiência: Associação mista.

- Na foto da esquerda temos o exemplo de uma associação mista. Observe o **brilho das lâmpadas** e responda:

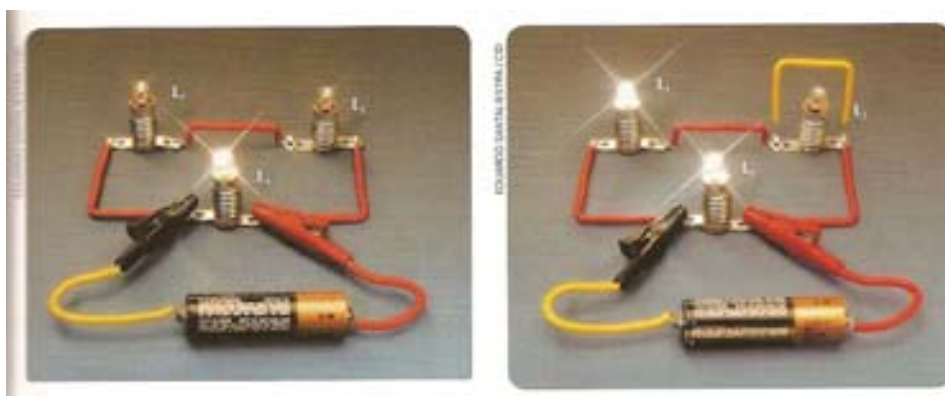


Figura 35 – Esquema de um circuito elétrico misto

1) Ele é inferior ou superior ao brilho normal?



➤ **Coloque a lâmpada L_2 em curto circuito, conforme a foto da direita.**

Responda:

2) O que ocorre com o brilho das outras duas lâmpadas? Aumenta, diminui ou permanece o mesmo?

3) As lâmpadas apresentam nessas condições, brilho normal?

ANEXO G - PLANO DE AULA 03

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA BASE DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA</p>	
---	---	---

“Movimentar ar e produzir vento quente ou frio, mover rodas, mexer ponteiros, rodar pás, misturar massas, lixar, fazer furos,..... Você sabe do que eu estou falando?”

Um estudo sobre motores elétricos.

1. TEXTOS DE BASE

“Teoria Elementar do Magnetismo” e “Motores elétricos” - Prof. Luiz Ferraz, textos extraído da internet:http://www.feiradeciencias.com.br/sala13/13_T01.asp
http://www.feiradeciencias.com.br/sala22/motor_teor1a1.asp, último acesso em 20 de novembro de 2007.

2. AUTOR:

Dener da Silva Albuquerque. – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática / UFRN e Escola Estadual professor Varela Barca.

3. NÍVEIS DE ENSINO:

Aula planejada para 3º ano do ensino médio, mas que pode ser aplicada em qualquer de suas séries.

4. MATÉRIAS:

Física, tecnologia, eletromagnetismo e motores elétricos.

5. VISÃO GERAL DO PLANO DE AULA:

A partir de motores elétricos, tais como liquidificador e ventilador, além de ímãs, discutiremos um outro efeito da corrente elétrica: o efeito magnético, através do qual a energia elétrica é convertida em energia mecânica. Para tanto discutiremos a relação entre Eletricidade e Magnetismo, estudando duas leis gerais:

a lei de Ampère e Gauss magnética. Além de discutir também a natureza da força elétrica (força de Lorentz).

6. TEMPO CONCEDIDO:

04 aulas de 50 minutos cada, distribuídas de acordo com a tabela:

TEMPO	ATIVIDADE (1° DIA)
15 min	Aquecer / Fazer Já
05 min	Explanação pelo professor
30 min	Leitura e discussão em grupo
50 min	Explicação, discussão com o professor e encaminhamentos para aula seguinte.
	ATIVIDADE (2° DIA)
90 min	Experimento
10 min	Embrulhar / Fazer depois

7. RECURSOS / MATERIAIS:

- ✓ Cópias do texto a ser lido;
- ✓ Lousa da sala de aula e lápis marcador para quadro branco;
- ✓ Motores elétricos (liquidificador e ventilador);
- ✓ Ímãs.
- ✓ Pilhas
- ✓ Pregos, cliques e parafusos.
- ✓ Jacarés, fios e fita isolante.

8. ATIVIDADES / PROCEDIMENTOS:

1° DIA

[15 min] **Aquecer / Fazer Já** – Montar na lousa junto com os alunos, uma tabela em que eles possam citar os motores elétricos que eles têm em casa.

[05 min] **Explicação pelo professor** – Será explicitado pelo educador o curso da aula. Ele apresentará o texto a ser lido, sugerindo a formação de grupos para posterior leitura e discussão ligando-o ao tema proposto.

[30 min] **Leitura e discussão em grupo** – Nesta etapa os estudantes formarão os grupos e farão uma leitura do texto e discutirão sobre o mesmo. Em seguida, iremos colocar algumas questões relacionadas com o texto, onde cada grupo irá responder para a sala uma das questões.

[50 min] **Explicação e discussão com o professor** – A partir do texto, iremos discutir o funcionamento dos motores elétricos, Abordando os conceitos de campo magnético, transformação de energia elétrica em cinética, força magnética e as leis de ampère, Gauss, Faraday e Lenz.

2° DIA

[90 min] Experimento - MOTORES E ELETROÍMÃS

1° Experimento: Construção de um eletroímã

Você pode construir um eletroímã e analisar suas características, dispondo de um fio de cobre fino (diâmetro de 0,5 mm), com cerca de 1m, um prego de ferro de tamanho grande, um bússola, duas pilhas de 1,5 V associadas em serie, pequenos objetos de ferro (alfinetes, cliques, etc.), fita adesiva e um suporte de madeira.

- A) Enrole o fio de cobre no prego de modo a constituir uma bobina grande (solenóide), com aproximadamente 40 espiras. Retire o prego e raspe as extremidades do fio de cobre que serão ligadas às pilhas. Fixe a bobina ao suporte de madeira, dobrando os extremos do fio e utilizando fita adesiva (figura I). Ligue as extremidades da bobina aos terminais da associação de pilhas. Aproxime a bússola da bobina, mantendo-a cerca de 4 cm dela (figura II). Observe e registre o desvio sofrido pela agulha da bússola.
- Por que a agulha da bússola se desvia ao ser fechado o circuito?

 - Qual a polaridade da bobina? Confirme esta polaridade aplicando a regra da mão direita.



Figura 36 – Esquema de uma bobina

- B) Introduza agora o prego no interior da bobina (figura III). Refaça a ligação com as pilhas e aproxime a bússola, mantendo-a a mesma distância do prego dada no item anterior (figura IV). Observe o desvio sofrido pela agulha. Compare com o desvio sofrido pela agulha anteriormente.
- Por que o desvio da agulha da bússola é maior quando o prego é colocado no interior da bobina?
 - Qual a polaridade do eletroímã construído? Essa polaridade é igual ou diferente da polaridade da bobina, antes de o prego ser colocado? Explique.

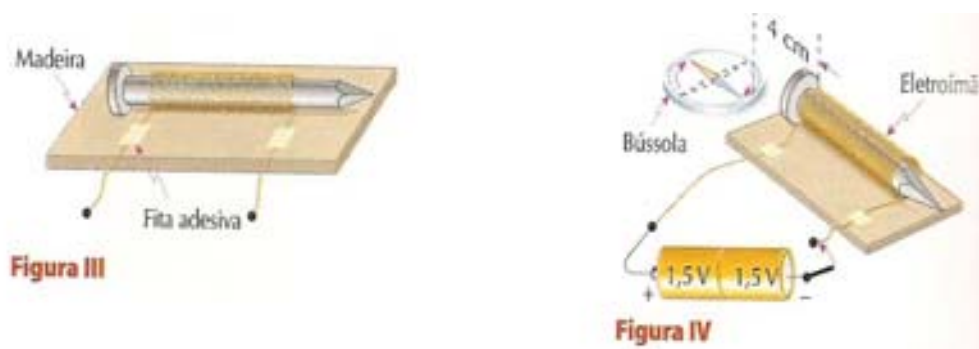


Figura 37 – Esquema de um eletroímã.

- C) Inverta o sentido da corrente e aproximando a bússola, verifique se alterou a polaridade do eletroímã.
- Por que se modificou a polaridade do eletroímã quando você inverteu o sentido da corrente?
- D) Aproximem de uma das extremidades do prego os pequenos objetos de ferro e veja o que acontece (figura V).
- Por que os objetos de ferro foram atraídos e encostaram-se à extremidade do prego?

- O que aconteceria se você aproximasse pequenos objetos de ferro na outra extremidade? Por quê?
- E) Desligue o eletroímã das pilhas e verifique o que acontece com os pequenos objetos de ferro. Inverta o sentido da corrente na bobina e veja o resultado.
- Explique por que, após desligar o eletroímã, alguns pequenos objetos ainda permanecem presos ao prego.
 - Por que esses objetos, que haviam se mantido presos, imediatamente caem ao inverter-se o sentido da corrente?

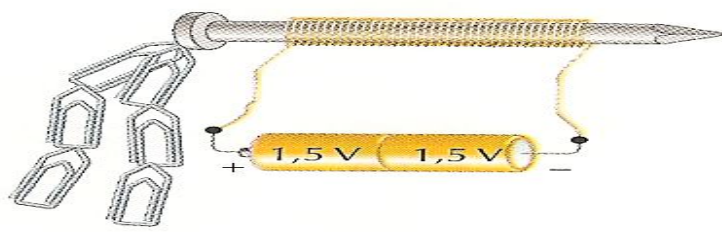


Figura V

Figura 38 - Eletroímã

2º experimento: Faça um motor elétrico em 30 segundos

Isso mesmo, você aprenderá a montar um motor elétrico básico (realmente básico) com uma rotação de até 10.000 RPM em apenas 30 segundos! Trata-se de uma composição com elementos simples que atuam com base nos princípios do funcionamento de um motor elétrico. Vamos lá? Então pegue os acessórios necessários e mãos à obra!

Objetos necessários para o experimento:



Figura 39 – Material para montagem de um motor

Para realizar a façanha você precisará de:

- Um parafuso simples de rosca “soberba” (usado em madeira);
- Uma pilha alcalina tamanho grande (1.5V);

- Um fio de cobre (condutor) de aproximadamente 8 polegadas;
- Um ímã de neodímio.

Seu funcionamento é muito simples. Basta juntar o ímã de neodímio à base do parafuso. Feito isso, coloque a ponta do parafuso no pólo positivo da pilha, pressionando uma ponta do fio de cobre no lado oposto da pilha (pólo negativo).

Após este procedimento, considere seu motor elétrico praticamente finalizado! Para dar a “ignição”, basta tocar o ímã de neodímio com a outra ponta do fio de cobre e então o parafuso dará voltas o suficiente para estampar um sorriso em seu rosto.



Figura 40 – Motor elétrico

Explique sucintamente o que faz o parafuso girar.

[10 min] **Embrulhar / Fazer depois** - Ao final das discussões será solicitado dos alunos um resumo (este não deverá ser a cópia da aula e sim o fruto da aprendizagem do aluno) sobre tudo que foi abordado na aula, a ser entregue na aula seguinte, para fins de avaliação, tanto do estudante como do professor e a resolução de uma lista problemas envolvendo os conceitos estudados. Ainda fará parte desta, a montagem simplificada de motores elétricos utilizados em brinquedos e um motor simples que é montado em 30 segundos. Nesse processo verificaremos que em qualquer motor elétrico existe a parte fixa e a parte móvel, uma denominada de rotor e a outra estator , além de analisamos a função de cada um delas no motor.

9. OBJETIVOS DA AULA:

Identificar o funcionamento de motores elétricos, tais como liquidificadores e ventiladores, além de dispositivos como ímãs, a partir do efeito magnético da

corrente, em que se incluem os conceitos de quantidades físicas do magnetismo, tais como campo, força e as leis de Gauss, Biot-Sarvat, Ampère, Faraday e Lenz.

10. SINTESE DO CONTEÚDO

- Campo magnético;
- Lei de Gauss e Biot-Sarvat;
- Força magnética;
- Lei de Ampère;
- Lei de Faraday e Lenz.

11. QUESTÕES PARA DISCUSSÃO:

Texto 1: “Teoria Elementar do Magnetismo”

- [1]. O que você entende por um ímã natural? E por um ímã artificial?
- [2]. O que são substâncias magnéticas? E não-magnéticas? De exemplos
- [3]. O que são pólos de um ímã?
- [4]. Entre que pólos de dois ímãs existem uma força de atração? E uma força de repulsão?
- [5]. O que é um campo magnético?
- [6]. O que é um eletroímã?
- [7]. O que são substâncias magnéticas? E não magnéticas? De exemplos

Texto 2: “Motores Elétricos”

- [1]. Cite alguns motores elétricos que você utiliza na sua casa.
- [2]. No texto encontramos o seguinte parágrafo: “Motores elétricos são encontrados nas mais variadas formas e tamanhos, cada qual apropriado à sua tarefa. Não importa quanto **torque** ou potência um motor deva desenvolver, com certeza, você encontrará no mercado aquele que lhe é mais satisfatório”. O que você entende por torque?
- [3]. Quais são os componentes básicos de um motor elétrico?
- [4]. Como as forças magnéticas podem fazer algo girar?

- [5]. Se as forças magnéticas são as causas do 'por que o motor gira', por que não podemos fazer um motor construído exclusivamente com ímãs permanentes?
- [6]. O que são ímãs permanentes?
- [7]. O que determina 'para que lado' o motor vai girar?
- [8]. Descreva como funciona um motor de corrente contínua.

12. AVALIAÇÃO:

Esta ocorrerá no decorrer da aula de forma contínua, incluindo: a participação do aluno em sala de aula. Eles serão avaliados também pelo seu desempenho nas respostas em individuais (ou em grupo) ao questionário do item 11, pela sua desenvoltura em se expressar nas discussões, recorrendo ao uso correto da linguagem e de conceitos elétricos, bem como pela entrega nos prazos acordados do resumo solicitado como atividade de extensão a ser entregue posteriormente, e dos exercícios propostos, envolvendo os conceitos estudados (entregar uma lista de problemas representativos do uso de todos os conceitos estudados na aula), Além das atividades experimentais.

13. ATIVIDADE DE EXTENSÃO:

Procurar em aparelhos como, ventilador e batedeira os componentes do motor, identificá-los e explicar a função de cada um com base nas leis do eletromagnetismo.

14. ENLACES NA INTERNET E REFERÊNCIAS

<http://axpfep1.if.usp.br/~gref/eletro/eletro3.pdf>

http://www.feiradeciencias.com.br/sala13/13_T01.asp

http://www.feiradeciencias.com.br/sala22/motor_teor11.asp,

GRAF. *Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, Física 3 – Física Eletromagnetismo*, 4ª Edição. Edusp, São Paulo, 1998;

GASPAR, Alberto Gaspar. *Física: eletromagnetismo e física moderna*; vol.3. São Paulo. Ed. Ática, 2000;

ALVARENGA, Beatriz Alvarenga & MAXIMO, Antônio Máximo. **Curso de física** vol. 3. São Paulo. Ed. Scipione, 2006.

RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto & SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física** vol.3 - *Eletricidade, Introdução à Física Moderna, Análise Dimensional*. 8ª ed. São Paulo: Ed. Moderna 2007

15. CONEXÕES INTERDISCIPLINARES:

a. Tecnologia

Estabelecer um elo entre conceitos elétricos e tecnologia, mostrando que motores elétricos, utilizados em nosso dia-a-dia funcionam baseados nesses conceitos e nas equações que os relacionam.

16. PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS

a. Representação e Comunicação

- i. “Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos”.
- ii. “Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico”.
- iii. “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”.
- iv. “Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas”.

b. Investigação e compreensão

- I. “Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas”.
- II. “Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir “como funcionam” os aparelhos”.

III. “Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico”.

c. Contextualização Sócio-Cultural

- I. “Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana”.
- II. “Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes”.

TEXTOS DE BASES DA AULA 03

Teoria Elementar do Magnetismo(Texto 1)

Prof. Luiz Ferraz Netto

Magnetismo e eletricidade

Atualmente, os físicos acreditam que todos os fenômenos magnéticos resultam de forças entre cargas elétricas em movimento, e nos dias de hoje são geradas grandes quantidades de energia elétrica pelo movimento relativo entre condutores elétricos e campos magnéticos. Por outro lado, a energia elétrica é transformada em energia mecânica também por sistemas que usam este movimento relativo entre correntes elétricas e campos magnéticos. A função de muitos instrumentos elétricos de medição depende da relação entre a eletricidade e o magnetismo.

Antes de emprendermos o estudo dos efeitos magnéticos das correntes elétricas, examinaremos as propriedades magnéticas das substâncias e aprenderemos alguma coisa sobre a natureza do magnetismo e dos campos magnéticos.

Substâncias magnéticas

Depósitos de minério ferro magnético foram descobertos pelos gregos, numa região da Turquia, há muitos séculos. A região era então conhecida como Magnésia e, assim, o minério foi chamado magnetita. Outros depósitos de magnetita são encontrados em outras regiões do mundo, e os pedaços de magnetita são conhecidos como ímãs naturais. Um desses pedaços, pendurado em um fio, se

alinha com o campo magnético da Terra. Por volta do século XII, os homens começaram a usar esses ímãs naturais a que davam o nome de pedra-ímã, como as primeiras bússolas magnéticas.

Alguns materiais, notadamente o ferro e o aço, são fortemente atraídos pelos ímãs; o cobalto e o níquel são atraídos em grau menor. Diz-se que essas substâncias têm propriedades ferromagnéticas. Ligas especiais, como o permalloy e o alnico, têm extraordinárias propriedades ferromagnéticas. Os físicos têm demonstrado muito interesse pela estrutura dos materiais dotados da propriedade do **ferromagnetismo**.

Atualmente, são fabricados ímãs artificiais muito fortes e versáteis, com substâncias ferromagnéticas. Os ímãs de alnico (Al, Ni e Co) atuais suportam um peso de mais de 1 000 vezes o dos próprios ímãs. As substâncias ferromagnéticas são comumente chamadas “substâncias magnéticas”.

Substâncias não-magnéticas

Os materiais são comumente classificados como magnéticos ou não-magnéticos. Diz-se que os que não demonstram o forte ferromagnetismo da Família do Ferro dos metais são “não-magnéticos”. Contudo, se esses materiais forem colocados no campo de um ímã muito forte, observa-se que alguns deles são ligeiramente repelidos pelo ímã, ao passo que outros são ligeiramente atraídos.

O zinco, o bismuto, o cloreto de sódio, o ouro e o mercúrio são algumas das substâncias ligeiramente repelidas e diz-se que são diamagnéticas. A propriedade do **diamagnetismo** é um conceito importante na moderna teoria do magnetismo, como veremos mais adiante.

Madeira, alumínio, platina, oxigênio e sulfato de cobre(II) são exemplos de substâncias ligeiramente atraídas por um ímã forte. Diz-se que esses materiais são paramagnéticos e esse tipo de comportamento magnético é chamado **paramagnetismo**.

A força entre pólos magnéticos

O fato de que as limalhas de ferro se prendem principalmente nas extremidades de um ímã de barra indica que a força magnética atua sobre as limalhas basicamente nessas regiões ou pólos; isso não significa que a região intermediária do ímã seja desmagnetizada. O pólo que aponta para o Norte, quando o ímã está livre para girar sobre um eixo vertical, é comumente chamado pólo norte ou simplesmente pólo N. O pólo oposto, que aponta para o Sul, é chamado pólo sul ou pólo S.

Vamos supor que um ímã de barra seja pendurado conforme mostramos abaixo:

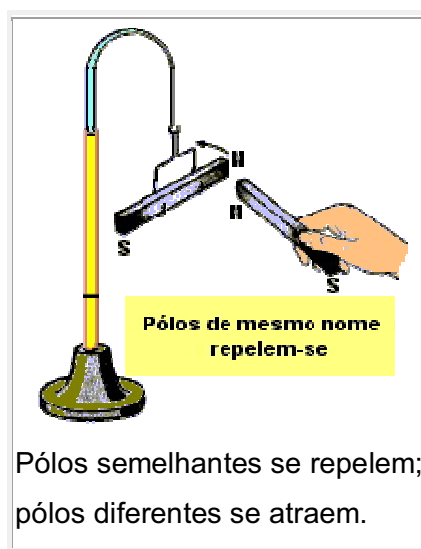


Figura 41 – pólos de um ímã.

Quando o pólo N de um segundo ímã é aproximado do pólo N do ímã pendurado, os dois se repelem mutuamente; idêntica ação se observa com os dois pólos S. Se o pólo S de um ímã for aproximado do pólo N do outro, eles se atraem mutuamente. Essas experiências mostram que pólos idênticos se repelem e pólos diferentes se atraem.

Os ímãs normalmente têm dois pólos bem definidos, um N e outro S. Ímãs de barra, compridos, às vezes adquirem mais de dois pólos e um anel de ferro pode não apresentar nenhum pólo quando magnetizado. Um único pólo isolado não é uma possibilidade física, porquanto um ímã deve ter um pólo S para cada pólo N.

Todavia, freqüentemente se admite um pólo N isolado, de intensidade magnética unitária, em considerações teóricas.

No antigo sistema CGS, um pólo unitário pode ser considerado como aquele que repele um pólo exatamente semelhante, colocado a 1 centímetro de distância, com uma força de um dina. (1 dina = 10^{-5} newtons.)

O primeiro estudo quantitativo da força entre dois ímãs geralmente é creditado a Coulomb, que descobriu que essa força é governada pela mesma relação do inverso do quadrado aplicável à força gravitacional e à força eletrostática.

A lei de Coulomb para o magnetismo diz que a força entre dois pólos magnéticos é diretamente proporcional ao produto das intensidades magnéticas dos pólos e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas. A força é de repulsão ou de atração, se os pólos magnéticos forem iguais (mesmo nome) ou diferentes (nomes diferentes).

Campo de força magnético

Já conhecemos o comportamento do campo elétrico próximo de um objeto eletricamente carregado. A situação de um ímã é análoga. Se um pólo N independente é aproximado de um ímã, ele fica submetido a uma força de acordo com a lei de Coulomb, porque a região próxima do ímã exibe um campo magnético: Um campo magnético existe numa região em que uma força magnética atua sobre um pólo independente colocado nesta região.

Embora um campo elétrico e um campo magnético tenham características semelhantes, não são equivalentes. Uma partícula eletricamente carregada em movimento é influenciada por um campo magnético, mas não da mesma forma que é influenciada por um campo elétrico.



Figura 42 – ímã Flutuante.

O caminho seguido por um ímã flutuante é aproximadamente o de um pólo N independente.

Pode-se obter aproximadamente o comportamento de um pólo N independente num campo magnético usando uma agulha de costura, magnetizada, conforme sugerimos na ilustração acima. A agulha atravessa um pedaço de cortiça suficientemente grande para fazê-la flutuar, com o pólo N abaixo da superfície da água. O pólo S está afastado o bastante para ter uma influência insignificante sobre o movimento da agulha. Um ímã em forma de barra, colocado sob o recipiente de vidro de modo que seu pólo N esteja próximo da agulha, faz com que o ímã flutuante se mova aproximadamente ao longo do trajeto que seria seguido por um pólo N isolado.

O trajeto de um pólo N independente num campo magnético é chamado linha de força ou de fluxo. Linha de fluxo é uma linha traçada de tal maneira que uma tangente a ela em qualquer ponto indica a direção do campo magnético. Supõe-se que as linhas de fluxo 'saiam' de um ímã no pólo N e 'entrem' no pólo S, sendo todas as linhas um trajeto fechado, passando do pólo S para o pólo N dentro do ímã. Ilustramos abaixo essas duas idéias.

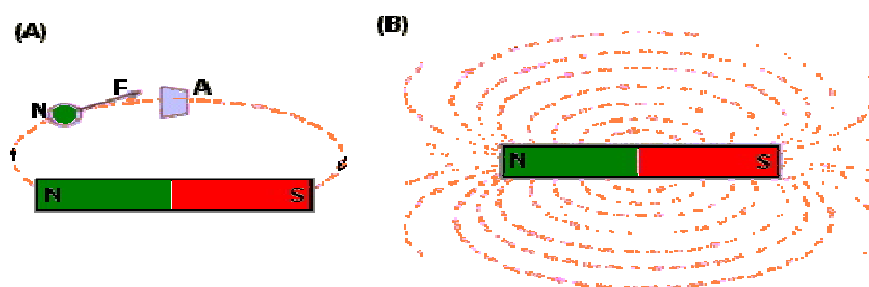


Figura 43 – Linhas de campo magnético

A) O caminho seguido por um pólo N independente, num campo magnético, é chamado de linha de fluxo. (B) Linhas de fluxo ao redor de um ímã em forma de barra.

As linhas de fluxo de um campo magnético são coletivamente chamadas fluxo magnético, para o qual se usa o símbolo F , a letra grega Phi. A unidade de fluxo magnético (ou fluxo de indução magnética) no Sistema Internacional de Unidades (SIU) é o weber (wb).

Adaptado do original retirado do site:

http://www.feiradeciencias.com.br/sala13/13_T01.asp, último acesso em 20 de Novembro de 2007.

Motores elétricos (Texto 2)

Prof. Luiz Ferraz Netto

Introdução

A rotação inerente aos motores elétricos é à base do funcionamento de muitos eletrodomésticos. Por vezes, esse movimento de rotação é óbvio, como nos ventiladores ou batedeiras de bolos, mas freqüentemente permanece um tanto disfarçado, como nos agitadores das máquinas de lavar roupas ou nos 'vidros elétricos' das janelas de certos automóveis.

Motores elétricos são encontrados nas mais variadas formas e tamanhos, cada qual apropriado à sua tarefa. Não importa quanto torque ou potência um motor deva desenvolver, com certeza, você encontrará no mercado aquele que lhe é mais satisfatório.



Figura 44 – Motores elétricos.

Alguns motores operam com corrente contínua (**CC / DC**) e podem ser alimentados quer por pilhas/baterias quer por fontes de alimentação adequadas, outros requerem corrente alternada (**CA / AC**) e podem ser alimentados diretamente pela rede elétrica domiciliar. Há até mesmo motores que trabalham, indiferentemente, com esses dois tipos de correntes.

Princípio de funcionamento

Aqui pretendemos examinar os componentes básicos dos motores elétricos; ver 'o que faz um motor girar' e como os motores diferem um dos outros. Para fazer isso iremos nos aproveitar de conceitos já conhecidos sobre os ímãs, forças magnéticas entre ímãs, ação dos campos magnéticos sobre as correntes etc., e,

quando se fizer necessário, revisaremos algumas dessas importantes relações que existem entre **eletricidade e magnetismo**.

Nota: Nessa primeira parte, mais elementar, usaremos apenas o conceito de "repulsão/atração entre pólos magnéticos"; numa segunda parte, mais avançada, usaremos do conceito da **"ação dos campos magnéticos sobre as correntes"**.

Enquanto não avançamos no assunto, vá pensando: Como as forças magnéticas podem fazer algo girar? Se as forças magnéticas são as causas do 'por que o motor gira', por que não podemos fazer um motor construído exclusivamente com ímãs permanentes? O que é que determina 'para que lado' o motor vai girar?

O que faz girar o rotor do motor elétrico?

O rotor do motor precisa de um torque para iniciar o seu giro. Este torque (momento) normalmente é produzido por forças magnéticas desenvolvidas entre os pólos magnéticos do rotor e aqueles do estator. Forças de atração ou de repulsão, desenvolvidas entre estator e rotor, 'puxam' ou 'empurram' os pólos móveis do rotor, produzindo torques, que fazem o rotor girar mais e mais rapidamente, até que os atritos ou cargas ligadas ao eixo reduzam o torque resultante ao valor 'zero'. Após esse ponto, o rotor passa a girar com velocidade angular constante. Tanto o rotor como o estator do motor devem ser 'magnéticos', pois são essas forças entre pólos que produzem o torque necessário para fazer o rotor girar.

Todavia, mesmo que ímãs permanentes sejam freqüentemente usados, principalmente em pequenos motores, pelo menos alguns dos 'ímãs' de um motor devem ser 'eletroímãs'.

Um motor não pode funcionar se for construído exclusivamente com ímãs permanentes!

Isso é fácil de perceber pois, não só não haverá o torque inicial para 'disparar' o movimento, se eles já estiverem em suas posições de equilíbrio, como apenas oscilarão, em torno dessa posição, se receberem um 'empurrão' externo inicial. Muitos 'inventores de motos contínuos' não percebem isso e se envolvem em 'desenhos' de "motores magnéticos" os quais, obviamente, não saem da fase de 'desenho'. Quando saem, tais protótipos só dá alguns giros devido à energia inicial do 'empurrão' e assumem suas posições de equilíbrio. Outros alardeiam:--- ... mas,

os japoneses construíram uma motocicleta com motor puramente magnético! Até o Youtube mostra isso! E tal motocicleta nunca aparece para ser examinada por um grupo de físicos ou engenheiros!

É condição necessária que algum 'pólo' altere sua polaridade para garantir a rotação do rotor. Vamos entender melhor isso, através da ilustração abaixo.

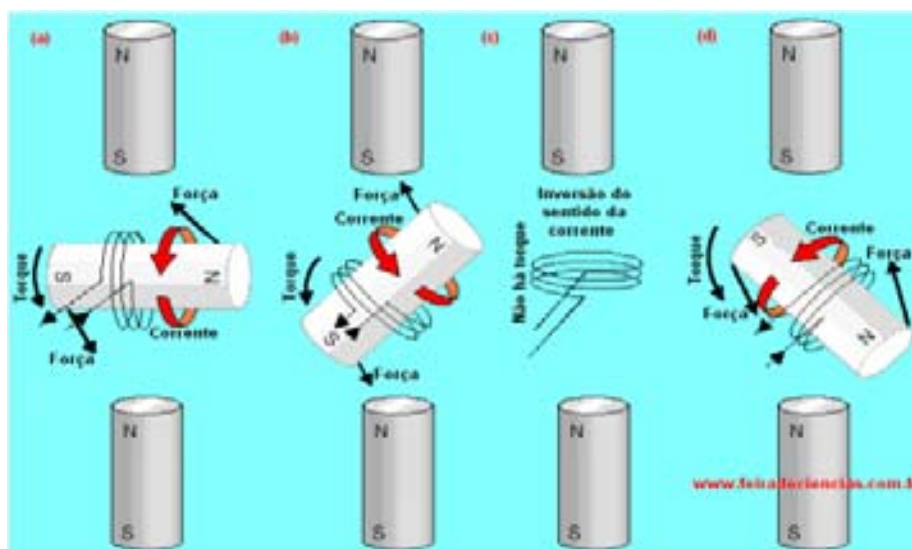


Figura 45 – Rotação do motor elétrico

Um motor simples consiste de uma bobina que gira entre dois ímãs permanentes. (a) Os pólos magnéticos da bobina (representados como ímã) são atraídos pelos pólos opostos dos ímãs fixos. (b) A bobina gira para levar esses pólos magnéticos o mais perto possível um do outro mas, (c) ao chegar nessa posição o sentido da corrente é invertido e (d) agora os pólos que se defrontam se repelem, continuando a impulsionar o rotor.

Acima esquematizamos um motor simples onde o estator é constituído por ímãs permanentes e o rotor é uma bobina de fio de cobre esmaltado por onde circula uma corrente elétrica. Uma vez que as correntes elétricas produzem campo magnéticos essa bobina se comporta como um ímã permanente, com seus pólos N (norte) e S (sul) como mostrados na figura.

Começemos a descrição pela situação ilustrada em (a) onde a bobina apresenta-se horizontal. Como os pólos opostos se atraem, a bobina experimenta um torque que age no sentido de girar a bobina 'para a esquerda'. A bobina sofre aceleração angular e continua seu giro para a esquerda, como se ilustra em (b).

Esse torque continua até que os pólos da bobina alcance os pólos opostos dos ímãs fixos (estator). Nessa situação (c) -- a bobina girou de 90° -- não há torque algum, uma vez que os braços de alavanca são nulos (a direção das forças passa pelo centro de rotação); o rotor está em equilíbrio estável (força resultante nula e torque resultante nulo). Esse é o instante adequado para inverter o sentido da corrente na bobina. Agora os pólos de mesmo nome estão muito próximos e a força de repulsão é intensa. Como a bobina já apresenta um momento angular 'para a esquerda', ela continua girando 'para a esquerda' (algo como uma 'inércia de rotação') e o novo torque (agora propiciado por forças de repulsão), como em (d), colabora para a manutenção e aceleração do movimento de rotação.

Mas, mesmo após a bobina ter sido girada de 180° -- não ilustrada na figura --, o movimento continua, a bobina chega na 'vertical' -- giro de 270° --, o torque novamente se anula, a corrente novamente inverte seu sentido, novo torque e a bobina chega novamente á situação (a) -- giro de 360° --. E o ciclo se repete.

Essas atrações e repulsões bem coordenadas é que fazem o rotor girar, embora o modo como tais torques sejam obtidos possam variar entre os vários tipos de motores. A inversão do sentido da corrente, no momento oportuno, é condição indispensável para a manutenção dos torques 'favoráveis', os quais garantem o funcionamento dos motores. É por isso que um motor não pode ser feito exclusivamente com ímãs permanentes!

A seguir, vamos examinar como essa 'condição indispensável para a manutenção dos torques favoráveis' é implementada nos diferentes tipos de motores. Perceba, por exemplo, que nas explicações acima, nada foi dito sobre **'como inverter o sentido da corrente'**.

Motores CC

Fazer um motor elétrico que possa ser acionado por pilhas ou baterias não é tão fácil como parece. Não basta apenas colocar ímãs permanentes fixos e uma bobina, pela qual circule corrente elétrica, de modo que possa girar entre os pólos desses ímãs.

Uma corrente contínua, como o é a fornecida por pilhas ou baterias, é muito boa para fazer eletroímãs com pólos imutáveis mas, como para o funcionamento do motor é preciso periódicas mudanças de polaridade, algo tem que ser feito para inverter o sentido da corrente nos momentos apropriados.

Na maioria dos motores elétricos CC, o rotor é um 'eletroímã' que gira entre os pólos de ímãs permanentes estacionários. Para tornar esse eletroímã mais eficiente o rotor contém um núcleo de ferro, que torna-se fortemente magnetizado, quando a corrente flui pela bobina. O rotor girará desde que essa corrente inverta seu sentido de percurso cada vez que seus pólos alcançam os pólos opostos do estator. O modo mais comum para produzir essas reversões é usar um comutador.

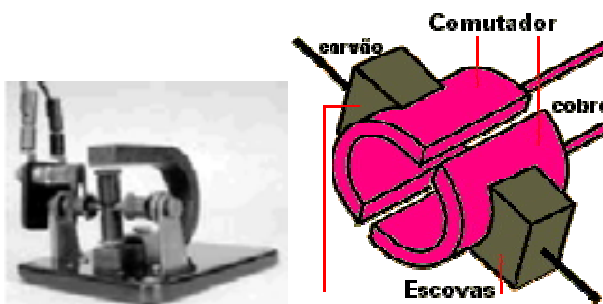


Figura 46 – Comutadores e escovas de um motor elétrico.

A corrente flui ora num sentido ora no outro, no rotor desse motor CC, graças às escovas de metal (esquerda da ilustração). Essas escovas tocam o comutador do rotor de forma que a corrente inverte seu sentido a cada meia volta do rotor.

Em sua forma mais simples, um comutador apresenta duas placas de cobre encurvadas e fixadas (isoladamente) no eixo do rotor; os terminais do enrolamento da bobina são soldados nessas placas. A corrente elétrica 'chega' por uma das escovas (+), 'entra' pela placa do comutador, 'passa' pela bobina do rotor, 'sai' pela outra placa do comutador e 'retorna' à fonte pela outra escova (-). Nessa etapa o rotor realiza sua primeira meia-volta. Eis um visual completo:

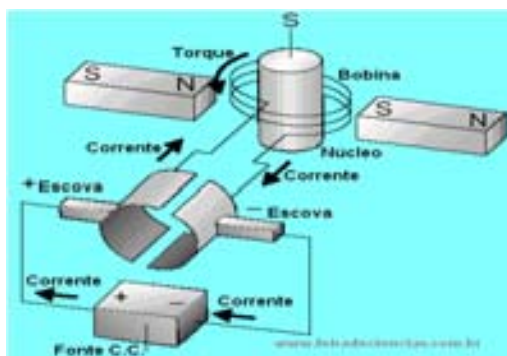


Figura 47 – Componentes de um motor elétrico.

Nessa meia-volta, as placas do comutador trocam seus contatos com as escovas e a corrente inverte seu sentido de percurso na bobina do rotor. E o motor CC continua girando, sempre com o mesmo sentido de rotação.

Mas, o motor CC acima descrito tem seus problemas. Primeiro não há nada que determine qual será o sentido de sua rotação na partida, tanto poderá iniciar girando para a 'esquerda' como para a 'direita'. Segundo, é que por vezes, as escovas pode iniciar tocando ambas as placas ou eventualmente nenhuma; o motor 'não dá partida!' Para que a partida se dê com total confiança e no sentido certo é preciso que as escovas sempre 'enviem' corrente para o rotor e que não ocorra nenhum curto circuito entre as placas devido às escovas.

Na maioria dos motores CC consegue-se tais exigências colocando-se várias bobinas no rotor, cada uma com seu par de placas no comutador. Conforme o rotor gira, as escovas suprem a corrente para as bobinas, uma de cada vez, uma após a outra. A 'largura' das escovas também deve ser bem planejada.

O rotor de um motor CC gira com velocidade angular que é proporcional à tensão aplicada em suas bobinas. Tais bobinas têm pequena resistência elétrica e conseqüentemente seriam percorrida por intensas correntes elétricas se o rotor permanecesse em repouso. Todavia, uma vez em movimento, as alterações do fluxo magnético sobre tais bobinas, geram uma força contra-eletromotriz (f.c.e.m.), extraem energia daquela corrente e baixa as tensões elétricas sobre tais bobinas. O torque resultante se anulará quando essa f.c.e.m. se igualar á tensão elétrica aplicada; a velocidade angular passa a ser constante.

Em geral, 'carregando-se' o motor (ligando seu eixo a algo que deve ser movimentado) sua rotação não varia acentuadamente, mas, uma maior potência será solicitada da fonte de alimentação (aumenta a intensidade de corrente de alimentação). Para alterar a velocidade angular devemos alterar a tensão aplicada ao motor.



O sentido de rotação do rotor depende das assimetrias do motor e também do sentido da corrente elétrica; invertendo-se o sentido da corrente o motor começará a

girar 'para trás'. É assim que fazemos um trenzinho de brinquedo 'andar para trás'; invertemos o sentido da corrente em seu rotor.

Adaptado do original retirado do site:

http://www.feiradeciencias.com.br/sala22/motor_teor1a.asp, último acesso em 20 de Novembro de 2007.

ANEXO H – PLANO DE AULA 04

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA BASE DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA</p>	
---	---	---

Acende-apaga; liga-desliga; ...

Quantas fontes de energia elétrica você já utilizou hoje?

Geradores

1. TEXTO DE BASE

“No Amazonas, comunidades sem energia elétrica se mobilizam para assistir Brasil na Copa”- Texto extraído da internet: www.radiobras.gov.br/abrn/brasilagora/, último acesso em 03 de dezembro de 2007.

2. AUTOR:

Dener da Silva Albuquerque. – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática / UFRN e Escola Estadual professor Varela Barca.

3. NÍVEIS DE ENSINO:

Aula planejada para 3º ano do ensino médio, mas que pode ser aplicada em qualquer de suas séries.

4. MATÉRIAS:

Física, tecnologia, eletromagnetismo, meio ambiente e geradores.

5. VISÃO GERAL DO PLANO DE AULA:

A partir da leitura do texto vamos discutir processos pelos quais outras formas de energia podem ser transformadas em energia elétrica, identificando sistemas que a produzem, como pilhas, baterias, dínamos, geradores ou usinas, verificando as semelhanças e diferenças entre os diversos processos físicos envolvidos e suas implicações práticas.

6. TEMPO CONCEDIDO:

03 aulas de 50 min cada, distribuídas de acordo com a tabela:

TEMPO	ATIVIDADE (1° Dia)
10 min	Aquecer / Fazer Já
05 min	Explanação pelo professor
35 min	Leitura e discussão em grupo
XXXXX	ATIVIDADE (2° Dia)
90 min	Explicação e discussão com o professor
10 min	Embrulhar / Fazer depois

7. RECURSOS / MATERIAIS:

Cópias do texto a ser lido;

Lousa da sala de aula e lápis marcador para quadro branco;

Fontes de Energia (pilhas, baterias e dínamo);

8. ATIVIDADES / PROCEDIMENTOS:

[15 min] **Aquecer / Fazer Já** – Montar na lousa junto com os alunos, uma lista em que eles possam citar as fontes de energia que eles conhecem.

[05 min] **Explanação pelo professor** – Será explicitado pelo educador o curso da aula. Ele apresentará o texto a ser lido, sugerindo a formação de grupos para posterior leitura e discussão ligando-o ao tema proposto.

[30 min] **Leitura e discussão em grupo** – Nesta etapa os estudantes formarão os grupos e farão uma leitura do texto e discutirão sobre o mesmo. Em seguida, iremos colocar algumas questões relacionadas com o texto, onde cada grupo irá responder para a sala uma das questões.

[40 min] **Explicação e discussão com o professor** – A partir do texto, iremos discutir como é produzida a energia elétrica que utilizamos no nosso dia-dia,

Abordando os conceitos de transformação de energia, carga elétrica, força de Lorentz e lei de Faraday.

[10 min] **Embrulhar / Fazer depois** - Ao final das discussões será solicitado dos alunos um resumo (este não deverá ser a cópia da aula e sim o fruto da aprendizagem do aluno) sobre tudo que foi abordado na aula, a ser entregue na aula seguinte, para fins de avaliação, tanto do estudante como do professor e a resolução de uma lista problemas envolvendo os conceitos estudados.

9. OBJETIVOS DA AULA:

Identificar o funcionamento de dínamos, pilhas e baterias, a partir dos processos de geração e transformação de energia, em que se incluem os conceitos de quantidades físicas do eletromagnetismo, tais como campos, força de Lorentz, Faraday e Lenz.

10. SÍNTESE DO CONTEÚDO

- Transformação de energia;
- Carga elétrica; força de Lorentz;
- Lei de Faraday e Lenz.

11. QUESTÕES PARA DISCUSSÃO:

[1]. Cite as fontes de energia que você utiliza na sua residência.

[2]. De onde vem a energia elétrica que chega em nossas casas?

[3]. No texto encontramos o seguinte parágrafo: "Manaus – Cerca de 5,6 mil comunidades rurais do Amazonas não têm fornecimento regular de energia elétrica, segundo dados do programa federal Luz para Todos. Nesses locais, os ribeirinhos são obrigados a se mobilizar para conseguir óleo diesel suficiente que garanta o funcionamento da televisão ou do rádio durante os jogos do Brasil na Copa do Mundo". Como é que o óleo diesel é utilizado para fazer uma TV ou um rádio funcionar? Explique.

[4]. No texto encontramos a seguinte frase: "Noventa por cento dessas comunidades têm geradores de baixa potência [entre 15 e 40 KVA], que funcionam apenas de

quatro a seis horas por dia". Você sabe o que é potência? E o que significa 15 e 40 KVA?

[5]. O que significa combustol?

[6]. De acordo com o texto qual (is) seria(m) uma(s) das causas para a região do Amazonas onde moram de 30 a 200 famílias não terem fornecimento regular de energia elétrica?

[7]. Você sabe o que é um gerador? E como funciona? E um transformador?

[8]. Você conhece outras formas alternativas de gerar energia elétrica? Quais?

12. AVALIAÇÃO:

Esta ocorrerá no decorrer da aula de forma contínua, incluindo: a participação do aluno em sala de aula. Eles serão avaliados também pelo seu desempenho nas respostas em individuais (ou em grupo) ao questionário do item 11, pela sua desenvoltura em se expressar nas discussões, recorrendo ao uso correto da linguagem e de conceitos elétricos, bem como pela entrega nos prazos acordados do resumo solicitado como atividade de extensão.

13. ATIVIDADE DE EXTENSÃO:

Estudar e sintetizar a transmissão de energia elétrica a partir do tópico especial do capítulo 24 do livro da Beatriz Alvarenga volume 3. (ver referências abaixo).

14. ENLACES NA INTERNET E REFERÊNCIAS

<http://axpfep1.if.usp.br/~gref/eletro/eletro4.pdf>

www.radiobras.gov.br/abrn/brasilagora/materia.phtml?materia=267338

REF. *Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, Física 3 – Física Eletromagnetismo*, 4ª Edição. Edusp, São Paulo, 1998;

ALVARENGA, Beatriz Alvarenga & MAXIMO, Antônio Máximo. *Curso de física vol. 3*. São Paulo. Ed. Scipione, 2006.

15. CONEXÕES INTERDISCIPLINARES:

- Meio Ambiente

Compreender fenômenos ligados à produção e transmissão de energia nas quais estabeleçam relações com o meio ambiente, verificando e discutindo quais os impactos causados.

- Tecnologia

Estabelecer um elo entre conceitos elétricos e tecnologia, mostrando que as fontes de energia são primordiais em nosso dia-a-dia para o desenvolvimento de uma sociedade.

16. PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS

- Representação e Comunicação
 - a) “Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos”.
 - b) “Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico”.
 - c) “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”.
 - d) “Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas”.
- Investigação e compreensão
 - D) “Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas”.
 - E) “Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir “como funcionam” os aparelhos”.
 - F) “Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico”.
- Contextualização Sócio-Cultural
 - c) “Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana”.
 - d) “Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes”.

TEXTO DA AULA 04

No Amazonas, comunidades sem energia elétrica se mobilizam para assistir Brasil na copa.

Thaís Brianezi (Repórter da Agência Brasil)

Manaus – Cerca de 5,6 mil comunidades rurais do Amazonas não têm fornecimento regular de energia elétrica, segundo dados do programa federal Luz para Todos. Nesses locais, os ribeirinhos são obrigados a se mobilizar para conseguir óleo diesel suficiente que garanta o funcionamento da televisão ou do rádio durante os jogos do Brasil na Copa do Mundo.

"Noventa por cento dessas comunidades têm geradores de baixa potência [entre 15 e 40 KVA], que funcionam apenas de quatro a seis horas por dia", afirmou à **Radiobrás** o assessor da coordenação estadual do Luz para Todos, Joel Nascimento. "Dependendo da potência do gerador, ele gasta de um a dois litros de óleo diesel por hora", disse, acrescentando que o preço do óleo diesel no interior do estado é de aproximadamente R\$ 2,20.

Segundo ele, são comunidades cuja população varia de 30 a 200 famílias. "O combustível para o gerador é comprado pelos moradores ou, em geral, doado pela prefeitura. Há casos também em que o governo do estado assume esse compromisso."

Integrante do Conselho Nacional dos Seringueiros (CNS), Erivan Almeida conta que o "costume" é as comunidades terem energia das 18 horas às 22 horas para que as escolas possam funcionar à noite. "Para ligar o motor de luz durante o dia e nos fins-de-semana a prefeitura não fornece o combustível."

São João do Mulato fica à beira do rio Tefé, dentro da Floresta Nacional de Tefé. As 25 famílias que moram ali cultivam um roçado comunitário. Quando se aproxima junho, mês da festa do santo padroeiro, a colheita da mandioca e a preparação da farinha acontecem em mutirão. O dinheiro da venda vai para a

organização do festejo: os convidados, que vêm de várias localidades do entorno, são recebidos com música ao vivo e churrasco.

Neste ano, segundo o agricultor Roberto Torres, a verba servirá também para comprar o combustol (como é chamado o óleo diesel) necessário ao funcionamento do gerador durante os jogos da seleção brasileira.



O programa Luz para Todos se propôs a universalizar o fornecimento de energia elétrica a todos os brasileiros até 2008. No Amazonas, a meta é beneficiar 81 mil famílias – das quais apenas 11,3 mil já foram atendidas.

"Primeiro estamos trabalhando nos locais até onde pode chegar à rede convencional de transmissão de energia elétrica", explicou Nascimento. "Depois é que partiremos para atender as comunidades rurais, com a construção de pequenas usinas ou com a implementação de energia renovável, biodiesel ou energia solar, por exemplo."

Adaptado do original retirado do site:

www.radiobras.gov.br/abrn/brasilagora/materia.phtml?materia, último acesso em dezembro de 2007.

ANEXO I – PLANO DE AULA 05

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA BASE DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA</p>	
---	--	---

1. TEXTO DE BASE

A nova geração conectada-Texto extraído da internet:
<http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0EDG71188-6014,00.html>, último acesso em 15 de janeiro de 2008

-

2. AUTOR:

Dener da Silva Albuquerque – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática / UFRN e Escola Estadual professor Varela Barca.

3. NÍVEIS DE ENSINO:

Aula planejada para 3º ano do ensino médio, mas que pode ser aplicada em qualquer de suas séries.

4. MATÉRIAS:

Física, tecnologia, eletricidade e comunicação.

5. VISÃO GERAL DO PLANO DE AULA:

A partir da leitura do texto vamos discutir o funcionamento dos dispositivos elétricos e eletrônicos, além de aparelhos, tais como; TV, DVD, rádio (aparelhos de som), telefones fixos, celulares e computadores, entre outros, verificando as semelhanças e diferenças entre os diversos processos físicos envolvidos e suas implicações práticas.

6. TEMPO CONCEDIDO:

03 aulas de 50 min cada, distribuídas de acordo com a tabela:

TEMPO	ATIVIDADE (1º Dia)
10 min	Aquecer / Fazer Já
05 min	Explanação pelo professor
35 min	Leitura e discussão em grupo
XXXXX	ATIVIDADE (2º Dia)
90 min	Explicação e discussão com o professor
10 min	Embrulhar / Fazer depois

7. RECURSOS / MATERIAIS:

Cópias do texto a ser lido;

Lousa da sala de aula e lápis marcador para quadro branco;

Aparelhos de comunicação (celular, TV, DVD e Computador);

8. ATIVIDADES / PROCEDIMENTOS:

[15 min] **Aquecer / Fazer Já** – Montar na lousa junto com os alunos, uma lista em que eles possam citar os aparelhos e dispositivos de comunicação e informação que eles conhecem.

[05 min] **Explanação pelo professor** – Será explicitado pelo educador o curso da aula. Ele apresentará o texto a ser lido, sugerindo a formação de grupos para posterior leitura e discussão ligando-o ao tema proposto.

[30 min] **Leitura e discussão em grupo** – Nesta etapa os estudantes formarão os grupos e farão uma leitura do texto e discutirão sobre o mesmo. Em seguida, iremos colocar algumas questões relacionadas com o texto, onde cada grupo irá responder para a sala uma das questões.

[40 min] **Explicação e discussão com o professor** – A partir do texto, iremos discutir como é produzida a comunicação e informação no nosso dia-dia, Abordando os conceitos de ondas eletromagnéticas.

[10 min] **Embrulhar / Fazer depois** - Ao final das discussões será solicitado dos alunos um resumo (este não deverá ser a cópia da aula e sim o fruto da aprendizagem do aluno) sobre tudo que foi abordado na aula, a ser entregue na aula seguinte, para fins de avaliação, tanto do estudante como do professor e a resolução de uma lista problemas envolvendo os conceitos estudados.

9. OBJETIVOS DA AULA:

Identificar o funcionamento de aparelhos de comunicação e informação, a partir dos processos de geração e transformação dos sinais de TV, celular e internet em que se incluem os conceitos de quantidades físicas do eletromagnetismo, tais como campos e ondas eletromagnéticas.

10.SÍNTESE DO CONTEÚDO

- Campos elétricos e magnéticos;
- Ondas eletromagnéticas.

11.QUESTÕES PARA DISCUSSÃO:

[01]. Qual é o meio de comunicação que você mais utiliza para comunica-se com os outros? E para obter informações (notícias)?

[02]. Qual é a função que você mais utiliza no celular? Por quê?

[03]. De acordo com o texto quais são os benefícios que o celular proporciona as pessoas?

[04]. "Por causa do celular, as pessoas tendem a se relacionar com um número cada vez menor de indivíduos, com quem se sentem mais confortáveis e com quem têm maior afinidade", disse Mizuko à ÉPOCA. Você concorda com esta afirmação? Por quê?

- [05]. Aos olhos de quem não tem celular ou não usa muito o aparelho, a sensação é de que essa tecnologia o está afastando do convívio social face a face. Você concorda com esta afirmação? Por quê?
- [06]. O uso do celular e da internet está abolindo os outros meios de comunicação como TV e Rádio?
- [07]. Você sofre algum tipo de discriminação e preconceito por não ter um celular ou não saber usar a internet? Caso afirmativo, qual(is)?
- [08]. Como é gerada e transmitida uma informação via rádio, tv, celular e internet?
- [09]. Quais os dispositivos utilizados na emissão e recepção de informações dos aparelhos citados na questão anterior?
- [10]. Quais são os dispositivos que você utiliza para armazenar informações?

12.AVALIAÇÃO:

Esta ocorrerá no decorrer da aula de forma contínua, incluindo: a participação do aluno em sala de aula. Eles serão avaliados também pelo seu desempenho nas respostas em individuais (ou em grupo) ao questionário do item 11, pela sua desenvoltura em se expressar nas discussões, recorrendo ao uso correto da linguagem e de conceitos elétricos.

13.ATIVIDADE DE EXTENSÃO:

Fazer uma pesquisa para identificar quais são os meios de comunicação e informação mais utilizados pelas pessoas.

14.ENLACES NA INTERNET E REFERÊNCIAS

- <http://axpfep1.if.usp.br/~gref/eletro/eletro5.pdf>.
- <http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0EDG71188-6014,00.html>,
- GREF. Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, *Física 3 – Física Eletromagnetismo*, 4ª Edição. Edusp, São Paulo, 1998;
- ALVARENGA, Beatriz Alvarenga & MAXIMO, Antônio Máximo. *Curso de física vol. 3*. São Paulo. Ed. Scipione, 2006.

15. CONEXÕES INTERDISCIPLINARES:

- Tecnologia

Estabelecer um elo entre conceitos elétricos e tecnologia, mostrando que os aparelhos de comunicação e informação são primordiais em nosso dia-a-dia para o desenvolvimento de uma sociedade.

16. PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS

- Representação e Comunicação
 - a) “Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos”.
 - b) “Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico”.
 - c) “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”.
 - d) “Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas”.
- Investigação e compreensão
 - a) “Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas”.
 - b) “Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir “como funcionam” os aparelhos”.
 - c) “Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico”.
- Contextualização Sócio-Cultural
 - a) “Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana”.

- b) “Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes”.

TEXTO DE BASE DA AULA 05.

A nova geração conectada

O celular revolucionou a maneira como as pessoas se divertem, trabalham, fazem amigos ou namoram. Agora também está transformando a indústria

HENRIQUE FRUET E ALEXANDRE MANSUR COM
LUCIANA VICÁRIA

Salvatore Laporta/AP

A nova versão do estudo Abertura de Escolas de Medicina no Brasil - Relatório de um Cenário Sombrio, produzida pela Associação Médica Brasileira (AMB) e pelo Conselho Federal de Medicina, demonstra que a maioria dos 10 mil médicos formados anualmente no país não tem condições técnicas de exercer a profissão. Cerca de 40% deles não fazem sequer residência médica, alerta Eleuses Vieira de Paiva, presidente da AMB. Paiva confessa que não viaja pelas estradas que dão acesso a São Paulo nos fins de semana. Morre de medo de sofrer um Era para ser só um telefone



móvel. Mas o aparelho que despontou no mercado de massas nas décadas de 80 e 90 para atender à demanda dos homens de negócios acabou se tornando a maior coqueluche digital da qual a humanidade já teve notícia. O celular começa a transformar a vida das pessoas - e os negócios das grandes empresas - numa revolução provavelmente tão profunda quanto a provocada pela chegada do automóvel, no início do século XX. Certo, o rádio, a televisão e a internet, entre outras tecnologias e aparelhos, também foram revolucionários. Mas nenhum outro badulaque eletrônico está com o usuário todos os dias, o dia inteiro, a noite toda, em qualquer lugar - a única exceção talvez seja o relógio de pulso, que por sinal cada

DIFUSÃO As câmeras dos celulares são usadas por soldados americanos no Iraque e por devotos em romaria na Itália (acima)

vez mais gente substituí pelo relógio do celular. Nenhum outro produto digital aproxima tanto um indivíduo do resto do planeta. Por isso mesmo, nenhuma outra tecnologia conseguiu, em tão pouco tempo, atingir 1,6 bilhão de pessoas no mundo e tornar-se tão onipresente na vida do homem, mudando a forma como ele interage com as outras pessoas, como vive sua vida e como lida com o mundo ao redor.

O sucesso e as mudanças trazidas pelo telefone celular se devem a um fato simples: ele atende a um anseio primordial do homem, que é se comunicar, e oferece ao mesmo tempo liberdade de ir e vir. "O blog, ou diário digital, virou um estilo de vida. As pessoas querem gravar e armazenar seu dia-a-dia e compartilhá-lo com os outros em tempo real em formato de texto, fotos e música. O celular cai como uma luva para essas funções", diz o sul-coreano Sangmin Lee, pesquisador da filial de Seul da Design Continuum, empresa especializada em estudar os hábitos dos consumidores. O aparelho conseguiu estabelecer uma relação tão íntima com o usuário a ponto de desenvolver com ele uma relação de afetividade. "Os telefones celulares estão mediando e modificando a forma como as pessoas comunicam suas emoções. Por isso, tem muita gente que se sente extremamente desconfortável quando, de repente, perde o celular ou ele fica sem bateria", disse a ÉPOCA a socióloga espanhola Amparo Lasen, especialista no assunto.

De 2002 a 2004, Amparo fez uma pesquisa sobre telefonia móvel para a Universidade de Surrey, na Inglaterra. Durante meses, observou e filmou a maneira como milhares de pessoas usavam seus celulares em cidades como Paris, Londres e Madri. Amparo observou, por exemplo, que cada vez mais as pessoas seguram o celular na mão mesmo sem estar utilizando o aparelho. "É como se os ouvidos e as mãos das pessoas não conseguissem mais viver sem a proximidade do aparelho, que virou uma extensão do corpo humano", diz a pesquisadora. Segundo ela, o celular também se transformou numa extensão da presença do dono, tornando-se um elemento vital na construção e manutenção de grupos e comunidades.

Em breve, não será mais necessário sequer ter uma operadora para usar o celular

Essa função - a de solidificar laços sociais - foi muito estudada pela antropóloga japonesa Mizuko Ito, da Universidade do Sul da Califórnia e da Universidade de Keio, no Japão. Como a Amparo, Mizuko também é craque em observar o uso do celular, mas sua especialidade são os adolescentes japoneses. "Por causa do celular, as pessoas tendem a se relacionar com um número cada vez menor de

indivíduos, com quem se sentem mais confortáveis e com quem têm maior afinidade", disse Mizuko a *ÉPOCA*. Como o celular permite que o usuário esteja sempre em contato com qualquer um, seja por telefonemas, seja por mensagens de texto, seja por envio de fotos, não é mais necessário organizar o círculo social levando em conta a proximidade geográfica ou a presença física constante. De certa forma, sempre se estará com os amigos enquanto o celular estiver no bolso - mesmo quem é um contumaz solitário. "Entre os jovens japoneses, está cada vez menos comum a sensação de anonimato ao andar no centro das cidades", diz a pesquisadora.

É muito comum ver num encontro entre jovens que vários deles estão falando ao telefone ou digitando mensagens de texto. Aos olhos de quem não tem celular ou não usa muito o aparelho, a sensação é de que essa tecnologia o está afastando do convívio social face a face. Mas é exatamente o contrário. Os jovens usam o celular para fazer com que os amigos que não puderam comparecer fisicamente ao encontro compartilhem dos assuntos que estão sendo discutidos, criando uma espécie de presença virtual por meio de mensagens de texto e envio de fotos tiradas pelo celular. É como se a barreira do espaço fosse eliminada ao toque de um teclado de celular, que acaba sendo usado para aumentar os limites do encontro físico. "Depois de se reunir, o papo continua através de mensagens de texto", diz Mizuko. No mundo dominado pelo telefone móvel, não há punição maior a alguém do que excluir seu nome da agenda do celular. Da mesma forma, não há declaração de amor mais significativa que desligar o celular ou deixá-lo de lado quando está com a pessoa amada. Uma pesquisa recente feita pela agência de publicidade BBDO na Europa mostra que 14% dos usuários param até de fazer sexo para atender um telefonema.

Outra noção que o celular está ajudando a modificar é a do tempo. Como agora as pessoas podem se comunicar em tempo real, é menos importante marcar uma hora certa para tomar um chope com os amigos. Mizuko observou que os adolescentes japoneses não determinam mais um horário para se encontrar. Apenas sugerem um período do dia e uma localização não muito exata. É como falar "vamos nos ver à tarde no centro". Ao longo do dia, o horário e o local vão sendo mais bem definidos com o uso do celular, até que o encontro seja realizado. Isso acabou também com a existência de atrasos para aqueles que insistem em usar o relógio para mediar sua vida social. "Basta usar o espaço virtual que o celular representa para dar notícias e

pronto: ninguém mais fica esperando por outra pessoa sem fazer nada. Se alguém ligar avisando que vai chegar mais tarde, é só aproveitar para fazer outra coisa, como ir a uma livraria ou fazer compras, até receber uma ligação ou uma mensagem de texto da pessoa dizendo que está chegando ao local combinado e concretizar o encontro", exemplifica Mizuko.

Esses encontros arranjados pelo celular podem servir tanto para falar sobre amenidades como para derrubar um governo. A capacidade de comunicação proporcionada pelos aparelhos (principalmente pelas mensagens de texto, ou SMS) ajudou os filipinos a organizar protestos que tiraram o presidente Joseph Estrada do poder em

Com a enxurrada de lançamentos, como no mercado japonês, os consumidores trocam de aparelho a cada 12 meses em média

2001 e também auxiliou os espanhóis a se manifestar contra o governo após os atentados que ocorreram em Madri no ano passado. É o que o pensador americano Howard Rheingold chama de "multidões inteligentes" - tradução do título de seu mais famoso livro, *Smart Mobs*, verdadeira bíblia dos estudiosos do assunto. "O celular é poderoso, pois roubou o poder de comunicação global que o telefone fixo possuía, tirou do computador a capacidade de integrar diversas pessoas numa mesma rede e possibilitou que carregássemos essas capacidades em todos os ângulos de nossa vida", disse Rheingold. "Todo bolso vai virar uma gráfica, estação de transmissão, local de reunião e ferramenta de organização poderosa", prevê o guru.

Não contente em revolucionar o mundo por meio de suas funções ligadas à comunicação, o celular ainda está engolindo outras tecnologias (leia o quadro), como câmeras digitais e tocadores de MP3. É a tão falada convergência digital virando realidade. "O celular propicia acesso a muitas outras tecnologias que antes ficavam isoladas", diz a pesquisadora Thais Waisman, do Instituto Genius. Ela é especialista em "usabilidade", ou a maneira como as pessoas interagem com a tecnologia. "O ser humano não tem tempo para aprender a usar todos os aparelhos que existem hoje. Como ele já se acostumou à interface do celular, é natural que as outras tecnologias sejam incorporadas a ele", diz ela. #Q:A nova geração conectada - continuação:

Divulgação



INDÚSTRIA A Intel direciona verba de pesquisa para componentes de celulares. A Nokia (acima) se prepara para competir no mercado das filmadoras

Nem os livros escaparam à voracidade do telefone móvel. No Japão, já é moda baixar da internet livros inteiros para serem lidos no celular. Há desde clássicos da literatura mundial até obras escritas especialmente para esse meio, como é o caso de Amor Profundo, assinado por um autor que se identifica apenas como Yoshi. Misturando erotismo e violência, a obra saiu das telinhas do celular para as telas do cinema e também se transformou em história em quadrinhos, programa de TV e até em um livro de verdade, com 2,6 milhões de cópias vendidas.

A imaginação humana aliada ao avanço tecnológico faz aumentar ainda mais as utilidades do celular. Nos Estados Unidos, a organização Teen Arrive Alive (Adolescentes Chegam Vivos) desenvolveu um sistema no qual um celular munido de GPS (sistema de localização por satélite) serve de dedo-duro. Além de informar por onde o jovem anda, o celular ainda informa aos pais a velocidade em que ele estava dirigindo. Já no Japão, o telefone móvel está sendo usado como chave de casa, crachá eletrônico e até carteira - basta digitar uma senha no próprio celular para pagar a conta de um restaurante, por exemplo. Na Universidade de Aomori, no Japão, as listas de chamadas foram substituídas por mensagens de texto - todos os estudantes presentes à aula devem enviar um SMS à direção da escola com uma senha mostrada pelo professor durante a aula para comprovar presença. Já a empresa BEDD lançou um serviço de agência matrimonial inédito em Cingapura. O usuário deve preencher um cadastro indicando seu perfil e o da pessoa procurada. Essas informações são então armazenadas no celular. Quando o solitário dono do aparelho cruzar com uma possível alma gêmea que também esteja cadastrada no mesmo serviço, os dois celulares se comunicarão pelo bluetooth (comunicação por ondas de rádio) e colocarão os dois pombinhos em contato. O cenário urbano, aos poucos, também começa a se modificar graças aos celulares. Nos EUA, alguns restaurantes como o Chelsea's Biltmore Room, em Nova York, inauguraram cabines telefônicas sem telefone - elas são voltadas para os usuários de celular usarem à vontade seus

aparelhos, sem incomodar ninguém e, principalmente, sem serem incomodados pelo barulho externo.

As ligações tendem a ser mais longas e freqüentes com o preço do impulso caindo. O futuro mais ambicioso disso é uma linha de pesquisa que os fabricantes de aparelhos desenvolvem, mas não divulgam muito. Eles estão pesquisando protocolos que permitam a um aparelho celular entrar em contato com outro diretamente. Se um usuário chamar outra pessoa, que esteja num raio de apenas alguns quilômetros (algo freqüente na área urbana), o aparelho vai estabelecer a comunicação com o celular da pessoa chamada sem passar por nenhuma operadora, como um walkie-talkie. A ligação será grátis. Inclusive, a próxima fronteira para os fabricantes é criar uma tecnologia que elimine as operadoras, hoje seu principal cliente e parceiro de negócios.

O pequeno aparelho celular já é um negócio tão vital, tanto pelo peso financeiro quanto pelo impacto de marketing, que virou ao avesso o universo das empresas de tecnologia. Cerca de 1,4 bilhão de pessoas já circulam pelo planeta com um telefone móvel no bolso e sonham com outro modelo mais avançado exibido nas vitrines. Com o lançamento acelerado de aparelhos com novas funções, como filmadora e música, o tempo de troca caiu para cerca de 12 meses em média. Graças a isso, o mercado mundial de celulares movimentou cerca de US\$ 70 bilhões em 2004. O negócio é tão vital que corresponde a 33% do faturamento anual de US\$ 10,8 bilhões da Samsung, um conglomerado industrial que fabrica tudo, de ar-condicionado a DVDs. Não é à toa que a telefonia móvel virou o foco das empresas de tecnologia em geral. A Intel, maior fabricante mundial de processadores para computadores, não enxerga mais grande possibilidade de crescimento do mercado de PCs. No último ano, a empresa dedicou a maior parte do orçamento de US\$ 4,8 bilhões a pesquisas para desenvolver chips de celulares.

As vendas de música, como ringtones ou MP3 de canções completas para download em celulares, são estratégicas para a indústria fonográfica. O selo musical Virgin, da Inglaterra, um dos mais importantes do mundo, lançou chips de telefones GSM no mercado britânico, como se fosse uma operadora. Quem instala um chip da Virgin no celular pode fazer e receber chamadas e ainda tem acesso ao banco de músicas de artistas do selo para baixar.

Com a convergência de funções para os aparelhos de bolso, os próprios fabricantes de celulares estão vendo o perfil do negócio mudar. A Nokia, empresa finlandesa que cresceu como a maior fabricante de celulares, é desde o ano passado também a maior

As pessoas cada vez mais seguram o celular nas mãos, mesmo sem usá-lo

vendedora de câmeras fotográficas, à frente de marcas tradicionais do setor, como Kodak, Fuji, Sony, Nikon e Canon. Tanto a Nokia, que tem 35% do mercado de telefonia móvel, quanto a Motorola, que vem em segundo, com 14%, já se preparam para brigar em outras frentes de mercado. "Em dois ou três anos, também estaremos disputando a liderança nos mercados de filmadoras, tocadores de MP3 e computadores de mão", diz Fiore Mangone, gerente de produtos da Nokia no Brasil. As duas empresas poderão se tornar polivalentes, como os competidores orientais Samsung e LG, da Coreia do Sul, e Panasonic, do Japão. Enquanto isso, os fabricantes de produtos tradicionais são obrigados a pegar carona no negócio das montadoras de celular. A Kodak e a HP fizeram parcerias para imprimir as fotos dos celulares Nokia, por exemplo. "Isso é importante porque não conseguimos desenvolver tudo internamente", explica Mangone.



Diante disso tudo, até o telefone fixo está sendo obrigado a se reinventar. Os fabricantes de aparelhos sem fio já estão lançando modelos que copiam o visual e as funções dos celulares. Alguns podem até enviar mensagens SMS. "Na maior parte dos mercados, a telefonia fixa não cresce mais. Em alguns lugares, ela tende até a encolher", diz Humberto Cagno, diretor de telecomunicações da Siemens no Brasil. Os analistas apostam é que as redes de telefonia fixa e móvel vão se juntar. No mercado americano, já há aparelhos que funcionam como celular e telefone sem fio.

O próximo passo do celular deve ser tornar-se uma extensão da memória de cada ser humano. Isso pode ser vislumbrado pelo Lifeblog, um software lançado neste ano pela Nokia que roda em um PC comum. Ele permite ao usuário organizar no computador tudo o que passa pela memória do celular: agenda telefônica, fotos, compromissos agendados e mensagens enviadas ou recebidas. Tudo isso já no formato de um blog na internet, atualizado toda vez que o celular é sincronizado com o computador. Brincadeira de criança da era digital.

Adaptado do original retirado do site:

<http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,,EDG71188-6014,00.html>. último acesso em 15 de janeiro de 2008.

ANEXO J - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS.

	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA BASE DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA E ASTRONOMIA	
---	---	---

Prezado aluno,

Com o objetivo de contribuirmos para um melhor processo ensino-aprendizagem da FÍSICA, através do nosso trabalho de mestrado, pedimos a sua colaboração, respondendo as questões abaixo. Desde já agradecemos sua colaboração. Obrigado!

De acordo com a pergunta, marque com um “X” o (os) quadro(s) que atende suas respostas.

01) Dentre os meios de leitura abaixo, qual deles você tem mais acesso:

Revistas	Jornais	Livros	Internet

As respostas da pergunta 02), devem ser dadas apenas para a(s) escolha(s) feita(s) na pergunta acima.

02) Onde você tem acesso a tais meios:

	Minha Casa/ casa de Familiares/ Casa de amigos	Escola	Trabalho	Outros (Qual?)
Revista				
Jornais				
Livros				
Internet				

03) Qual dos meios de leitura é mais comum para você:

Revistas	Jornais	Livros	Internet

As repostas das perguntas 04), 05), e 06), devem ser dadas apenas para a(s) escolha(s) feitas na pergunta 03).

04) Sobre os conteúdos destas leituras, como você classificaria:

	Diversão e lazer	Informação	Cultural Geral	Científico	Religioso
Revista					
Jornais					
Livros					
Internet					

05) Com que frequência você costuma ler:

	Uma vez por semana	Mais de uma vez por semana	Todos os dias	Raramente
Revista				
Jornais				
Livros				
Internet				

06) Cite pelo menos dois nomes de revistas, jornal, livro e site da internet que você tem lido nas ultimas 04 semanas.

Revistas	Jornais	Livros	Internet

ANEXO L - LISTA DE EXERCÍCIOS SOBRE EMISSORES E RECEPTORES

Escola Estadual Varela Barca – Natal – RN. 15/01/2008		
Nome: _____	Nº _____	
3º ano V 1	Disciplina:Física	Dener Albuquerque
<i>Lista de exercícios sobre emissores e receptores</i>		

- 1) Qual o intervalo de freqüências que o ouvido humano pode "perceber"?
- 2) Qual a ordem de grandeza da freqüência das ondas que os rádios enviam para o espaço as suas informações?
- 3) Como podemos interpretar interferências no funcionamento do aparelho receptor (rádio)?
- 4) Que tipo de associação há entre o ajuste do botão de sintonia e o circuito elétrico do rádio?
- 5) Um rádio pode funcionar sem estar ligado a uma fonte de energia (tomada ou pilha)? Então qual a função destes tipos de fonte de energia elétrica?
- 6) As emisoras de rádio lançam no espaço ondas eletromagnéticas com freqüências específicas. As antenas dos receptores captam estas ondas ao mesmo tempo? Explique.
- 7) A sintonização de uma emissora de rádio ou de TV é feita selecionando a freqüência da emissora de rádio e o canal da TV. Por que, às vezes, um aparelho de TV "pega" também outra estação?
- 8) Quais as principais transformações de energia que ocorrem num aparelho de rádio em funcionamento? E num aparelho de TV?
- 9) Os circuitos oscilantes possibilitam a obtenção de correntes elétricas de alta freqüência. Que papel elas desempenham na transmissão de informações entre as emisoras e os tele ouvintes?