



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA**

JOSEMBERTO ROSENDO DA COSTA

**UMA PROPOSTA PROBLEMATIZADORA PARA O ENSINO DO
ELETROMAGNETISMO SOB UMA PERSPECTIVA HISTÓRICO-
EXPERIMENTAL: O TELÉGRAFO**

CAMPINA GRANDE – PB
2016

JOSEMBERTO ROSENDO DA COSTA

**UMA PROPOSTA PROBLEMATIZADORA PARA O ENSINO DO
ELETROMAGNETISMO SOB UMA PERSPECTIVA HISTÓRICO-
EXPERIMENTAL: O TELÉGRAFO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências com ênfase em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Frederico da Silveira

CAMPINA GRANDE - PB
2016

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

C837p Costa, Josemerto Rosendo da.
Uma proposta problematizadora para o ensino do eletromagnetismo sob uma perspectiva histórico-experimental [manuscrito] : o telégrafo / Josemerto Rosendo da Costa. - 2016. 138 p.

Digitado.
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2016.

"Orientação: Prof. Dr. Alessandro Frederico da Silveira, Pró-Reitoria de Pós-graduação e Pesquisa".

1. Ensino de Física. 2. Sequência didática. 3. Experimentação. 4. Eletromagnetismo. 5. Metodologia de ensino. I. Título. 21. ed. CDD 371.33

JOSEMBERTO ROSENDO DA COSTA

**UMA PROPOSTA PROBLEMATIZADORA PARA O ENSINO DO
ELETROMAGNETISMO SOB UMA PERSPECTIVA HISTÓRICO-
EXPERIMENTAL: O TELÉGRAFO**


Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Ensino de Ciências e Educação
Matemática do Centro de Ciências e Tecnologia
da Universidade Estadual da Paraíba como
requisito parcial à obtenção do título de Mestre

Aprovado em 15/12/2016

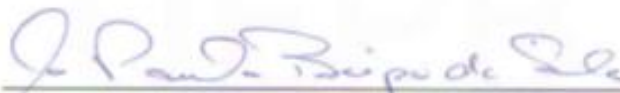
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Alessandro Frederico da Silveira - Orientador
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB



Prof. Dr. Élder Sales Teixeira – Examinador Externo
Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS



Prof. Dra. Ana Paula Bispo da Silva – Examinador Interno
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus que me proporcionou as condições necessárias em todo o momento nessa caminhada. Em especial agradeço ao meu orientador Dr. Alessandro Frederico da Silveira pelas sugestões, parceria, compreensão e confiança em meu trabalho. Agradeço ainda:

À minha esposa pelo amor e compreensão durante todo o curso.

Às minhas filhas, por serem motivos de inspiração e carinho.

Aos meus familiares que sempre me apoiaram em minhas escolhas e decisões.

Ao colega Éwerton Jéferson Barbosa Ferreira pela imensa contribuição dada ao desenvolvimento desse trabalho.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho pudesse ser concretizado. A todos, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Neste trabalho apresentamos uma proposta de ensino para o Eletromagnetismo sob uma perspectiva histórico-experimental e numa abordagem problematizadora. O mesmo está referenciado na teoria sociointeracionista de Lev Semenovich Vygotsky e nos momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti. Em todo o desenvolvimento do trabalho procuramos incentivar o debate, a troca de ideias e de conhecimentos tendo em vista que os referenciais teóricos por nós utilizados os consideramos elementos indispensáveis no processo de ensino-aprendizagem. Construímos, portanto, uma sequência didática que servirá de auxílio para a aplicação da proposta de ensino. Em consonância com os referenciais teóricos e objetivando despertar o interesse dos alunos pela Física e de torná-los conscientes da importância da mesma para o desenvolvimento científico-tecnológico, buscamos trabalhar os temas de forma a sempre associá-los a aplicações que fazem parte do cotidiano dos estudantes. Com a aplicação da proposta, os resultados obtidos mostraram que a mesma é adequada, uma vez que a resposta dada pelos alunos à abordagem trabalhada, bem como à metodologia utilizada foi bastante positiva, pois, conseguiu despertar nos mesmos o interesse pelos temas estudados; ofereceu momentos de reflexão, discussão e busca por respostas aos fenômenos e problemas apresentados; estimulou o desenvolvimento de suas capacidades críticas e a construção de novos conhecimentos e busca por outros que ainda não tinham.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Física; Sequência didática; Experimentação; Eletromagnetismo; Metodologia de ensino.

ABSTRACT

In this work we present an educational proposal for Electromagnetism in a historical and experimental perspective and a problem-based approach. The same is referenced in sociointeractionist Lev Semenovich Vygotsky theory and at the pedagogical moments of Delizoicov and Angotti. Throughout the development of the work we seek to encourage discussion, exchange of ideas and knowledge in order that the theoretical frameworks used by us consider the essential elements in the teaching-learning process. Built therefore a didactic sequence that will aid in the implementation of teaching proposal. In line with the theoretical frameworks and seeks to awaken students' interest in physics and make them aware of the importance of it to the scientific and technological development, we attempted to work the issues in order to always associate them with applications that are part of students' daily lives. With the application of the proposal, the results obtained showed that the same is appropriate, since the answer given by the students to approach worked, as well as the methodology used was very positive because, managed to arouse the same interest in the subjects studied; offered moments of reflection, discussion and search for answers to the phenomena and problems presented; it stimulated the development of their critical capacities and the construction of new knowledge and search for others that they did not yet have.

KEYWORDS: Physics Teaching; Didactic sequence; Experimentation; Electromagnetism; Teaching methodology.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Representação da propagação de uma onda eletromagnética	35
FIGURA 2- Obtenção de motores de corrente contínua.	40
FIGURA 3- Ilustração do registro de construção do emissor	40
FIGURA 4- Ilustração do registro de construção do receptor	40
FIGURA 5- Ilustração do telégrafo elétrico construído	41
FIGURA 6. O emissor e seus componentes essenciais.....	42
FIGURA 7. Receptor e suas partes integrantes.....	42
FIGURA 8. Ligação entre duas estações telegráficas.....	43
FIGURA 9. Professor mediando o conhecimento dando orientações acerca da experimentação	59
FIGURA 10. Alunos experimentando com um circuito elétrico simples	59
FIGURA 11. Alunos identificando o efeito magnético da corrente elétrica.	59
FIGURA 12. Alunos e professor assistindo ao vídeo.	62
FIGURA 13. Professor mediando a discussão do vídeo com a turma.	63
FIGURA 14. Momento de leitura, análise e discussão dos textos, em grupos.....	64
FIGURA 15. Socialização das impressões e reflexões dos textos.	64
FIGURA 16. Resolução em grupo de testes conceituais sobre eletromagnetismo.	66
FIGURA 17. Alunos identificando substâncias ferromagnéticas.	66
FIGURA 18. “Visualização” das linhas do campo magnético.....	67
FIGURA 19. Professor iniciando a aula e apresentando os objetivos da mesma.	68
FIGURA 20. Resolução em grupo dos exercícios conceituais sobre indução eletromagnética.....	69
FIGURA 21. Experimento de oersted.	69
FIGURA 22. Verificando a lei da indução de faraday.....	69
FIGURA 23. Conhecendo o telégrafo.	70
FIGURA 24. Momento de resolução, pelos alunos, dos exercícios com expressões matemáticas.	72
FIGURA 25. Momentos de resolução dos exercícios e interação alunos-professor.	72

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1. O professor mediador e o ensino de física: das teorias a uma possibilidade prática	12
2.1.1 A teoria da mediação segundo Vygotsky	13
2.1.2 O professor de física e o ensino problematizador	18
2.2. A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: POR UMA RUPTURA ENTRE A ABORDAGEM TRADICIONAL E A ABORDAGEM PROBLEMATIZADORA.....	21
2.2.1 O laboratório didático e o ensino de física.....	22
2.2.2 A abordagem experimental problematizadora	24
2.3. EXPERIMENTANDO COM O ELETROMAGNETISMO: DA TEORIA AO EXPERIMENTO DIDÁTICO.....	27
2.3.1 O Eletromagnetismo	27
2.3.2 O experimento didático	38
3. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA DA PESQUISA E PROPOSTA DIDÁTICA..	45
3.1. A proposta didática	46
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES:	57
4.1 Descrição e análise dos encontros.....	58
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS:.....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
APÊNDICE A.....	81
APENDICE B.....	102
ANEXOS.....	123

1. INTRODUÇÃO

Vivemos em uma época em que presenciamos diversas atitudes dos discentes que nos revelam seus principais interesses, que por muitas vezes não são os de se dedicar ao processo de ensino e aprendizagem. Há muito tempo que a escola tornou-se um lugar angustiante para estes e que pouco ou nada contribui para seu desenvolvimento como cidadãos. O professor em meio a essa realidade, por vez, se sente tanto vítima quanto o estudante, uma vez que não usufrui de ferramentas adequadas para delas fazer uso e combater a falta de interesse em sala de aula, a desmotivação e a falta de perspectiva de seus alunos, pois na maioria da realidade escolar o que o mesmo encontra são escolas sem a mínima condição física de funcionar; colegas que já se encontram desacreditados quanto às melhorias na educação e na concretização de um trabalho eficiente que conduza à aprendizagem. A realidade vivida por seus alunos, seus anseios e expectativas raramente se tornam em interesses a serem considerados pela escola. Em contrapartida, a vivência fora dela lhes proporciona momentos que cativam sua atenção e interesses acarretando-lhes mais angústias e objeções à “dura” sina de estudar.

Talvez essa realidade seja um forte e gritante indício de que o currículo escolar deva ser reformulado. Mas, a verdade é que possivelmente muito pouco se obterá em termos de aprendizagem caso a escola insista em permanecer como está, se as práticas metodológicas de seus professores continuarem sendo as mesmas sem focar o aluno nem dar-lhes espaço para construir de forma conjunta com seu professor e colegas o conhecimento que a eles estão sendo apresentados, sem permitir-lhes compartilhar suas experiências/conhecimentos de vida, ou seja, sem dar-lhes motivos para permanecerem na escola nem significação àquilo que nela se estuda.

Nosso trabalho constitui-se numa proposta para o ensino do Eletromagnetismo em que são exploradas condições e situações que instiguem o estudante a querer descobrir, averiguar conceitos e hipóteses, enfim, a ser autor do seu conhecimento. Ao mesmo tempo, permite que sejam criadas novas discussões, situações que façam alunos e professores enveredarem pelo vasto e quase desconhecido mundo da Física e da Ciência.

É papel nosso enquanto educadores, tentar construir um novo cenário em que aconteça o processo de ensino e aprendizagem com resultados que revelem a eficácia do mesmo. Cenário este, onde seja permitido opinar, confrontar ideias, elaborar hipóteses, testá-las, relacionar o conteúdo de sala de aula a situações do dia-a-dia, levar para a sala de aula temas que fazem parte do cotidiano do discente e não apenas o conteúdo já preestabelecido há anos no currículo.

A pessoa que decide trilhar pelos caminhos da educação deve inevitavelmente estar aberta à inovações e mudanças, tendo em vista que a sociedade em que vivemos é dinâmica e, por sua vez, a escola também deveria ser, a considerar que esta é parte integrante da sociedade.

O professor tem por missão mediar a aprendizagem. Para tal, não pode ficar preso a paradigmas mostrando resistência às novas modalidades de conhecimentos e interesses da

sociedade. Portanto, precisa ter em mente que as ações de seus alunos são frutos daquilo que os mesmos presenciam e da busca por seus interesses. Logo, apresentar a esses alunos conteúdos que lhes estimulem provavelmente é uma prática que os conduzirá à uma vivência mais pacífica, alicerçada e frutífera no complexo processo em que está inserida a comunidade escolar.

Já passamos do tempo de esboçarmos reação à tão preocupante realidade. Precisamos nos disponibilizar a procurar meios que ajam no sentido de reverter tão indigna situação. Essa mudança tem que iniciar em nós mesmos, onde possamos nos permitir aberturas à mudanças e à novas realidades.

Só assim, poderemos iniciar um processo de transformação criando um ambiente que permita dar significados ao que se vivencia e ao que se trabalha em sala de aula. Enquanto mantivermos uma postura rígida frente a transformações pelas quais passa a sociedade, estaremos sendo ineficazes quanto aos resultados em nossas tarefas e condenando a escola ao fracasso.

Na minha jornada como professor de Física, sempre me inquietou o fato de ouvir tanto de alunos meus como de outros professores, que Física é difícil, que não entendem nada e até o extremo para um professor ouvir, que é a frase "Eu odeio Física". Sempre busquei dar sentido àquilo que ensinei; utilizar mecanismos que os ajudassem a facilitar a compreensão dos fenômenos físicos. Por outro lado, as condições de trabalho e a alta carga horária a nós imposta termina nos vencendo e forçando-nos a adotar a concepção tradicional de ensino tendo em vista que a mesma permite uma prática docente mais coerente com a falta de tempo do docente.

Mesmo que muitos aleguem que o ensino tradicional permite mais comodidade de tempo e menos trabalho ao professor na execução das atividades escolares, este que deve sempre estar comprometido com a aprendizagem do aluno chega a um estágio de sua vida docente em que a monotonia, a falta de interesse por aquilo que se ensina, a reprodução mecânica do que é estudado, a existência de um conhecimento engessado, a falta de liberdade de criação, a ausência de criticidade e a não problematização dos conteúdos ensinados que visam permitir autonomia passam a incomodar a tudo e a todos os envolvidos no processo ensino-aprendizagem. Ao chegar a esse ponto, fica impossível caminhar trilhando os mesmos caminhos rumo a uma aprendizagem eficiente. É sinal gritante de que a metodologia utilizada já sucumbiu.

O ensino de Física deve favorecer o desenvolvimento de habilidades no aluno que o torne um cidadão crítico e capaz de modificar, para melhor, a sociedade na qual vive. Indo

nessa direção, está cada vez mais crescente o número de trabalhos que vêm contribuir para melhoramentos no ensino de Física no Brasil. Estes trazem discussões e análises de questões de cunho filosófico, sócio-histórico, dentre outros (DELIZOICOV, 2001; ANGOTTI, 2001; FREIRE, 2002). Fortalecendo essa visão, os Parâmetros Curriculares Nacionais enfatizam que:

Os objetivos do ensino médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo. (BRASIL, 1998, p.6)

Quando em busca pelo meu problema de pesquisa me convenci da importância de se trabalhar uma proposta problematizadora e que promova a contextualização voltada para o estudo do Eletromagnetismo, na Educação Básica. Por ser um tópico com o qual me identifico bastante, que se encaixava perfeitamente naquilo com que eu pretendia trabalhar e que proporcionava um amplo espaço para aplicação da abordagem problematizadora a qual pretendia explorar, me decidi por adentrar na busca de possíveis contribuições para o ensino desse ramo da Física. Decidida essa parte, surgiu então um dos maiores desafios do meu trabalho: como fazer para introduzir e, posteriormente, explorar o conteúdo sem usar a esquematização encontrada na grande maioria dos livros didáticos e que é utilizada rotineiramente em sala de aula, além de poder causar impacto na motivação dos alunos e possibilitar possíveis discussões favorecendo a contextualização acerca dos conteúdos a serem estudados? Foi quando chegamos à conclusão de que poderíamos procurar alcançar resultados condizentes com nossos objetivos utilizando um instrumento histórico, o Telégrafo elétrico simples.

Tendo já definido o que e como desenvolver nossa pesquisa, cabia agora fazer investigações a fim de conseguirmos construir e compreender o funcionamento de um telégrafo elétrico. Optamos por construir uma réplica do telégrafo elétrico de Morse.

Diante do que já foi exposto, e considerando as dificuldades enfrentadas pelos professores de Física, com o intuito de auxiliá-los no que diz respeito ao desenvolvimento de metodologias que os levem a um ensino exitoso, nos inquietamos acerca do seguinte problema de pesquisa:

De que forma é possível inserir os pressupostos interacionistas e problematizadores numa proposta didática para ensinar eletromagnetismo de forma a auxiliar o professor de Física da Educação Básica em suas aulas?

Diante da questão apresentada, pretendemos desenvolver uma proposta didática para o ensino do Eletromagnetismo que se utilize de aspectos teóricos, históricos e experimentais para poder servir de auxílio a professores no ensino desse ramo da Física que por vezes é visto como de pouco entendimento e interesse por parte dos alunos devido tanto à forma como são introduzidos quanto à complexidade dos temas nele estudados. Ainda são objetivos dessa pesquisa: elaborar um produto educacional que se constitui de uma sequência didática que possa ser utilizada por professores de Física da educação básica; aplicá-la a um público específico e por fim, descrever o relato da experiência vivenciada resultante dessa aplicação.

Apoiaremos-nos nas propostas de Vygotsky que dão destaque ao desenvolvimento sociocultural do homem. Sendo assim, consideraremos a influência e importância dos aspectos sociais e do meio social em que o aluno vive e também o papel da interação na aprendizagem do mesmo.

A dissertação segue a seguinte estrutura, no Capítulo 2 em seu primeiro tópico abordaremos sobre o professor mediador e o ensino de física, em que tecemos algumas considerações sobre as teorias de ensino, com uma atenção especial a teoria interacionista de Vygotsky, e acerca do ensino problematizador; num segundo tópico focaremos no uso da experimentação como mecanismo de introdução para um ensino contextualizado e problematizador, nesse tópico discutiremos o uso do laboratório didático para uma ruptura entre a abordagem tradicional e a abordagem problematizadora; num terceiro tópico desse segundo capítulo abordaremos sobre o eletromagnetismo, com uma atenção especial ao experimento didático que utilizaremos na nossa proposta didática, e que se encontra descrita no Capítulo 3, juntamente com aspectos referentes à metodologia da pesquisa. Os resultados e discussões da aplicação da proposta educacional serão descritos no Capítulo 4, e por fim, o Capítulo 5 será reservado às considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. O professor mediador e o ensino de Física: das teorias a uma possibilidade prática

Ensinar. Termo bastante citado e ouvido no meio escolar tanto por agentes diretamente envolvidos no processo educacional quanto por aqueles que não compõem diretamente o sistema educacional seja de uma escola propriamente dita, de um município ou do Brasil. Apesar do uso frequente, esse vocábulo não traduz algo simplório e desprovido de peculiaridades, requerendo habilidades diversas no seu processo de execução. O processo de ensino exige para seu desenvolvimento preparação, planejamento, responsabilidade e altruísmo. Jamais pode ser encarado como algo isolado e isento de natureza desbravadora e exploratória.

Ao examinar as Leis de Diretrizes e Bases da educação do nosso país (LDB/1996), nos deparamos com a ideia de que o ensino está imbuído de significados e de que para ensinar se faz necessário a observação de diversos aspectos e não apenas do domínio de conhecimentos técnico-pedagógicos.

Para Vasconcelos (1997) apud Latosinski (2013),

O problema pedagógico básico que se coloca é quanto ao que fazer para que o aluno possa se apropriar do saber de uma maneira mais significativa, concreta, transformadora e duradoura possível. Durante muito tempo houve uma preocupação muito grande em “como ensinar? Atualmente se percebe que para enfrentar essa questão, a ênfase tem que ser deslocada, ou seja, deve-se buscar um outro eixo de definição: “como o aluno aprende?(VASCONCELOS apud LATOSINSKI, 2013, p. 11).

Com a finalidade de compreender melhor os aspectos relativos ao ensino e assim, poder auxiliar os professores, diversos estudos foram realizados e, portanto, elaboradas teorias que tentam explicar como se dá a aprendizagem e, com isso, possibilitar a elaboração de métodos de ensino eficazes por parte dos agentes diretamente envolvidos nesse processo – o professor. É preciso destacar aqui que, antes de qualquer coisa, o professor precisa estar altamente comprometido com aquilo que ele faz. E este, de acordo com Mizukami (1986), escolhe a teoria que direcionará sua atividade docente a partir de sua própria realidade escolar e sempre com criticidade.

Ainda de acordo com Mizukami (1986),

As teorias de conhecimento, em que são baseadas as escolas psicológicas e de onde provêm as tomadas de posições, podem ser consideradas, apesar de muitas variações e combinações possíveis, de acordo com três características: primado do sujeito, primado do objeto e interação sujeito-objeto. (MIZUKAMI, 1986, p.02).

Para Ronca (1994),

Na ausência de teorias de ensino, os professores são levados a valerem-se das normas disponíveis no folclore educacional ou basearem-se no exemplo de seus próprios professores ou, ainda, tentar descobrir técnicas de ensino através de tentativas de ensaio e erro.

Uma teoria de ensino tem por base a construção de princípios que possam ser adaptados tanto a diferentes sujeitos como a diferentes situações. (RONCA, 1994, p. 91)

O professor durante o exercício de sua profissão se vê diante de diversos desafios que o faz refletir sobre sua conduta de forma a encontrar meios que lhe permita conhecer as condições cognitivas de seus alunos e de como proceder a fim de torná-las mais claras e organizadas.

No intuito de orientar e auxiliar o professor na difícil tarefa que é ensinar, foram elaboradas no decorrer da história diversas teorias de aprendizagem ligadas às mais variáveis correntes filosófico-psicológicas. Podemos citar como exemplos, as teorias comportamentalistas como o Behaviorismo e as cognitivistas como a teoria interacionista de Vygotsky.

Sendo assim, apesar de existirem diversas linhas pedagógicas nos limitaremos em nosso trabalho à abordagem cognitivista, em especial, à teoria elaborada por Vygotsky uma vez que queremos destacar a importância do aspecto social na prática do ensino.

2.1.1 A teoria da mediação segundo Vygotsky

Antes de apresentarmos quaisquer fundamentos desta teoria, julgamos necessário fazer uma breve apresentação da vida de seu autor.

Lev Semenovich Vygotsky nasceu no ano de 1896 na cidade de Orsha, Bielo-Rússia. Sua família judaica, sempre apresentou boas condições econômicas de forma que Vygotsky recebeu excelente educação, supervisionada por um tutor. Seu pai era gerente de um banco em Gomel (também Belarus).

Em 1913, ingressou no curso de medicina da Universidade de Moscou. Na verdade, esse não era o curso que atraía sua atenção. Seu verdadeiro interesse se dava por Ciências humanas e sociais, apenas ingressou em medicina por ser um dos poucos cursos que a Universidade de Moscou oferecia cotas aos judeus e para poder sair da região da Rússia Czarista.

Depois de apenas um mês, transferiu-se para o curso de Direito que também reservava cotas para judeus. No ano seguinte, na Universidade de Shanavsky, passou a estudar também história e filosofia. Concluiu em 1917, seus estudos em ambas as universidades.

Teve uma vida curta, uma vez que faleceu precocemente em 1934, aos 37 anos. Apesar disso, conseguiu desenvolver uma vasta e extraordinária obra. No entanto, demorou quase trinta anos para que as ideias de Vygotsky viessem a ser conhecidas e divulgadas no Ocidente com a publicação da primeira tradução para o inglês de uma versão editada e resumida de sua última obra, *Pensamento e Linguagem*.

Segundo Gaspar (2014), as causas desse atraso podem ser entendidas pelo seguinte relato de sua filha, GitaVygodskaya, em um artigo publicado na revista *Journal of Russian and East European Psychology*:

Durante sua vida, Vigotski e seu grupo tornaram-se frequentemente objetos de crítica, a maioria delas cientificamente infundadas, motivadas por razões políticas. No entanto, só depois de 4 de julho de 1936, com um decreto do Comitê Central do Partido Comunista da URSS contra “perversões pedagógicas” no sistema do *Narkomproses* [Ministério da Educação da URSS], foi realizada uma campanha pública criticando a teoria de Vigotski. Como resultado, apesar de Vigotski nunca ter sido oficialmente banido, dois anos depois de sua morte tornou-se *persona non grata* – postumamente – nos círculos acadêmicos por quase duas décadas e o número de referências ao seu nome e às suas publicações científicas decresceu dramaticamente (GASPAR, 2014, p. 85).

Só após a Segunda Guerra é que, enfim, foi publicado pela primeira vez um livro de Vygotsky.

A teoria de Vygotsky considera que o desenvolvimento cognitivo só acontecerá caso esteja interligado ao contexto social, histórico e cultural. Vygotsky defende que todos os processos inerentes ao desenvolvimento cognitivo são sociais e exclusivos do ser humano. Entenda-se, portanto, aqui que não é o meio social por si só, considerado de forma totalmente isolada o fator essencial no desenvolvimento cognitivo, mas que é necessário haver a conversão de relações sociais em funções mentais. Para Driscoll (1995), o indivíduo não se torna capaz de socializar-se através do desenvolvimento cognitivo, mas que é na socialização que se dá o desenvolvimento dos processos mentais superiores (DRISCOLL, 1995 apud MOREIRA, 1999).

Ao nos depararmos com tal entendimento, podemos indagar acerca de como é possível fazer acontecer tal conversão. A mediação é o procedimento que possibilitará essa conversão, uma vez que consegue proporcionar a internalização de atividades e comportamentos sócio-históricos e culturais.

A conversão de relações sociais em funções mentais superiores não acontece de forma direta, mas mediada, necessitando ainda da inclusão e uso de instrumentos e signos. Podemos definir instrumentos como sendo aquilo que se usa na execução de alguma tarefa e signos, aquilo que se associa ao instrumento para que o mesmo consiga executar alguma coisa de maneira eficaz.

Segundo Moreira (1999), os signos podem ser de três tipos: 1) indicadores - são aqueles que mantêm uma relação de causa e efeito com aquilo que significam; 2) icônicos – são as representações gráficas daquilo que significam; e 3) simbólicos - são os que possuem uma relação abstrata com o que significam.

Para Vygotsky, um dos pontos que nos diferenciam dos demais animais é a capacidade de criarmos culturalmente sistemas de signos que, juntamente com os instrumentos conseguem modificar e influenciar o desenvolvimento social e cultural, viabilizando o desenvolvimento de funções mentais superiores. Depreende-se, portanto, que quanto mais o indivíduo vai utilizando signos e quanto mais instrumentos ele vai aprendendo a usar, mais suas operações psicológicas que realiza vão se modificando e mais oportunidades vão surgindo em que se podem aplicar suas novas funções mentais (MOREIRA, 1999).

O ponto crucial da teoria de Vygotsky é a interação social. Sua atenção e interesse se voltam para a interação entre o indivíduo e o contexto no qual se processam as funções mentais superiores.

Para Vygotsky, a interação social é totalmente importante no desenvolvimento da cognição. Ele define interação social como a interação da criança com aquilo que faz parte da sua cultura. A cultura nos induz ao uso de ferramentas e símbolos o que nos torna muito diferentes dos animais. As culturas por sua vez são dinâmicas e vão modificando coisas que exercem enorme influência sobre nós. Na visão do mesmo, as culturas modelam o funcionamento cognitivo humano.

De acordo com Gaspar (2005), o conceito de interação social tem sido tema de diversas discussões entre pesquisadores Vygotskyanos que procuram não apenas uma melhor compreensão do termo, mas também entender sua função no processo de ensino e aprendizagem. Na sua concepção, só pode haver interação social efetivamente em relação ao desenvolvimento de uma tarefa, se existir entre os parceiros que a realizam, alguém que saiba fazê-la. Vygotsky dá uma explicação muito clara para essa ideia quando vincula a colaboração à imitação e afirma:

[na criança] o desenvolvimento decorrente da colaboração via imitação, o desenvolvimento decorrente da aprendizagem é o fato fundamental. [...] Porque na escola a criança não aprende o que sabe fazer sozinha mas o que ainda não sabe fazer e lhe vem a ser acessível em colaboração com o professor e sob sua orientação. (VYGOTSKY, 2001, p. 331).

Vale destacar aqui, que em nada contribuirá para o desenvolvimento cognitivo de um indivíduo, a simples existência da interação social. Faz-se necessária, portanto, a existência da relação interação social/aquisição de significados. De acordo com Vygotsky, para que haja o desenvolvimento cognitivo do indivíduo, a interação social precisa proporcionar a internalização dos instrumentos e signos.

Acerca disso, Moreira (1999) enfatiza:

Para internalizar signos, o ser humano tem que captar os significados já compartilhados socialmente, ou seja, tem que passar a compartilhar significados já aceitos no contexto social em que se encontra, ou já construídos social, histórica e culturalmente. Percebe-se aí o papel fundamental da interação social, pois é por meio dela que a pessoa pode captar significados e certificar-se de que os significados que capta são aqueles compartilhados socialmente para os signos em questão (...). (MOREIRA, 1999, p. 113).

Vygotsky considera a linguagem ou a comunicação entre os homens, como sendo o mais importante sistema de signos para o desenvolvimento cognitivo da criança, pois a mesma incorpora o real significado de um determinado signo em um contexto no qual a criança vive. O desenvolvimento dos processos mentais superiores se dá quando a criança consegue generalizar e abstrair conceitos.

A fala exerce função bastante importante no desenvolvimento da linguagem e o desenvolvimento da fala configura-se, para Vygotsky, um marco fundamental no desenvolvimento cognitivo.

Existe a inteligência prática que se manifesta no uso de instrumentos e a inteligência abstrata que faz uso de signos e sistemas de signos, dos quais a linguagem se consagra como o mais importante para o desenvolvimento cognitivo. A inteligência prática e a fala se desenvolvem separadamente na criança durante suas primeiras fases da vida. No entanto, convergem. Esse fato fica notório quando a criança fala ao mesmo instante em que resolve um problema.

Os experimentos de Vygotsky revelam que a criança fala ao resolver um problema porque para ela esses dois fatores são igualmente importantes na busca de se alcançar o objetivo almejado. Para Vygotsky, na execução de uma tarefa prática se precisa da fala tanto quanto dos olhos e das mãos (PALANGANA, 2001).

Ainda segundo Palangana (2001),

“Ao longo do desenvolvimento, a dinâmica da relação entre fala e ação se altera, ocorrendo do seguinte modo: num primeiro momento, até por volta dos três anos de idade, a fala acompanha as ações da criança e apresenta-se dispersa e caótica, refletindo as vicissitudes do processo de solução da situação em questão. Esta fase é denominada, por Vygotsky, de fala social” (PALANGANA, 2001, p. 100).

A fase em que a criança faz uso da fala como auxiliar do plano de ação já concebido, no entanto ainda não realizado, se dá aproximadamente dos três aos seis anos e é denominado por Vygotsky, de fala egocêntrica. Essa fala pode ser audível e compreensível ao observador externo. No entanto, após a idade de seis anos vai desaparecendo e se transformando em sussurros até tornar-se interna. Isso revela que no desenvolvimento da linguagem do indivíduo, primeiro surge a fala social, em seguida a fala egocêntrica e, por fim, a fala interna.

Sempre existe uma preocupação de natureza psicológica em se entender a relação entre desenvolvimento e aprendizagem. Para Vygotsky, não há como enfrentar e resolver corretamente os problemas encontrados na análise psicológica do ensino sem que se refira à relação entre aprendizagem (PALANGANA, 2001).

Para Vygotsky, aprendizagem e desenvolvimento são fenômenos distintos e interdependentes. Ele procura explicar essa relação destacando a importância do papel da competência (eficácia) linguística na interação dos mesmos, visto que a criança se desenvolve através da apreensão e internalização da linguagem. Ele considera ainda, que a aprendizagem está presente na criança desde o início de sua vida.

Quando consideramos a visão vygotskyana, percebemos uma ampliação do conceito de desenvolvimento uma vez que é incluído um segundo nível de desenvolvimento denominado zona de desenvolvimento proximal, através da qual se consegue explicar as dimensões do aprendizado escolar.

De acordo com Vygotsky, há dois níveis de desenvolvimento. O primeiro chamado “nível de desenvolvimento real” ou “efetivo” que corresponde a um nível natural já adquirido e formado, que determina o que o indivíduo é capaz de fazer por si próprio (ANTUNES, 2011). O segundo é o nível de desenvolvimento potencial, ou seja, aquele que se define a partir dos problemas que a pessoa consegue resolver com a ajuda de pessoas mais experientes. Sendo assim, Vygotsky conclui que há uma zona de desenvolvimento proximal definida por ele como:

A distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (VYGOTSKY 2000, p. 112).

De acordo com Moreira (1999), a zona de desenvolvimento proximal define as funções que ainda não amadureceram, mas que estão no processo de maturação. Por vez, o nível de desenvolvimento real caracteriza o desenvolvimento mental prospectivamente.

O professor, portanto, deverá apresentar durante o processo de ensino, situações que permitam identificar o conhecimento ainda não totalmente formado dos alunos, acerca de um determinado assunto/conteúdo. Nas referidas situações, devem predominar os aspectos questionador, investigador e crítico para que sob a mediação do professor o conhecimento científico venha ser construído.

2.1.2 O professor de Física e o ensino problematizador

Já é consenso para uma quantidade cada vez mais crescente de educadores que o domínio por parte do professor de ciências do conhecimento científico e as relações do mesmo com as tecnologias é necessário, mas não suficiente. Existe, portanto, a necessidade de que haja a superação do que muitos teóricos denominam senso comum pedagógico que tão fortemente está incrustado no ensino/aprendizagem dessa área.

Para Delizoicov et al (2002), todos passamos a ser vulneráveis ao senso comum pedagógico a partir do momento em que passamos a considerar que a apropriação do conhecimento ocorre pela mera transmissão mecânica de informações. Os autores ainda citam atividades em que esse tipo de censo comum está presente:

Regrinhas e receituários; classificações taxonômicas; valorização excessiva pela repetição sistemática de definições, funções e atribuições de sistemas vivos ou não vivos; questões pobres para prontas respostas igualmente empobrecidas; uso indiscriminado e acrítico de fórmulas e contas em exercícios reiterados; tabelas e gráficos desarticulados ou pouco contextualizados relativamente aos fenômenos contemplados; experiências cujo único objetivo é a “verificação” da teoria(...). (DELIZOICOV, et al., 2002, p. 32)

Ainda de acordo com esses autores, o professor ao utilizar no ensino de ciências tais atividades, faz com que haja um reforço a concepção da ciência como um produto acabado e inquestionável.

O professor tem que ser ciente de que seu aluno é o sujeito de sua aprendizagem; que só aprenderá se tiver interesse por aquilo que lhe está sendo ensinado; que cabe ao professor apenas mediar e criar condições para que o mesmo aprenda. Essa aprendizagem resulta de ações de um sujeito através de uma interação entre esse sujeito e o meio circundante, natural e social (DELIZOICOV, et al, 2002).

O que estamos vendo no cenário atual da educação, em especial no ensino de ciências e, em particular no ensino de física é, personagens envolvidas no processo ensino/aprendizagem em um preocupante conflito de ideias e interesses oriundos de diversos fatores envolvendo a prática docente.

Na realidade, o que se observa na maioria das salas de aula, na disciplina de Física são o “lançamento” de conteúdos e a resolução de problemas e mais problemas que apenas exploram a parte matemática como se estivesse formando engenheiros, e a capacidade de decorar dos alunos, sendo totalmente desprovidos de caráter contextualizador e problematizador. Ao adotar essa postura, o professor vai de encontro ao entendimento de Kuhn (1975) para o qual o conteúdo cognitivo das formulações contidas nos conceitos, modelos, leis e teorias da Física é convenientemente contextualizado, exemplificado e passível de ser apropriado na medida em que o aprendiz se envolva e se dedique à solução de problemas. (KUHN, 1975 apud DELIZOICOV, 2001).

Podemos nos perguntar sobre qual tipo de aprendizagem um aluno consegue obter a partir do desenvolvimento de atividades que se resumem à resolução de listas de exercícios. É por isso, que Robilotta (1988) afirma que por vezes os alunos estudam, aprendem, mas parecem não saber Física. De nada adianta ensinar Física sem dar significado àquilo que se ensina/estuda, pois, quando os alunos se depararem com problemas novos, não obterão êxito. Cabe ao professor criar condições para que o conhecimento seja construído e não meramente repetido/imitado sem gerar ou desenvolver novas habilidades nos estudantes.

O professor que decida dar significação através da problematização ao que ensina, deve estar atento ao fato de que pouco ou nada contribuirá para a aprendizagem de seus alunos se ele apenas “problematizar por problematizar”, sem antes fazer um planejamento acerca daquilo que se quer apresentar, como se deseja apresentar e aonde pretende conduzir o desenvolvimento cognitivo. Em relação a esse ponto, Bachelard assim considera:

Antes de tudo o mais, é preciso saber formular problemas. E seja o que for que digam, na vida científica, os problemas não se apresentam por si mesmos. É precisamente esse sentido do problema que dá a característica do genuíno espírito científico. Para um espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma questão. Se não houve questão, não pode haver conhecimento científico. Nada ocorre por si mesmo. Nada é dado. Tudo é construído. (BACHELARD, 1977, p. 148).

Abandonar uma concepção/postura educacional na qual já se está alicerçado, não é uma tarefa fácil para o professor. Para se conseguir tal façanha, o professor antes de tudo tem que admitir que em sua atividade educativa vão existir dificuldades denominadas por Bachelard de “obstáculos pedagógicos” e, portanto, superá-los. Para ele, o professor deve

compreender que o estudante ao chegar à aula de Física, vem trazendo conhecimentos construídos através da sua interação e que precisará mudar tais conhecimentos e derrubar os obstáculos já amontoados pela vida cotidiana (BACHELARD, 1977).

Sendo assim, é preciso que o professor não apenas obtenha o conhecimento do senso comum do educando como forma de identificar que ele existe, mas é preciso que esse conhecimento prévio seja trabalhado durante o processo educativo, ou seja, esse conhecimento deverá ser problematizado a fim de que o professor o apreenda e, então, possa apresentar as contradições ajudando o aluno a identificar e compreender as limitações desse conhecimento quando confrontado com o conhecimento científico. Essa atitude propiciará o desenvolvimento do senso crítico do educando.

Seguindo esse raciocínio, Delizoicov (2001) entende que o uso da História e Filosofia da Ciência no ensino de Física propiciaria a contextualização da origem, formulação e solução dos problemas mais relevantes que culminaram com a produção dos modelos e teorias.

A implementação de um ensino de física problematizador requer mudanças tanto na formação dos professores como na sua prática pedagógica.

Não é novidade na prática docente, o professor se deparar com questionamentos do tipo: “Para que vou estudar esse assunto?!; “Aonde e quando vou utilizar isso(assunto) na minha vida, professor?”.

Para Ricardo (2010), essa situação é mais intensamente vivenciada na Física do que em qualquer outra área, tendo em vista que ao mesmo tempo em que os alunos convivem com significativas mudanças sociais voltadas à ciência, à tecnologia e até com produtos tecnológicos, a escola lhes oferece um ensino de ciências totalmente alheio e distante dos debates atuais. Para esses alunos, por muitas vezes a Física que vêem só funciona na escola e não tem ligação sequer com os acontecimentos do mundo real. “O conhecimento discutido no quadro negro não se ajusta ao mundo em que o estudante vive, ele não se enquadra na vida real”. (ROBILOTTA, 1988, p. 7).

Ainda para Ricardo (2010), esse é o motivo pelo qual os professores vivem apontando a falta de interesse e motivação dos alunos como um dos obstáculos/empecilhos para a aprendizagem.

No meio docente é quase consenso total a ideia da necessidade de um ensino de Física contextualizado. No entanto, a prática pode não condizer com essa expectativa. Tal prática está fortemente ressaltada nos documentos oficiais do Ministério da Educação.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio consideram a contextualização um elemento motivador da aprendizagem:

É possível generalizar a contextualização como recurso para tornar a aprendizagem significativa ao associá-la com experiências da vida cotidiana ou com os conhecimentos adquiridos espontaneamente. (BRASIL, 1999, p. 94).

E os PCN+, dão reforço ao trabalho numa perspectiva sócio-histórica:

A contextualização no ensino de ciências abarca competências de inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo. (BRASIL, 2002, p. 31).

Na maioria das escolas o que ainda observamos é um ensino de Física que não é capaz de provocar curiosidades no aluno; não propicia a apreensão de saberes de forma que venha a formular novos questionamentos acerca do assunto estudado, pois os assuntos e temas trabalhados encontram-se distantes da realidade dos alunos e não correspondem às suas expectativas.

Desse modo, os professores tentam encontrar a origem do problema e, nessa busca, acabam encontrando vários fatores atrelados a essa realidade, a partir de então, procuram desenvolver métodos e ações em busca da melhoria desse quadro caótico, objetivando dar significado às aulas de Física, e grande parte entende que a solução está na “confirmação” das teorias estudadas em sala de aula e optam por trabalhar a experimentação e, por conseguinte, dar uma aplicabilidade ao que se afirmam nas leis e teorias apresentadas nas aulas teóricas.

2.2. A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA: POR UMA RUPTURA ENTRE A ABORDAGEM TRADICIONAL E A ABORDAGEM PROBLEMATIZADORA

O uso do laboratório numa perspectiva tradicional não provoca um impacto positivo no que concerne ao processo de ensino e aprendizagem, uma vez que serve apenas para que o aluno realize atividades práticas que envolvem medidas e observações relativas a fenômenos escolhidos unicamente pelo professor. No laboratório tradicional tudo já está pronto, bastando ao estudante apenas seguir roteiros a fim de verificar, por exemplo, a validade de uma determinada lei científica que foi apresentada nas aulas teóricas, ou seja, uma atitude que objetiva apenas testar a teoria. Neste sentido, pesquisadores da área de ensino de ciências defendem o uso do laboratório numa perspectiva que instigue a curiosidade e a criticidade dos alunos na ação da sala de aula, de maneira que os mesmos atuem como sujeitos ativos ao processo de construção do conhecimento científico (BORGES, 1997; GALIAZZI et al., 2001; PINHO ALVES, 2002; MONTEIRO, 2005). Assim, trazemos nesse tópico uma breve

discussão acerca do laboratório didático com foco mais especificamente na abordagem experimental problematizadora.

2.2.1 O laboratório didático e o ensino de Física

Quando se pensa em aulas de Física, a grande maioria das pessoas defende a ideia de que para se ter êxito na aprendizagem dos conteúdos estudados, se faz necessário o uso de laboratórios, em que poderão ser realizados experimentos didáticos. Até mesmo para muitos professores, sejam eles do ensino fundamental ou médio, as dificuldades existentes na aprendizagem das ciências se devem à falta de atividades experimentais nas salas de aula (BORGES, 1997; HODSON, 1994). Muitos deles enxergam como benefícios proporcionados pelo uso de experimentos nas aulas de ciências a comprovação de teorias, uma melhor e mais fácil compreensão dos conteúdos, incentivo à curiosidade dos alunos e aumento da aprendizagem dos mesmos (GALIAZZI et al., 2001; GIORDAN, 1999).

Para Borges (1997), no contexto brasileiro essa importância que os professores conferem às atividades experimentais não se fundamenta, uma vez que a realidade do cotidiano escolar denuncia uma quase que total ausência das mesmas, muitas vezes sob a desculpa de simplesmente as escolas não possuírem laboratórios, o que não justifica tendo em vista que para a realização de atividades práticas não se requer obrigatoriamente um ambiente equipado de aparelhos sofisticados.

O ambiente do laboratório pode ser substituído pela sala de aula e as aulas de atividades experimentais serem realizadas com o uso de materiais de baixo custo. Logo, não há como sacramentar a eficiência dessas atividades. Ele ainda argúi que, mesmo em países com tradição no uso de atividades experimentais no ensino de ciências, não tem sido verificado a eficiência dessas atividades na aprendizagem.

Podemos identificar um outro grave problema que engessa a prática docente e traz dificuldades à aprendizagem, é a roteirização criada por parte dos professores do experimento didático, impossibilitando o aluno de conseguir elaborar etapas, estratégias e de testar mecanismos/hipóteses.

Na contramão das concepções apresentadas por muitos professores em relação aos benefícios oferecidos à aprendizagem pela experimentação, está o fato de que geralmente as práticas experimentais se resumem à observação e manuseio de aparatos pelos estudantes (MONTEIRO, 2005). Essa postura pouco ou nada contribui para o desenvolvimento da

aprendizagem destes. Para Borges (2002), o manuseio de aparatos experimentais não garante que os objetivos educacionais sejam alcançados, fazendo-se necessário uma redefinição dos objetivos em relação aos mesmos.

Diante do quadro em que o experimento didático é utilizado não muito mais que para a observação e manuseio de aparatos, existe a necessidade de que haja maiores discussões em torno da importância que o mesmo pode apresentar para a aprendizagem bem como de entendimentos e sugestões acerca de como podem contribuir para a construção do conhecimento e para o desenvolvimento cognitivo do aluno.

O professor ao trabalhar com uma proposta voltada para o uso do laboratório de Física precisa se questionar como transformar esse ferramental em instrumento de aprendizagem significativa. Deve-se buscar novas possibilidades de utilizar as atividades práticas de forma criativa e com objetivos bem definidos que possibilitem a compreensão e eficácia de sua execução.

Ao fazer uso do laboratório, o professor de Física deve estar atento ao fato de que são diversos os obstáculos que se impõem e transformam as práticas experimentais em ações desestimulantes, cansativas e vistas como sem aplicações diretas. As propostas experimentais precisam contemplar de forma efetiva os conceitos físicos com a finalidade de se tornar uma ferramenta facilitadora da aprendizagem durante a execução das aulas.

Utilizar experimentos didáticos com a finalidade de comprovar teorias e oferecer apenas a observação e manuseio de equipamentos revela falta de compreensão da natureza da ciência por parte do professor e favorece a fixação de uma visão de ciência infalível e totalmente verdadeira.

Para Silva (2002), trabalhar as práticas em sala de aula sob uma ótica investigativa contribui para a mudança da concepção, adotada muitas vezes, de que as práticas de laboratório devam ser meras ilustrações da teoria. Não devemos prezar pelo ensino tecnicista, mas por uma proposta em que se possa dar abertura às investigações, discussões dos conceitos, suas aplicações e validades. Defendemos a ideia de que o laboratório de Física deve servir de meio para que o estudante explore as relações entre a realidade e as teorias científicas e valorize o trabalho em grupo.

O ensino numa concepção empirista vem sofrendo várias críticas e desconfiças quanto à promoção de um bom desempenho na aprendizagem dos conteúdos. Isso porque ao se considerar o processo ensino-aprendizagem, o aluno não mais é visto apenas como receptor e reproduzidor dos conteúdos ensinados pelo professor. Ao contrário, a postura atualmente

defendida é de que esse aluno é um membro responsável em parte pela construção do seu próprio conhecimento.

Para Pinho Alves (2002) devido à argumentação organizada e coerente por parte de seus autores, a concepção construtivista é de fácil aceitação estendendo-se nas diferentes esferas do saber, favorecendo o uso de transposições didáticas que permitirá o uso do laboratório didático como elemento mediador do processo de ensino dos conteúdos de Física.

Ainda de acordo com a visão de Pinho Alves (2002) assim se justificativa o uso do laboratório didático:

Uma das principais razões que justificam o laboratório didático certamente é o “tratamento” das ideias prévias. Por meio do laboratório didático, se torna possível, através de um diálogo questionador, perceber quais as argumentações utilizadas pelos estudantes para explicar o fenômeno envolvido. As diferentes argumentações permitirão ao professor mapear quais os equívocos de interpretação. Cria-se, então, uma oportunidade importante para o professor, que pode discutir tais ideias prévias, colocando-as em cheque concretamente. (PINHO ALVES, 2002, p. 4).

O mesmo autor ainda acrescenta que a atividade experimental deve ser entendida como um objeto didático, produto de uma Transposição Didática de concepção construtivista da experimentação e do método experimental e que, portanto, não pode mais ser visto como um objeto a ensinar.

2.2.2 A abordagem experimental problematizadora

O experimento didático deve ser trabalhado numa perspectiva que favoreça o abandono por parte do aluno da postura passiva em que apenas recebe e segue as informações sem questioná-las e, ainda permitir que esse aluno consiga analisar os instrumentos experimentais utilizados, argumentar e apresentar sugestões que visem o aprimoramento e aumento de sua eficácia, além de ser desafiado a resolver problemas. As atividades experimentais podem possibilitar a investigação e por meio do confronto das concepções das ideias que os estudantes trazem, permitir a construção do conhecimento científico.

Monteiro (2005) apresenta algumas alternativas sugeridas por Gil Pérez e Valdés Castro (1996) para a incorporação de alguns aspectos da atividade científica ao experimento didático. São eles: apresentar aos estudantes situações abertas e com um nível de dificuldade adequado; favorecer a reflexão acerca da relevância de situações do cotidiano, inclusive das possíveis implicações relacionadas com Ciência, Tecnologia e Sociedade; potencializar análises qualitativas dos próprios experimentos; colocar a emissão de hipóteses como

atividade central da investigação científica; possibilitar a análise de resultados à luz do conhecimento disponível, dentre outras.

A fim de dar significado à utilização do experimento didático, além do que já foi exposto, podemos destacar a necessidade de discussão do mesmo junto aos alunos e, em especial, quando a atividade experimental não corresponder às expectativas do estudante quanto aos resultados esperados. Acerca disso, Borges (2002) enfatiza:

As causas do erro não são investigadas e uma situação potencialmente valiosa de aprendizagem se perde, muitas vezes por falta de tempo. Neste sentido, o que se consegue no laboratório é similar ao que se aprende na sala de aula, onde o resultado se torna mais importante que o processo, em detrimento da aprendizagem. (BORGES, 2002, p. 300).

É preciso que as práticas de laboratório ofereçam aos alunos oportunidades de mudanças de suas concepções e modelos prévios, que despertem suas capacidades de investigações e desenvolvam habilidades de elaboração de estratégias frente a problemas propostos.

Ao desenvolver atividades experimentais, o professor precisa estar ciente de que nem todos os alunos envolvidos nessas práticas farão as mesmas observações e terão a mesma compreensão dos fenômenos ali envolvidos, tendo em vista que a percepção de uma pessoa está fortemente ligada ao seu conhecimento prévio, adquirido através de suas experiências sócio-culturais e às suas expectativas (CHALMERS, 1993).

Para Borges (2002),

O trabalho no laboratório pode ser organizado de diversas maneiras, desde demonstrações até atividades prático-experimentais dirigidas diretamente pelo professor ou indiretamente, através de um roteiro. Todas podem ser úteis, dependendo dos objetivos que o professor pretende com a realização das atividades propostas. Uma alternativa que temos definido há mais de uma década, e mais recentemente temos investigado e utilizado com nossos alunos, consiste em estruturar as atividades de laboratório como investigações ou problemas práticos mais abertos, que os alunos devem resolver sem a direção imposta por um roteiro fortemente estruturado ou por instruções verbais do professor. (...). (BORGES, 2002, p. 22).

Basicamente, existem dois tipos de condução de uma atividade experimental: ilustrativa e investigativa (GIORDAN, 1999). De acordo com Francisco Jr.(2008),

A experimentação ilustrativa geralmente é mais fácil de ser conduzida. Ela é empregada para demonstrar conceitos discutidos anteriormente, sem muita problematização e discussão dos resultados experimentais. Já a experimentação investigativa, por sua vez, é empregada anteriormente à discussão conceitual e visa obter informações que subsidiem a discussão, a reflexão, as ponderações e as explicações, de forma que o aluno compreenda não só os conceitos, mas a diferente

forma de pensar e falar sobre o mundo por meio da ciência. (FRANCISCO JR., 2008, p. 34)

A fim de auxiliar e orientar o professor na execução de suas aulas quer sejam elas natureza teórica ou experimental, aulas estas que fazem uso de situações problematizadoras, Delizoicov (1991) sugere três momentos pedagógicos: a) problematização inicial; b) organização do conhecimento; e c) aplicação do conhecimento, nesta sequência.

A problematização inicial é o momento em que são apresentadas questões e/ou situações para que os alunos discutam entre si e juntamente com o professor. Essa etapa consiste em apresentar situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que possuem ligação com o conteúdo a ser introduzido, mas que não conseguem interpretar de forma completa possivelmente por não possuírem conhecimentos científicos suficientes (DELIZOICOV & ANGOTTI, 1994, p. 29). É uma forma eficiente de realizar sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos em relação ao tema abordado. A discussão problematizadora poderá provocar no aluno a necessidade de obter outros conhecimentos que ainda não possui.

O segundo momento, organização do conhecimento, caracteriza-se pela etapa da aula em que serão estudados de forma sistemática sob a orientação do professor, os conhecimentos da Física necessários à compreensão das situações iniciais apresentadas.

Já o terceiro e último momento (aplicação do conhecimento) é reservado à sistematização do conhecimento onde o aluno ao adquiri-lo utiliza-o para analisar e interpretar tanto as situações iniciais como também outras que vierem a surgir e que podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

Seguindo as ideias de Delizoicov (1991), podemos inferir que a experimentação problematizadora deve estar presente em no mínimo um dos três momentos pedagógicos descritos, podendo fazer parte se desejado, dos três momentos.

Para promover aulas experimentais numa abordagem problematizadora, o professor precisa estar ciente de que uma determinada atividade proposta não conseguirá assegurar um mesmo resultado para todos os alunos envolvidos. O nível de compreensão de uma determinada situação não é igual em toda a turma onde a mesma é formalizada. Dessa forma, nem todos os alunos ocupam o mesmo patamar de compreensão e domínio de um determinado assunto ou situação. A escolha dessas atividades precisa ser muito bem planejada, pois, no campo da problematização, devemos atentar para o fato de que uma situação que se mostra como um problema para uma pessoa pode ser entendida como um simples exercício para outra. Então, ao se propor uma atividade experimental, o professor

precisará avaliar qual o potencial problematizador que o referido experimento oferece, a fim de evitar a não compreensão dos fenômenos envolvidos por uns e, ao mesmo tempo, causar desestímulo em outros.

2.3. EXPERIMENTANDO COM O ELETROMAGNETISMO: DA TEORIA AO EXPERIMENTO DIDÁTICO

2.3.1 O Eletromagnetismo

No entendimento de alguns autores, a maneira como o ensino do Eletromagnetismo é trabalhado em sala de aula há muito já não traz significado aos alunos nem contribui para a aprendizagem destes. Sendo assim, os professores precisam repensar suas práticas e buscar estratégias de ensino que venham dar mais qualidade ao processo e direcionar de forma mais efetiva os conceitos abordados nesse ramo da Física. Muitos estudiosos já defendem um ensino de Física estruturado em conceitos de forma que se trabalhe a natureza daquilo que se estuda criando um ambiente onde é possível fazer discussões dando condições para a construção de uma aprendizagem sólida com a qual os alunos consigam relacionar as teorias da Física ao mundo real. Existe o entendimento por parte de muitos teóricos de que é preciso dar mais ênfase à fenomenologia e não ao uso de equações.

De acordo com Silva (2002), o desenvolvimento de atividades utilizando metodologias tradicionais e incompatíveis com os objetivos traçados para uma determinada aula e/ou com um conteúdo estudado não é uma realidade exclusiva do ensino médio, mas está presente também no ensino superior. Ele cita o fato de nas universidades, especificamente nas aulas de laboratório onde se realizam e discutem-se experimentos de eletromagnetismo, o aluno ser colocado diante de experimentos geralmente com graus de dificuldades superiores aos experimentos realizados nas disciplinas básicas e que, dependendo da forma como são abordados, poderão contribuir para que o aluno se distancie dos conceitos que o professor objetiva trabalhar.

A abordagem do eletromagnetismo encontrada nos livros didáticos contribui para o entendimento de uma ciência construída de forma linear. Não faz menção à história do eletromagnetismo e quando o faz, é de maneira desconexa e muitas vezes mitológica e extraordinária tratando seus envolvidos como “super mentes” e pessoas autossuficientes. Este é um dos principais aspectos que precisa ser discutido em sala de aula para que haja uma

melhor compreensão dos conceitos. Defendemos em nosso trabalho um tratamento experimental de forma a servir como instrumento para o professor realizar a mediação com a finalidade de se conseguir o entendimento de conceitos.

Para melhor compreensão dos fenômenos eletromagnéticos é preciso que se tome conhecimento de como seus conceitos evoluíram na história. Reservaremos esse espaço para fazermos um breve levantamento da dinâmica da evolução desses conceitos bem como de algumas expressões matemáticas que os firmam. Não pretendemos desenvolver um trabalho de cunho essencialmente histórico apresentando e discutindo todo o desenvolvimento e controvérsias que existiram durante os estudos de um determinado fenômeno, a elaboração de teorias sobre os mesmos e as controvérsias que se desencadearam entre seus autores no que concerne a acontecimentos surgidos em patentes de aplicações tecnológicas, conseqüências das teorias elaboradas. Dessas disputas que existiram, exploraremos a partir do vídeo que será exibido numa das aulas as divergências entre Nikola Tesla (1856-1943) e Thomas Edson (1847-1931) pela adoção do tipo de corrente que apresentasse menor custo de produção e que pudesse ser gerada para uma grande demanda. Buscamos nos amparar na História da Ciência dando maior ênfase a como e por quem foram construídas algumas teorias, destacando a natureza da Ciência e suas aplicações. Utilizaremos como auxiliar na abordagem histórica aqui apresentada, artigos científicos, livros e parte do relato trazido pelo vídeo *História da eletricidade – A era da invenção* que se encontra indicado na nossa proposta de ensino. No entanto, neste trabalho, será dada maior ênfase à abordagem trazida pelo vídeo.

Até o final do século XVII nada se sabia sobre a natureza da relação entre fenômenos elétricos e magnetismo. É extremamente comum que o estudante ao iniciar seus estudos sobre o Eletromagnetismo, tome conhecimento a partir dos livros didáticos de que a relação entre eletricidade e magnetismo foi evidenciada de maneira totalmente casual reservando a Hans Christian Oersted (1777-1851) um simples momento de sorte e que assim como ele, qualquer outra pessoa poderia ter tido a sorte de realizar primeiro a mesma façanha. No entanto, podemos entender que a constatação da relação entre eletricidade e magnetismo não aconteceu por um típico momento de sorte e que sua compreensão não ocorreu de forma tão rápida e simples. Martins (1986), assim afirma:

A análise cuidadosa desse episódio histórico mostra no entanto ser necessário muito mais do que sorte para a descoberta do eletromagnetismo, e que mesmo o estudo qualitativo do fenômeno, desenvolvido por Oersted, foi dificultado por uma série de ideias pré-concebidas existentes: as próprias propriedades de simetria do fenômeno eram extremamente revolucionárias, no contexto da época. (MARTINS, 1986, p. 89).

De certa forma a relação entre eletricidade e magnetismo já era percebida, porém não bem compreendida antes da experiência de Oersted. De acordo com Martins (1986) essa relação já era conhecida pelo menos três séculos antes de Oersted uma vez que era fato que durante tempestades a agulha da bússola sofria variação na sua direção e que por ação de raios sua polaridade podia ser invertida.

Benjamin Franklin (1706-1790) estudou relatos de que faíscas e raios durante tempestades provocavam alterações na direção das agulhas de bússolas e que utensílios metálicos tais como facas e colheres adquiriam propriedades magnéticas. Seguindo essas ideias, Franklin em 1750 conseguiu imantar agulhas de costura através de descargas elétricas produzidas por garrafas de Leyden. Todos esses fatos levantavam indícios de que poderia haver uma união entre Eletricidade e Magnetismo. Porém, tais situações não estavam bastante claras. Segundo Rocha, et al. (2002) era comum naquela época cientistas escreverem cartas para amigos expondo suas ideias. Portanto, Benjamin Franklin escreveu uma carta datada de 10 de março de 1773, onde discutia a analogia entre esses dois ramos da Física.

Em relação ao magnetismo que parece ser produzido pela eletricidade, minha opinião real é que esses dois fenômenos (poderes) da natureza não possuem afinidade mútua e a aparente produção do magnetismo [pelas descargas elétricas] é puramente acidental. (FRANKLIN, 1773 apud ROCHA, et al., 2002, p. 247).

Após a repetição de experimentos para magnetização de agulhas de costura através de descargas elétricas com o uso de garrafas de Leyden por diversos outros cientistas e também por Franklin, descobriu-se que essas agulhas se magnetizam não por causa das descargas elétricas nelas produzidas e sim, devido ao campo magnético da Terra. As descargas elétricas apenas auxiliavam o processo (MARTINS, 1986).

Diante da não compreensão dos fenômenos vivenciados que envolviam a magnetização por descargas elétricas, outras teorias passaram a surgir. Na época, vários outros experimentos de naturezas diversas como os que tentavam demonstrar efeitos “magnetismo-químicos” foram realizados. No entanto, todos trouxeram foi mais confusão e irregularidades. Apresentaremos, portanto, um relato que discorre acerca de como se deu o processo que culminou com a constatação de que realmente existe relação entre o magnetismo e a eletricidade.

Podemos destacar o fato de que o estabelecimento da relação entre eletricidade e magnetismo possibilitou a geração de energia elétrica em quantidades quase que imensuráveis, permitindo seu uso por grande parte da população trazendo desenvolvimento e conforto. O nosso conhecimento sobre eletricidade foi aprofundado graças a Michael Faraday

(1791-1867), tendo seu nome se tornado importante devido as suas contribuições dadas ao estudo do eletromagnetismo.

Michael Faraday nasceu em 22 de setembro de 1791, em Newington Butts, Surrey. Aos cinco anos se mudou com a família para Londres. Nessa época, estava acontecendo a Revolução Francesa e a Inglaterra sofria com as conseqüências dessa Revolução. Filho de um ferreiro, as condições financeiras da sua família na época eram ruins e, portanto, Faraday não recebeu uma boa formação básica o que lhe permitiu aprender apenas o necessário para ler, escrever e um pouco de Matemática. Aos 13 anos, foi trabalhar para G. Riebau em sua livraria transportando o material e ajudando nas encadernações (MARTINS, 2004).

Mesmo sem nunca ter chegado à universidade sempre estava aprendendo, uma vez que tinha fascínio pela Ciência. Trabalhava pesado na função que exercia na livraria. No entanto, aproveitava o contato que mantinha com os livros para ler toda a literatura científica que lhes estivesse disponível e, então, conseguir melhorar sua formação. Ele possuía grande interesse em aprender coisas novas e estava sempre a procurar respostas para o porquê das coisas serem da forma como eram.

Apesar de estar sempre lendo artigos científicos, não se sentia satisfeito com as teorias e tinha grande anseio por ver experimentos com os próprios olhos. A oportunidade que ele tanto almejava finalmente chegou quando em 1812, recebeu um convite para assistir a uma série de quatro conferências do químico inglês Humphry Davy (1778-1829), no Instituto Real da Gran-Bretanha. Esse acontecimento mudou totalmente a vida do jovem Faraday. Entusiasmado com o que estava presenciando na palestra, decidiu que na sua vida queria se dedicar ao aprofundamento da Ciência e, então, anotou tudo com bastante cuidado e enviou uma cópia para Davy onde aproveitou para pedir-lhe um emprego em qualquer função que se relacionasse com a Ciência. Um ano após, devido à demissão de um assistente, Faraday aos 22 anos conseguiu o emprego sendo nomeado por Davy, assistente do Instituto Real.

Tendo Davy como seu mestre e chefe, Faraday estudou Química em sua completude e ainda pode acompanhá-lo em viagens como as de 1813 em que passou pela França, Itália e Suíça, onde conheceu cientistas de diversas áreas o que possibilitou modificar sua forma de tratar os problemas científicos. Por vários anos, pode auxiliar Davy em seus estudos de Química o que lhe rendeu uma enorme habilidade experimental. Até o ano de 1820, Faraday não havia se empenhado em pesquisas físicas. No entanto, neste mesmo ano, a publicação da constatação do Eletromagnetismo por Oersted em um artigo, provocou um grande interesse na comunidade científica da época e também Davy começou a investigar o assunto. Realizou

diversos experimentos, tendo Faraday como seu assistente possibilitando seu primeiro contato com o eletromagnetismo.

O Cientista dinamarquês Hans Christian Oersted estudava as interações da eletricidade e do magnetismo quando percebeu que ao passar uma corrente elétrica por um fio de cobre e ao aproximá-lo de uma agulha de bússola magnética, a mesma girava. Esse acontecimento para ele foi empolgante, pois havia demonstrado pela primeira vez que uma corrente elétrica pode criar uma força magnética unindo assim, a Eletricidade e o Magnetismo, hoje chamado de Eletromagnetismo.

A observação de Oersted despertou novas investigações nos campos da Eletricidade. Podemos observar diversas pesquisas conduzidas por cientistas utilizando experimentos elétricos a fim de conseguirem estabelecer novas ligações entre a eletricidade e outras forças da natureza.

De acordo com Martins (1986), Oersted tinha motivos além dos científicos para acreditar na unidade das forças naturais, pois era adepto da Naturphilosophie – corrente filosófica que considerava a natureza um ser orgânico e que a matéria e os fenômenos naturais seriam derivados da polaridade e da existência da dualidade de forças de atração e repulsão. Essa concepção levou Oersted a acreditar numa íntima relação entre eletricidade, magnetismo, calor e luz.

Acredita-se que a história da observação acidental por Oersted, já mencionada anteriormente, tenha se disseminado devido ao conteúdo de uma carta que um participante de um curso sobre eletricidade e magnetismo ministrado por Oersted na Universidade de Copenhague, chamado Hansteen escreveu a Faraday onde relata a surpresa de Oersted ao verificar a oscilação veemente da agulha de uma bússola quando colocada sobre um fio condutor ligado a uma forte pilha de Volta. No entanto, mesmo que essa seja a versão mais conhecida, o próprio Oersted escreveu um artigo que foi publicado em 1827 no qual conta uma versão bastante diferente da descrita por Hansteen, de onde se depreende que Oersted não usou uma forte pilha na execução de suas experiências preliminares durante a aula; a agulha magnética não oscilou fortemente, mas fracamente a ponto de não impressionar a plateia; a direção do fio seja qual for a utilizada, não foi obra do acaso tendo em vista que Oersted se convenceu de que o efeito magnético não poderia ser paralelo ao fio; dentre outras observações (MARTINS, 1986).

Ainda no ano de 1820, ele retoma a experiência de forma mais cuidadosa em que utiliza um aparelho galvânico mais potente e consegue verificar que a circulação da corrente

causa uma deflexão numa agulha magnetizada e, assim, fica evidente a ligação entre eletricidade e magnetismo e a sua unificação dando origem ao eletromagnetismo.

A observação de Oersted teve grande repercussão na época. O físico e matemático francês André-Marie Ampère (1775-1836) foi um dos primeiros a ter conhecimento da experiência de Oersted. Ao se dedicar ao estudo do referido fenômeno, chegou a verificar que dois fios ao serem percorridos por correntes elétricas interagem entre si passando a sofrerem a ação de uma força que pode ser de natureza atrativa ou repulsiva a depender do sentido dessas correntes.

Faraday também se interessou por estudar o fenômeno do eletromagnetismo e, no Instituto Real, recriou o trabalho de Oersted permitindo-lhe dar os primeiros passos rumo à fama e à fortuna. Através de suas pesquisas, concluiu pela existência de um fluxo de forças atuando entre o fio e a agulha da bússola. Para demonstrar o que havia concluído, desenvolveu um dispositivo que posteriormente ocasionou a mudança do rumo da História. Esse dispositivo era um circuito composto de uma pilha, dois fios e uma vasilha contendo mercúrio. O circuito passava por duas hastes de cobre e um fio ficava pendurado sobre o mercúrio. Devido o fato de o mercúrio ser um ótimo condutor elétrico, ele completava o circuito. A corrente ao passar pelo circuito gerava um campo circular de força magnética em torno do fio interagindo com o magnetismo de um ímã permanente que Faraday havia colocado no meio do recipiente com mercúrio. Juntos, forçavam o fio a se mover. Dessa forma, Faraday provou que essa “força invisível” realmente existe uma vez que ele estava a observar os efeitos dela: o movimento circular, convertendo energia elétrica em movimento contínuo. Estava criado o primeiro motor elétrico (SILVA & GUERRA, 2015, p. 57-60).

Faraday aprofundou ainda mais a descoberta das rotações eletromagnéticas ao demonstrar, em 1821, uma espécie de relação entre eletricidade, magnetismo e movimento. Ele explorou exaustivamente essa relação e propôs para ele mesmo um desafio ainda mais difícil: usar magnetismo e movimento para gerar eletricidade. Tanto empenho, entrega e determinação produziram resultado e, em 17 de outubro de 1831, ao movimentar um ímã para dentro e para fora de uma bobina de fio detectou uma minúscula corrente elétrica na bobina que se movia pra um lado e depois para o outro. Faraday sabia que havia descoberto algo. Alguns dias após, ele realizou um experimento equivalente ao de movimentar uma chapa de cobre por um campo magnético. Na época ele não sabia, mas enquanto o disco girava no campo magnético, bilhões de elétrons carregados negativamente desviavam do movimento circular que lhes deu origem e se deslocavam para a extremidade fazendo com que a carga negativa aumentasse na extremidade do disco ao tempo em que a carga positiva ficava no

centro e, ao conectar o disco a fios, os elétrons fluíam numa corrente estável gerando um fluxo contínuo de corrente elétrica. Ao contrário de uma pilha, essa corrente fluía enquanto o disco de cobre permanecia girando. O que se pode observar é que ele conseguiu criar energia elétrica a partir da energia mecânica. Faraday descobriu a indução, descoberta esta de suma importância que gerou efeitos profundos para a compreensão da eletricidade e tecnologia do século XIX.

Ao dar continuidade às suas pesquisas enquanto cientista, Faraday observou de forma experimental um fenômeno, chamado de efeito Faraday, o qual passou a dar indícios de que outro ramo da Física também formaria uma relação de união com os já unificados Eletricidade e Magnetismo: a Óptica. O efeito Faraday é um fenômeno de polarização da luz, em que, ao passar através de um meio isotrópico imerso num intenso campo magnético a luz tem seu plano de polarização modificado pelo campo magnético.

Essa unificação acontece em 1864 com James Clerk Maxwell (1831-1879). As chamadas equações de Maxwell preveem a existência de ondas eletromagnéticas e que a luz é uma onda eletromagnética.

Em 1864 Maxwell unificou a teoria Elétrica com a Magnética, numa única teoria denominada teoria Eletromagnética. A base dessa teoria é um conjunto de quatro equações denominadas Equações de Maxwell¹. São elas na forma integral:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0} \text{ (Lei de Gauss da eletricidade)} \quad (1)$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0 \text{ (Lei de Gauss do magnetismo)} \quad (2)$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt} \text{ (Lei de Faraday)} \quad (3)$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I - \frac{d\Phi_E}{dt} \text{ (Lei de Àmpere-Maxwell)} \quad (4)$$

Temos que:

- **Lei de Gauss da eletricidade**

¹ Deve-se atentar para o fato de que as Equações de Maxwell aqui apresentadas, não estão na forma como originalmente foram concebidas. As mesmas passaram por várias mudanças até chegarem nas expressões aqui utilizadas.

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

Essa lei afirma que o fluxo elétrico total através de qualquer superfície fechada é igual à carga líquida contida dentro dessa superfície, dividida por ϵ_0 . Ainda descreve como ocorre a criação de campos elétricos a partir das cargas.

- **Lei de Gauss do magnetismo**

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$

A partir dessa expressão podemos inferir que o fluxo magnético através de uma superfície fechada é nulo. Logo, conclui-se que o número de linhas de campo magnético que entram num volume fechado é igual ao número de linhas que deixam o volume. Conseqüentemente, implica dizer que não existem monopolos magnéticos. De fato não se observa polos magnéticos isolados na natureza.

- **Lei de Faraday**

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

Essa lei demonstra como um campo magnético variável faz surgir um campo elétrico.

- **Lei de Ampère-Maxwell**

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} + \mu_0 I$$

Essa quarta e última equação é uma forma generalizada da lei de Ampère e descreve a relação entre um campo magnético e a corrente elétrica que o originou. Em outras palavras, estabelece que uma corrente elétrica ou um campo elétrico variáveis criam um campo magnético.

Esse conjunto de equações juntamente com a equação da força de Lorentz faz uma descrição clássica completa das interações eletromagnéticas.

A formulação das equações de Maxwell prevê a existência das ondas eletromagnéticas. Essas equações revelam que na existência de um campo magnético variável, surgirá nas proximidades um campo elétrico. Maxwell deduziu que se um campo magnético variável induz um campo elétrico, o campo elétrico pode por si só ser variável e irá por sua vez, produzir um campo magnético. Como o campo magnético assim produzido também é variável, induzirá a produção de um campo elétrico variável, e assim por diante, conforme pode ser visto abaixo na Figura 1.

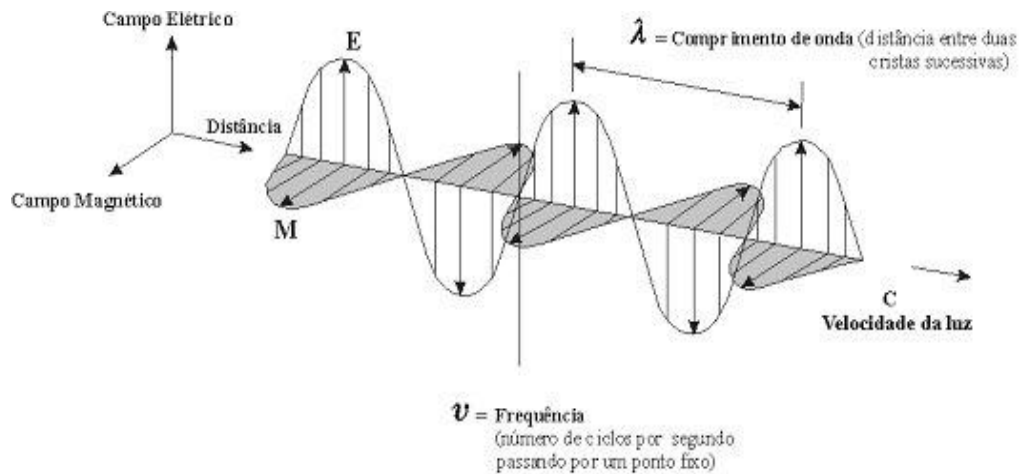


Figura 1. Representação da propagação de uma onda eletromagnética

Fonte: <http://www.guia.heu.nom.br/ondas.htm>

Se em qualquer instante dividirmos a intensidade do campo elétrico pela intensidade do campo magnético de uma onda eletromagnética, obteremos um valor que se caracteriza como a velocidade de propagação da mesma.

$$\frac{E}{B} = c$$

O valor que se obtém, corresponde a

$$c = \frac{1}{\epsilon_0 \mu_0} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Como esse resultado é idêntico ao valor da velocidade de propagação da luz no vácuo, valor este que já era conhecido na época de Maxwell, pôde-se concluir que a luz era uma onda eletromagnética.

No vácuo todas as ondas eletromagnéticas se propagam com velocidade constante e igual a aproximadamente 3.10^8 m/s.

Enquanto Faraday prosseguiu no seu trabalho tentando compreender a natureza da eletricidade, inventores de toda a Europa estavam pouco interessados pelo lado científico da coisa e, extremamente determinados a descobrir como a eletricidade poderia lhes gerar fortuna. O fato é que, no geral, ninguém estava interessado com o que a eletricidade era. Se era uma força, se era um fluido ou se era uma energia, nada disso causava interesse. Apenas, todos se interessavam pelos desdobramentos práticos da eletricidade e, assim, passaram a fazer outro questionamento: como usar a eletricidade?

O primeiro dispositivo que possibilitou a saída da eletricidade do laboratório e entregá-la nas mãos de pessoas comuns, foi o telégrafo. O segredo para entender o funcionamento do telégrafo é compreender a constituição e funcionamento de um ímã especial: o eletroímã, que é um ímã criado por uma corrente elétrica. Os desenvolvedores dos primeiros eletroímãs foram o inglês William Sturgeon (1783-1850) e o americano Joseph Henry (1797-1878). Eles, assim como Faraday, descobriram que ao enrolar o fio a corrente produzida pelo ímã em movimento se intensificava e que aumentar o número de voltas nos fios condutores fazia surgir um campo magnético mais. Para verificar os efeitos desse campo magnético produzido pela corrente elétrica por um eletroímã, basta realizar uma experiência bastante simples que consiste em espalhar limalhas sobre um ímã. Se produzirmos uma pequena agitação, poderemos ver a limalha de ferro seguindo os contornos do campo permitindo a visualização dos efeitos do magnetismo. Henry e Sturgeon descobriram ainda, que podiam tornar um eletroímã mais forte colocando certos tipos de metal dentro da bobina eletromagnética (SILVA & GUERRA, 2015, pp 39-55). O ferro é muito eficiente nessa finalidade. Isso acontece porque o ferro se comporta como se fosse formado por inúmeros ímãs minúsculos apontando para direções aleatórias. Ao passar a corrente elétrica pelo fio, todos esses “minúsculos ímãs” se combinam e de forma cumulativa somam a força do eletroímã. Henry construiu um eletroímã capaz de levantar uma tonelada e meia de metal. Esses fenômenos não foram capazes de provocar mudanças significativas no mundo. No entanto, observou-se que ao colocar um eletroímã num local muito mais distante ligado à extremidade de um cabo, de repente algo aconteceu com um simples comando. Conseguiu-se, então, desenvolver a habilidade de controlar ímãs a distância. Essa sim foi uma das

descobertas mais úteis relativas ao eletroímã. Conclui-se, portanto, que se a eletricidade podia se tornar visível estando distante da fonte original de energia, tínhamos aí uma fonte de comunicação “instantânea”.

Em meados dos anos 1840, Samuel Morse (1791-1872) desenvolveu um sistema de mensagens baseado na duração com que um circuito elétrico era ligado ou desligado gerando pontos e traços. Um pulso longo de corrente equivalia um traço e um sinal curto a um ponto. Essa criação permitiu que mensagens fossem enviadas e recebidas por meio de um código simples. O advento do telégrafo elétrico tornou as comunicações processos bem mais simples de se realizarem. Os primeiros comentários da época atentam para o fato de a eletricidade e o telégrafo estarem tornando o mundo um lugar menor. No entanto, só efetuava transmissões em terra firme. Nos anos 1850 criaram-se bases terrestres de cabos telegráficos cruzando a Europa e os Estados Unidos. Mas, o sonho de comunicação “instantânea” global parecia não ser possível, o que trazia frustrações aos desejosos e idealizadores de tamanho feito. A razão para tal era a inexistência de cabos capazes de levar mensagens entre as duas maiores nações da época: Inglaterra e Estados Unidos. Existiam dois grupos de especialistas, um que estava convencido de que um cabo que cruzasse o Atlântico era impossível e outro, que discordavam e sabiam que se resolvessem tal problema poderiam ganhar muito dinheiro.

Ainda nos anos 1850, um empresário americano juntamente com engenheiros britânicos uniram forças para provar que tal feito poderia ser realizado. Foram realizadas diversas tentativas, todas sem êxito. O que se via, eram cabos pesados que terminavam se rompendo em mares revoltos e tempestades. Finalmente, em 29 de julho de 1858, dois cabos foram unidos em pleno oceano Atlântico. Como um cabo com toda essa extensão seria pesado demais para ser levado por um navio, uma extremidade foi levada a New Wonderland e a outra, ao sudoeste da Irlanda e, após seis dias estava pronto o primeiro elo direto entre as duas nações do mundo. O projeto foi considerado altamente exitoso e uma mensagem formal foi enviada pela rainha Vitória (1819-1901) ao presidente dos Estados Unidos, James Buchanan (1791-1868) parabenizando o feito. Mas, as comemorações ainda nem haviam acabado quando tudo começou a dar errado: a mensagem original da rainha Vitória tinha apenas noventa e oito palavras, mas demorou dezesseis horas para ser transmitida; os operadores telegráficos do outro lado acharam muito difícil decifrar a mensagem; os sinais elétricos recebidos eram confusos e estavam distorcidos e ficavam pedindo sem parar para que as palavras fossem repetidas. Estava claro que fazer uma transmissão através do Atlântico não seria algo tão direto quanto se esperava. Nos dias seguintes muitas mensagens foram trocadas, mas, as que chegavam a New Wonderland eram quase indecifráveis. O que se obtinha era

uma confusão de pontos e traços. Percebeu-se que havia um problema sério com o cabo que só piorava. O cabo utilizado em 1858 nunca foi totalmente concertado e seu fim se deu quando o engenheiro Wildman Whitehouse (1816-1890) erroneamente acreditou que apenas bastava aumentar a voltagem do sinal para as mensagens chegarem a New Wonderland. O cabo simplesmente parou de funcionar! Na época fazia sentido aumentar a voltagem através de pilhas mais potentes, pois a maioria dos especialistas acreditava que a corrente elétrica percorria um cabo como um líquido num cano. Dessa forma, aumentar a voltagem era equivalente a aumentar a pressão no sistema que significava forçar a corrente a chegar ao outro lado. Mas, o telégrafo transportava pulsos ou ondas de correntes pelo cabo, o que não era um fluxo contínuo. Ao percorrer longas distâncias, os pulsos ficavam distorcidos dificultando distinguir o que era um ponto curto e o que era um traço longo.

Ao estudar a eficiência do cabo submarino, os cientistas começaram a compreender que a corrente elétrica nem sempre fluía feito água. Ela também criava ondas eletromagnéticas invisíveis. Essa descoberta levou a um novo campo de pesquisa no espectro eletromagnético e solucionou o problema do telégrafo submarino do Atlântico. Na realidade, o cabo transatlântico era um experimento grandioso, ambicioso e muito caro. O fracasso da Ciência em acompanhar o ritmo da tecnologia ficou evidente. Assim, uma abordagem muito mais teórica para se compreender a eletricidade começava a surgir.

De posse desse novo conhecimento de como os pulsos elétricos se moviam pelo cabo, foram feitas melhorias em sua composição, projeto e elaboração. Foram necessários mais oito anos com cientistas e engenheiros trabalhando em conjunto para um cabo em perfeito funcionamento ficar pronto. Em 27 de julho de 1866, foi enviada uma mensagem clara e nítida da Irlanda para New Wonderland. Foi assinado um tratado de paz entre a Áustria e a Prússia. Finalmente, o sonho de comunicação do transatlântico instantânea se tornava realidade. O êxito do cabo de 1866 tornou o mundo um lugar menor mais uma vez. Um mundo em que eram necessários dias, semanas ou meses para as informações serem transmitidas se transformou num mundo onde a informação era passada em segundos ou minutos. A invenção do telégrafo mudou a vida e a época das pessoas.

2.3.2 O experimento didático

Para realizarmos nossa pesquisa, decidimos utilizar o telégrafo elétrico simples a fim de que o mesmo venha nos auxiliar na busca de uma forma exitosa de ensinar o Eletromagnetismo, área da Física geralmente considerada difícil pelos alunos que, por muitas

vezes é ensinada de forma tradicional com apenas aulas expositivas e resolução de exercícios, não abrindo espaço para discussões acerca de diversos temas ligados a história, nem lançando mão da contextualização a fim de permitir que o estudante desenvolva seu raciocínio crítico fazendo análises de situações e que seja capaz de resolver problemas tanto de ordem qualitativa como quantitativa.

Imaginamos que se utilizássemos o telégrafo no desenvolvimento da nossa proposta, conseguiríamos explorar uma variedade de assuntos e temas que viriam favorecer o sucesso de nossa prática. Dentre esses temas podemos citar a natureza e interesses da Ciência; o surgimento e desenvolvimento das telecomunicações bem como sua contribuição para a comodidade e evolução social; formas de geração da energia elétrica e meio ambiente.

Reservamos então, este espaço para apresentar o nosso experimento didático, o Telégrafo elétrico simples, destacando sua constituição e funcionamento. A construção deste, foi realizada pelo aluno do 8º período do curso de Licenciatura em Física e integrante do PIBIC, Éwerton Jéferson Barbosa Ferreira. Para isso e durante todo o processo de construção, tivemos algumas reuniões onde trocamos ideias acerca do tipo de telégrafo a ser construído bem como também discutimos algumas inviabilidades e desafios surgidos. Para a confecção do mesmo, optamos por construir algo que pudesse posteriormente ser reproduzido também por qualquer interessado sem que houvesse dispêndios de dinheiro e, assim, inviabilizar a reprodução e utilização de nossa ideia. Procuramos utilizar ao máximo material e instrumentos que podem ser facilmente obtidos por um custo monetariamente muito baixo quando não, até mesmo fazer uso de materiais reutilizáveis. Portanto, para a confecção do mesmo utilizamos os seguintes materiais:

- madeira para construção do emissor e para a base do receptor (dimensões livres);
- Parafusos;
- Fio de cobre esmaltado;
- Fio do tipo utilizável em instalações de lâmpadas (5 m);
- Conectores (opcionais, pois servem apenas para dar uma boa estética à construção);
- Motores de corrente contínua e de baixa voltagem (podem ser retirados de impressoras sem funcionalidade:

- Bateria de corrente contínua (único item dispendioso, mas que pode ser encontrado nos próprios laboratórios da escola ou até mesmo ser usada uma fonte simples de computador).

As Figuras 2, 3, 4 e 5 ilustram algumas das imagens que registram os momentos da obtenção dos utensílios necessários para a confecção bem como os da construção do telégrafo.

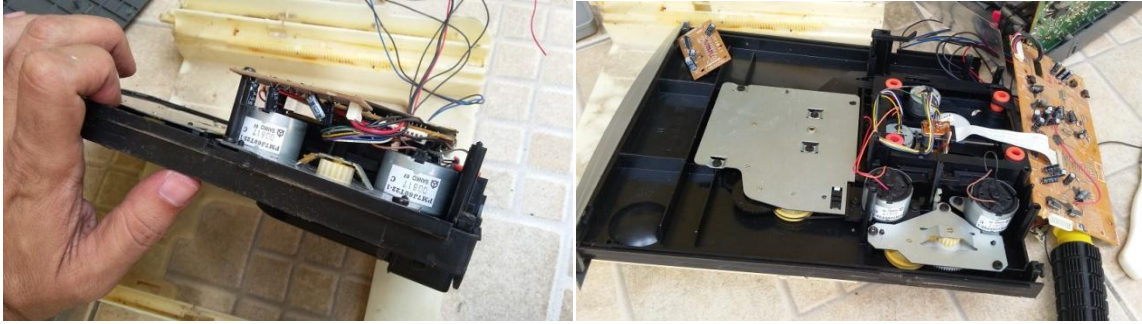


Figura 2- Obtenção de motores de corrente contínua.

Fonte: Fotografia do autor

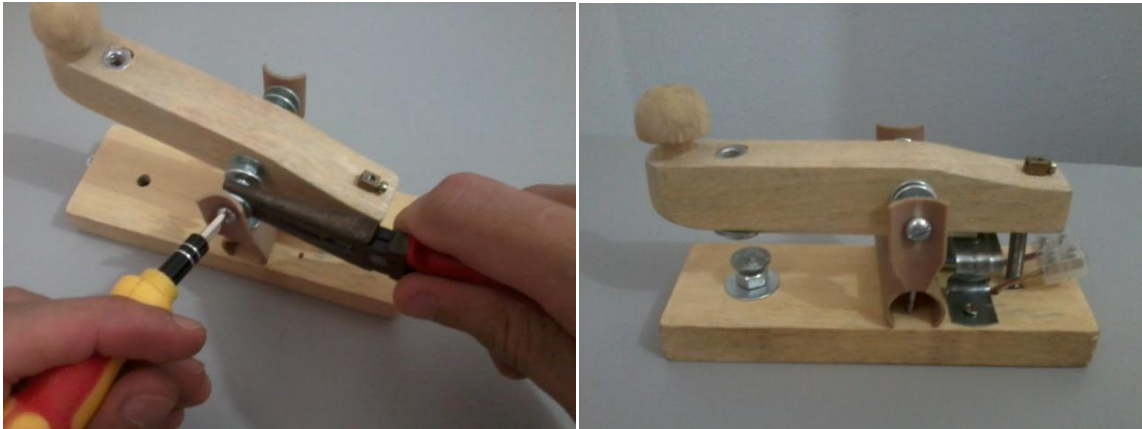


Figura 3- Ilustração do registro de construção do emissor

Fonte: Fotografia do autor



Figura 4- Ilustração do registro de construção do receptor

Fonte: Fotografia do autor



Figura 5- Ilustração do Telégrafo elétrico construído

Fonte: Fotografia do autor

De posse do telégrafo elétrico precisaríamos compreender de fato as propriedades e funcionamento desse instrumento. A fim de encontrarmos subsídios para tal, fizemos pesquisas em sites da internet a fim de buscarmos textos e vídeos que nos auxiliassem, revistas, livros e até fomos a uma escola de escoteiros² situada na cidade de Campina Grande para entendermos como se dava o processo de transmissão de mensagens via telégrafo (Telegrafia). No entanto, ao chegarmos lá obtivemos a informação de que em suas atividades, os escoteiros não utilizam o telégrafo para se comunicarem e sim, o rádio comunicador. Dessa forma, as informações que adquirimos acerca da manipulação com envio e recebimento de mensagens através de um telégrafo elétrico, se concentraram no que foi obtido através da internet por meio de textos e vídeos.

Essas pesquisas foram importantes no sentido de proporcionar esclarecimentos quanto ao funcionamento das partes integrantes do telegrafo elétrico simples, tais como: Emissor, receptor, fio de linha, bateria ou outra fonte de eletricidade, sirene ou outro aparelho para gravação de mensagens recebidas. Abaixo apresentamos por meio das Figuras 6, 7 e 8, ilustrações que remetem as partes anteriormente mencionadas, que foram obtidas em obra secundária de autoria de Michael Sheehan, 1922, páginas 2204-2206.

² 7º Grupo Escoteiro Baturité com sede na Secretaria de Cultura – Largo do Açude Novo, s/n – centro, Campina Grande – PB.

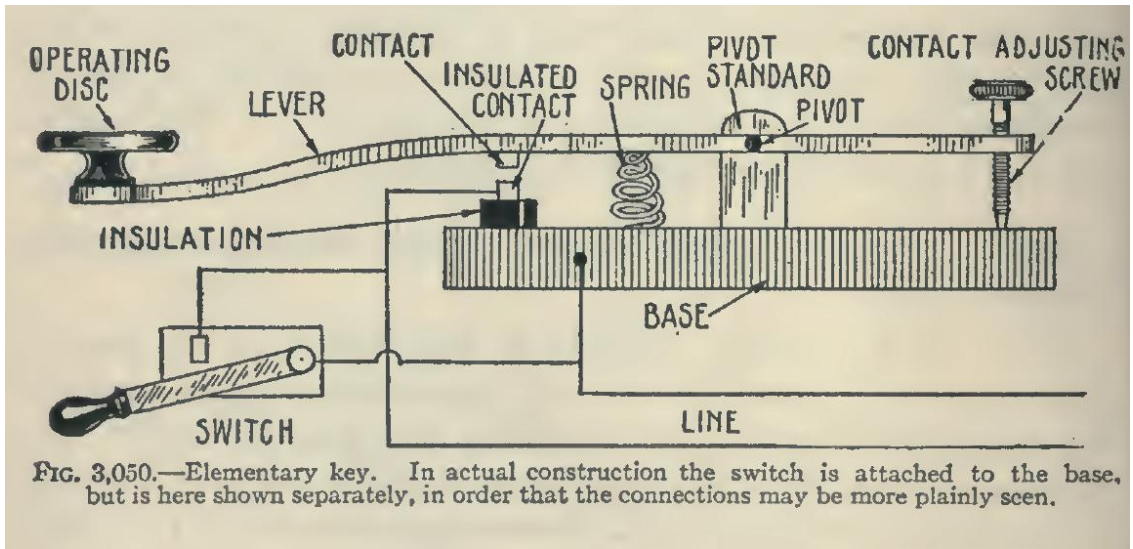


Figura 6. O emissor e seus componentes essenciais
 Fonte: Electrical Guide. Questions, answers & illustrations.

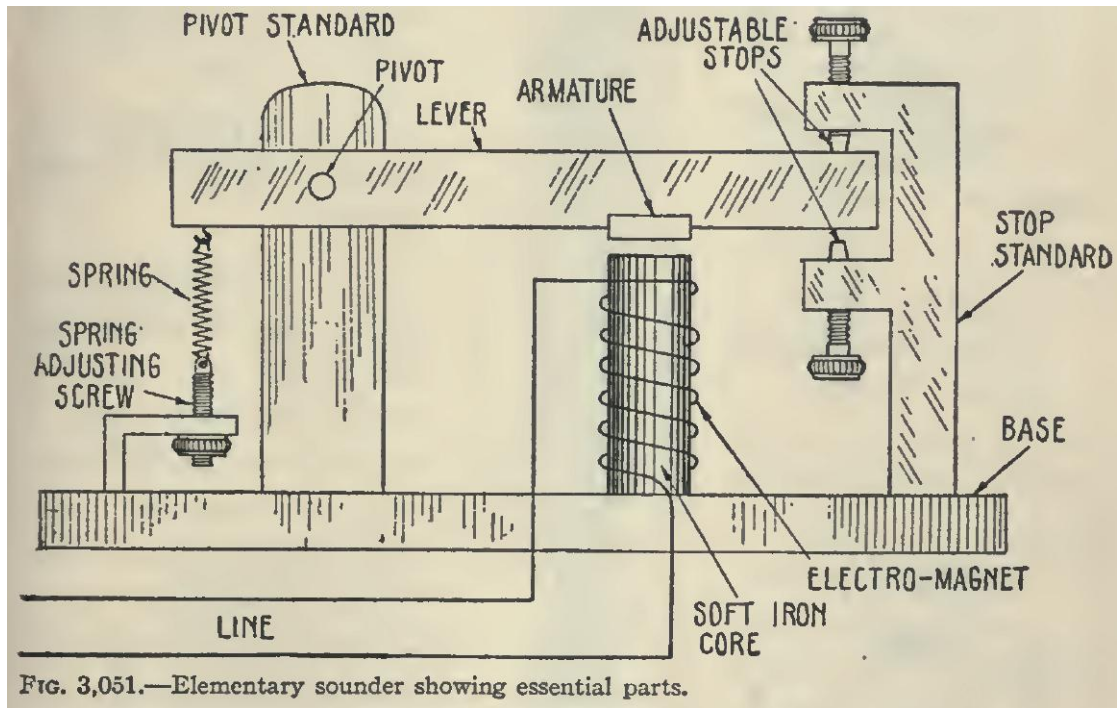


Figura 7. Receptor e suas partes integrantes
 Fonte: Electrical Guide. Questions, answers & illustrations.

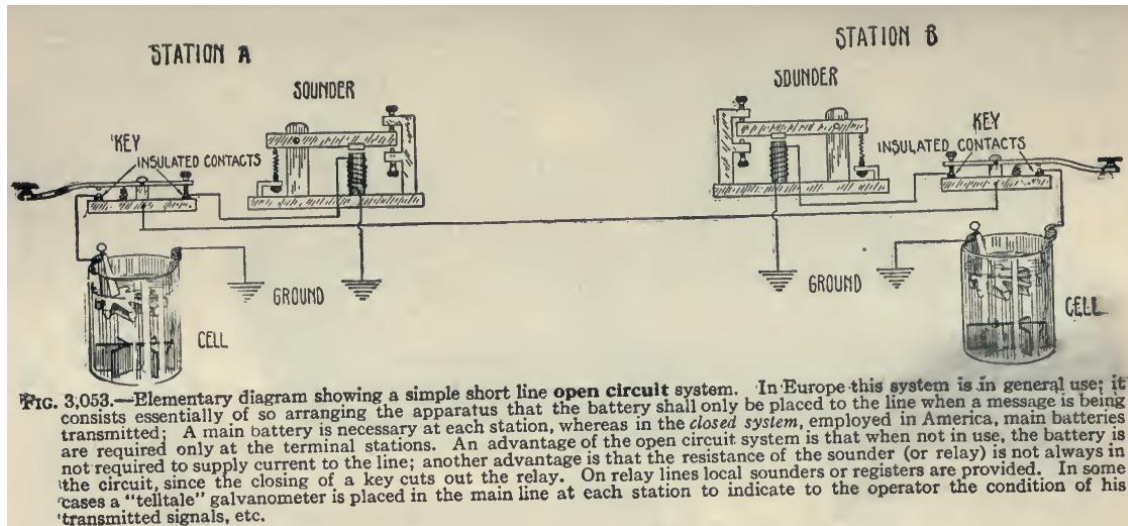


Figura 8. Ligação entre duas estações telegráficas

Fonte: Electrical Guide. Questions, answers & illustrations.

O Sistema de Morse de linha única normalmente inclui uma bateria para fornecimento de uma corrente de baixa tensão e um fio de linha conectando duas ou mais estações que servem para estabelecer um circuito entre eles: uma ligação de retorno para a bateria, formada por outro fio ou pela terra a uma chave de transmissão e uma sirene ou aparelhos de gravação em cada estação.

Ao pressionar a chave de transmissão na estação de envio, o circuito elétrico é fechado e passa a transmitir um código predeterminado de sinais. Estes sinais são transmitidos ao longo do fio pela corrente elétrica para a estação receptora que se encontra distante, onde eles são reproduzidos pela ação eletromagnética (produzida pelo eletroímã) do receptor.

Isso é possível porque o fato de um eletroímã poder ser magnetizado e desmagnetizado com grande rapidez respectivamente e quebrar o circuito magnético, faz com que a ação magnética assim obtida seja usada para operar um mecanismo de produção de som para que as diversas combinações de pontos e traços que representa as letras do alfabeto sejam indicadas de forma audível.

Como mostrado na figura 6, a chave ou emissor consiste essencialmente de uma alavanca articulada que estabelece contato com um parafuso de ajuste de uma base isolante que possui uma mola para manter a alavanca normalmente em posição aberta. Um interruptor é introduzido para fechar o circuito quando a chave não estiver em uso.

No disco de operação são utilizados os 1º, 2º e 3º dedos. Ao pressionar o disco, ocorre o contato entre a alavanca e o parafuso de ajuste fechando o circuito de linha. Quando o

operador deixar de pressionar o disco, a mola força a separação das partes em contato e o circuito se abre.

Fechar o circuito por um curto período corresponde a um ponto e, por um período mais longo, a um traço. Os períodos em que o circuito é fechado são percebidos pela produção de um som audível que permite a distinção entre um “ponto” e um “traço”.

O receptor mostrado na figura 7 consiste essencialmente de uma alavanca articulada, disposta de forma a se mover (girar em torno de um ponto fixo) de cima para baixo. A alavanca é mantida na parte superior geralmente devido a ação de uma mola. Essa alavanca possui uma parte metálica que, quando o eletroímã, na parte inferior, é energizado passa a ser atraída pelo mesmo movimentando a alavanca, provocando a colisão entre as partes superior e inferior. Os pontos e traços poderão ser gravados numa fita de papel que se movimenta à medida que a alavanca se movimenta, bastando para isso que seja acoplado à alavanca um dispositivo, a exemplo de uma caneta, capaz de fazer aparecerem esses códigos.

Uma linha simples com duas estações é mostrada na figura 8³. Cada estação possui um emissor, um interruptor, uma sirene e uma ou mais baterias/geradores de acordo com o comprimento da linha, todos ligados em série. É um circuito fechado em que ambos os interruptores são mantidos fechados, exceto durante a operação, quando a chave do emissor permanece aberta.

³ Deve ser considerado o fato de que a referida ilustração é apenas uma representação elementar de uma construção real.

3. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA DA PESQUISA E PROPOSTA DIDÁTICA

Este capítulo é reservado à apresentação do desenvolvimento da nossa pesquisa e construção da nossa proposta. A pesquisa é de natureza qualitativo-teórico e empírico.

A fim de obtermos subsídios que fundamentassem nosso trabalho teoricamente, fizemos então levantamento bibliográfico para posterior leitura, de diversos artigos, periódicos e dissertações.

A parte empírica diz respeito ao trabalho de construção e aplicação da sequência didática, a qual será posteriormente detalhada.

Toda a estrutura e realização das aulas se darão por apresentações de problemas/sondagem e posterior construção de conceitos pelos alunos a partir do uso de diversos mecanismos quais sejam a discussão entre eles, a leitura de textos, a consulta ao livro didático ou a realização de experimentos. Em nenhum momento haverá exposição do conteúdo pelo professor antecipando-lhes conceitos, leis e/ou teorias a serem estudados e utilizados. Outro ponto importante da pesquisa é a proposta de ensino que aborde o Eletromagnetismo sem necessariamente trabalhar os conteúdos de Eletrostática/Eletrodinâmica. Para obtermos informações e condições suficientes que possibilitem o desenvolvimento e compreensão das atividades que serão realizadas no decorrer da proposta, necessitaremos discutir o conceito, natureza e principais efeitos da corrente elétrica. Sendo assim, trabalharemos na primeira aula atividades que proporcionarão a obtenção e construção de tais conhecimentos.

A realização das atividades independentemente de sua natureza ou finalidade, acontecerá em grupos de no máximo 04 alunos e serão distribuídos 02 kits a cada grupo de alunos para realização de cada atividade experimental proposta. Nas demais atividades também serão disponibilizados a cada grupo de alunos 02 cópias dos textos a serem trabalhados.

A proposta por nós definida e elaborada será aplicada na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Padre Hildon Bandeira, localizada na cidade de Alagoa Grande – PB e pertencente à 3ª Regional de Ensino numa turma de 3º Ano do ensino médio, com um total de 28 alunos. A referida escola possui uma boa estrutura, porém mal aproveitada/distribuída uma vez que o espaço reservado ao laboratório de informática serve de sala de aula normal impossibilitando sua utilização por parte dos alunos e professores para desenvolvimento de atividades. Possui uma sala de vídeo sem condições espaciais para acomodar uma turma com mais 20 alunos forçando o professor a fazer uso de vídeos na própria sala de aula,

comprometendo o tempo da aula na obtenção dos instrumentos necessários. Ainda possui um laboratório de Ciências que se encontra desativado, servindo de depósito para diversos materiais dentre eles os kits de robótica, Física, química e biologia. Dessa forma, todas as práticas experimentais serão realizadas na própria sala de aula. Ainda possui uma biblioteca de bom porte e salas de aula bastante amplas.

A proposta didática foi desenvolvida para 6 encontros, sendo cada encontro constituído de 2 aulas de 45 minutos, totalizando 90 minutos cada e 540 minutos toda a proposta.

3.1. A proposta didática

Nesta seção descrevemos a nossa proposta didática que consiste numa sequência didática, a qual se encontra disponibilizada no apêndice A como o produto educacional derivado deste trabalho.

3.1.1. Introdução

Ao considerarmos o cenário atual da educação no Brasil, deparamo-nos com diversas problemáticas. Vivenciamos um período de decadência e descrédito do Sistema Educacional do nosso país em todos os seus segmentos. O que se nota é a existência de um ensino mecânico, bancário (segundo a concepção de Paulo Freire), comportamentalista, distante da realidade do aluno e sem finalidades sociais e culturais.

Diante de todo o processo de desenvolvimento pelo qual passa a humanidade e considerando todo o aparato tecnológico que a mesma tem à sua disposição, não raramente somos induzidos a querer trabalhar o ensino unicamente pela exploração e aproveitamento dos recursos tecnológicos oferecidos. No entanto, percebemos com tristeza e às vezes até com um sentimento de frustração que apesar de dispormos dos mais variados tipos desses recursos utilizáveis no processo de ensino-aprendizagem, o prazer pela busca do conhecimento está cada vez mais se distanciando da escola. Em relação à Física, o que ocorre é um quase que total desinteresse dos alunos por aquilo que ela propõe a estudar e discutir. Em que a escola está errando? O que pode ser feito a fim de reverter tal realidade? Essa é a grande pergunta que todo profissional da educação faz. Já os professores de Física, se perguntam sobre o que poderão fazer para tornar o ensino da sua disciplina algo prazeroso e significativo. Os mesmos

se vêm desafiados a desenvolverem meios e técnicas que tornem a aula prazerosa e que proporcionem aos alunos uma aprendizagem exitosa.

Robilotta (1998) discorre acerca dos problemas enfrentados hoje tanto pelos alunos quanto pelos professores de Física no que se refere ao ensino de Física. O mesmo discute o fracasso notório no que se refere à aprendizagem em Física. Para o referido autor, é como se o conhecimento discutido no quadro negro não se encaixasse na realidade dos alunos de forma que os tais não conseguem se apropriar desse conhecimento e que o ensino de Física nas escolas é ministrado de uma forma que não desenvolve nos estudantes sua criatividade nem seu senso crítico.

Ainda segundo Robilotta (1998), o ensino de todas as áreas acontece de forma passiva ao que ele chama de “cenário cinzento”, onde alunos e professores se distanciam totalmente dos objetivos que visam uma aprendizagem significativa. Sob essa ótica, o referido autor apresenta algumas sugestões que podem auxiliar na melhoria desse quadro caótico que vive a educação como, por exemplo, a necessidade do professor compreender a natureza daquilo que ele ensina e não tão somente dominar os aspectos técnico-pedagógicos, fazer com que os alunos percebam as relações existentes entre os diversos conceitos de uma teoria, usar a história para propiciar a construção de visões alternativas do universo de forma a gerar confrontos de opiniões promovendo o desenvolvimento de uma postura crítica transformando assim, um ensino “cinza” em “branco” e “preto”.

Seguindo esse raciocínio, defendemos que todo professor tem que ter a concepção de que a prática educativa intenciona muito mais que a mera transmissão de conteúdo. Nesse sentido, temos que considerar que o ensino de Física deve proporcionar uma aproximação com a sociedade na qual se vive. Devemos considerar que, uma vez que estamos vivendo uma época de grande avanço científico-tecnológico, se faz necessário que se trabalhe em sala de aula assuntos que problematizem essa realidade. Defendemos que para alcançarmos um bom nível de problematização, contextualização e que possibilitem a interdisciplinaridade nas aulas de Física o professor pode lançar mão de uma importante alternativa: a HFC (História e Filosofia da Ciência). Esta se constitui, numa importante ferramenta didática que contribui para a aprendizagem dos conceitos científicos e para a compreensão de que a atividade científica sofre a influência de fatores sociais, políticos, econômicos, religiosos, dentre outros. O fato é que atualmente, diversas pesquisas têm defendido que a inclusão da HFC nos conteúdos a serem estudados na sala de aula possibilita um diálogo entre os saberes e pode auxiliar na formação do cidadão do século XXI (FORATO;PIETROCOLA;MARTINS;2011).

Os debates que giram em torno da importância de se fazer uso da História da Ciência no ensino de Ciências, têm se intensificado nos últimos anos. Seker (2012) destaca que muitos autores defendem o uso da história da ciência como uma ferramenta de grande potencial e que pode ser utilizada para a compreensão da natureza da Ciência, além de melhorar o interesse pelo estudo e aprendizagem da ciência.

Muitos países passaram a incluir em seus currículos componentes de História e de Filosofia da Ciência. Como exemplos, podemos citar Inglaterra, País de Gales, Estados Unidos, que os incluiu através do Projeto 2061, desde o início do Ensino Fundamental II ao último ano do Ensino Médio, Dinamarca e Holanda (MATTHEWS, 1995).

Entendemos que, ao se trabalhar a Física em sala de aula numa abordagem histórico-filosófica, o professor dá oportunidade ao aluno para que o mesmo entenda que a Ciência e a Tecnologia se construíram ao longo da história, que mantiveram diálogo com outras áreas do conhecimento e que seus conhecimentos produzidos possuem limites.

Segundo Silva (2013), aqui no Brasil, vem se percebendo um considerável crescimento de ações que visam defender a implementação da História da Ciência nos diversos níveis de ensino da educação básica. São exemplos, as “Jornadas de História da Ciência e Ensino”, promovidas pela PUC-SP, com sua primeira edição ocorrida em julho de 2007, o “Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia”, cujo fomento é feito pela Sociedade Brasileira de História da Ciência que procura fazer com que a História da Ciência converse com outras áreas, a exemplo da Filosofia, a Educação e as áreas Científicas e Tecnológicas e o Periódico História da Ciência no ensino que tem fornecido suporte teórico e didático aos professores.

Ao se trabalhar a HFC, o professor contribui para a criação de um ambiente onde é possível refletir acerca da importância da Física para a humanidade, os muitos benefícios e comodidades proporcionados pelo desenvolvimento e descobertas da ciência, assim como também abre espaço para se debater a natureza da ciência e suas distorções. Sendo assim, não dificilmente chegar-se-á a pontos conflitantes. É aí que é imposto ao professor de Física o grande desafio de não deixar a referida ciência e as demais, perderem a essência nem o reconhecimento de sua importância e contribuições para o desenvolvimento da humanidade.

Ensinar nunca foi tarefa fácil e, proporcionar através do ensino uma aprendizagem significativa é algo ainda mais difícil, empolgante e desafiador. É preciso ensinar Física dando ênfase ao fato de que a organização e construção dos conhecimentos físicos têm uma dinamicidade histórica e social. Cabe ao professor mostrar que tal desenvolvimento ocorreu e

ainda ocorre em meio a rupturas onde se pode ampliar os conhecimentos existentes bem como superá-los por outros ainda mais fundamentados.

Depreende-se então, que é papel do professor criar um ambiente em sala de aula que favoreça e estimule a participação dos estudantes. O aluno é responsável por sua transformação e o professor, por oferecer as condições necessárias para que ela ocorra.

Durante as aulas, o professor precisa estimular a curiosidade dos estudantes apresentando-lhes desafios e problemas contextualizados.

A natureza da Física precisa com urgência ser trabalhada em sala de aula. Dar sentido àquilo que se ensina na escola é um dos principais e um dos mais importantes objetivos de um professor.

Uma maneira de viabilizar o estudo da História da Ciência no ensino é fazer uso da experimentação. Envolver o aluno numa experimentação é dar-lhe oportunidade de questionar o seu conhecimento e de se colocar numa posição de não-passividade ao seu processo de ensino-aprendizagem permitindo-lhe compreender o fenômeno estudado. Pelo seu caráter pedagógico, a experimentação precisa provocar um desequilíbrio e transformações cognitivas no aluno.

Se bem elaborada e fundamentada, a experimentação pode despertar e manter o interesse do aluno pela ciência, compreender sua natureza e fazê-lo enveredar numa investigação científica. Atividades experimentais desafiadoras despertam no sujeito a necessidade de encontrar solução que respondam aos questionamentos levantados durante a execução das mesmas e, assim, construir suas hipóteses.

Defendemos a ideia de que atividades experimentais associadas a episódios históricos podem proporcionar um ambiente mais prazeroso de ser explorado pelos alunos e, conseqüentemente, uma melhor opção para se aprender os conceitos de Física. Nesse sentido, em tais atividades a abordagem histórica deverá dar destaque às diferentes interpretações para o mesmo fenômeno e às influências do contexto social nas explicações. Ainda pode-se acrescentar o fato de que alguns autores entendem que a atividade experimental baseada em experimentos históricos reproduz parte das dificuldades experimentais do cientista em sua época e atrai estudantes que possuem habilidades para a manipulação de objetos secretos, o que viabiliza a incorporação da História da Ciência à sala de aula. Isso nos faz concluir que o par experimentação-História da Ciência se constitui numa maneira que possibilita inserir o aluno em um ensino onde se priorizam a construção de conceitos e a compreensão de que estes não surgiram pelo mero acaso, de forma linear, sem ligação com a realidade da época e de que não são frutos de gênios.

Para Hottecke (2000, citado por Silva 2007),

A utilização de experimentos históricos traz a possibilidade de entender a Ciência como um trabalho prático que se desenvolve no laboratório, permitindo que os alunos tenham uma ideia mais significativa da importância da experimentação para a História da Ciência. (SILVA, 2007, p. 105).

Diante do exposto, fica evidente de que não é tarefa fácil se trabalhar a História da Ciência e a experimentação no ensino, em particular no ensino de Física, com o objetivo de se ministrar aulas que realmente proporcionem uma aprendizagem significativa e tornem o trabalho docente algo exitoso, compensativo e prazeroso. Sendo assim, a fim de mostrar essa notável diferença no ensino quando se faz uso da História da Ciência por meio de um episódio histórico, torna-se necessário organizar propostas didáticas que permitam identificar tal distinção.

Será apresentado a seguir, parte de um trabalho que objetivará elaborar e aplicar uma sequência didática (SD) para o ensino do eletromagnetismo tendo como ponto de partida um instrumento histórico: o telégrafo.

A SD é composta por um conjunto de seis aulas que serão desenvolvidas numa perspectiva problematizadora e fundamentada nos pressupostos teóricos de Vygotsky.

A nosso ver, a aplicação desta sequência didática constitui-se numa prática exitosa na objetivação do educador em proporcionar aos seus alunos a formação de um pensamento crítico sobre os conteúdos trabalhados em sala de aula, destacando-se aqui os aspectos sociais, culturais, políticos e econômicos da dinâmica de evolução do conhecimento científico. É bem verdade que, para se alcançar todos os resultados esperados ou pelo menos a maior parte deles, se faz necessário um dispêndio de tempo que para a maioria das realidades escolares se torna quase que impossível. No entanto, pela própria natureza flexiva das propostas didáticas, é possível ao professor fazer a necessária adequação à sua realidade de sala de aula de forma que contemple o maior número possível de objetivos.

Esperamos também que a implementação da HFC no desenvolvimento deste produto educacional, venha servir de fonte de motivação dos alunos frente aos conteúdos trabalhados em sala de aula e de facilitação de uma melhor compreensão das características e aspectos da ciência e do trabalho científico.

3.1.2. Público alvo

O material destina-se a alunos da terceira série do ensino médio.

3.1.3. Estratégias de Ensino por encontro

A seguir, apresentamos um quadro, em que apresentamos uma distribuição das atividades e conteúdos contemplados ao longo dos encontros:

QUADRO 01: Distribuição dos conteúdos e atividades por encontro

AULA/ TEMPO	CONTEÚDOS TRABALHADOS EM CADA MOMENTO	ATIVIDADES REALIZADAS
Aula 1 90 min.	Corrente elétrica: natureza, efeitos e aplicações	Problematização a partir da construção e do funcionamento de um circuito elétrico simples e de um eletroímã.
Aula 2 90 min.	O advento da corrente elétrica e o surgimento do telégrafo	Exibição de vídeo que trata da disputa entre Nikola Tesla e Thomas Edson pela adoção no mundo do tipo de corrente a ser utilizada e comercializada. Debate podendo o professor intervir quando necessário, sobre os principais aspectos do vídeo. Apresentação à turma de um telégrafo construído pelo professor.
Aula 3 90 min.	História das telecomunicações e a influência da invenção do telégrafo no desenvolvimento da ciência.	Aula dialogada subsidiada pela leitura dirigida de texto informativo com foco na desmistificação do papel socialmente neutro e elitista da ciência e do trabalho

	<p>Ondas eletromagnéticas: Conceitos e aplicações</p>	<p>científico.</p> <p>Debate em grupo sob a supervisão e orientação do professor que poderá intervir nas discussões quando para organizar as ideias e/ou acrescentar informações necessárias acerca de como enviar uma mensagem por um telégrafo.</p> <p>Debate a partir da leitura dirigida de artigo sobre a invenção do rádio.</p>
<p>Aula 4 90 min.</p>	<p>Ímãs Campo magnético Força magnética Fenômenos magnéticos</p>	<p>Problematização inicial de sondagem de conhecimentos prévios sobre magnetismo e aplicação de testes conceituais.</p> <p>Experimentos em grupo que possibilitem a análise das propriedades e características do campo magnético gerado por um ímã, sob a orientação do professor.</p> <p>Aula dialogada sobre o funcionamento de uma bússola e sua importância para o mundo na época das Grandes navegações.</p>

		Discussão acerca de fenômenos magnéticos naturais como as auroras.
Aula 5 90 min.	Fluxo magnético Lei da indução de Faraday Lei de Lenz.	<p>Aplicação de exercícios conceituais a serem resolvidos em grupo a partir de pesquisas no livro didático do aluno.</p> <p>Retomada da discussão, sob uma visão dos conceitos e propriedades eletromagnéticas, sobre o funcionamento do telégrafo.</p> <p>Realização de experimentos que explorem os fenômenos eletromagnéticos e da indução eletromagnética, sob orientação do professor.</p> <p>Resolução orientada com a turma dos exercícios aplicados.</p>

Aula 6 90 min	Campo magnético; Lei da indução de Faraday; Lei de Lenz.	Resolução de problemas que envolvam o uso de fórmulas e expressões matemáticas.
------------------	--	---

Fonte: Quadro elaborado pelo pesquisador

3.1.4. Descrição sumária da sequência didática

A SD aqui apresentada propõe trabalhar o eletromagnetismo sem a necessidade de seguir a sequência de conteúdos apresentada pela grande maioria dos livros didáticos em que primeiro se estuda toda a eletrostática, seguida da eletrodinâmica para se introduzir o magnetismo e o eletromagnetismo.

Como se propõe trabalhar o eletromagnetismo com uma turma que traz apenas os conhecimentos sobre a corrente elétrica de seu dia a dia, é preciso que o professor introduza o conceito da mesma, para que o aluno venha a perceber que devido o movimento dos elétrons no interior de um condutor ocorrer em todas as direções e sentidos, sendo que em média eles estão sempre na mesma posição, ter-se-á um movimento médio resultante em um sentido determinado que é a corrente elétrica e que o movimento de uma partícula carregada dá a ela propriedades magnéticas. Lembramos que toda a proposta é desenvolvida sob uma visão problematizadora e construtivista. Logo, rompemos com a forma mecânica e direta de se apresentar conceitos e propriedades dos fenômenos físicos.

Sendo assim, na Aula 1 será construído e explorado um circuito elétrico simples e um eletroímã a fim de que sejam trabalhados o conceito de corrente elétrica e alguns de seus efeitos, como exemplo, o magnético. Para isso, o professor deverá separar os alunos em grupos, de preferência com até 04 componentes e distribuir aos mesmos os materiais a serem utilizados nas propostas experimentais, bem como um esquema para servir de referencial para a construção do mesmo.

Na Aula 2 será feita a discussão histórica do surgimento da eletricidade, do advento da corrente elétrica alternada, da disputa entre Nikola Tesla e Thomas Edson pelo reconhecimento e adoção mundial do tipo de corrente elétrica estudada e difundida por cada um deles. Para esse fim, será exibida uma versão editada pelo professor com duração de 48 minutos de um total de 58 minutos da versão original, do filme *História da eletricidade - A era da invenção*, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=8NN880JDP8M>. O professor aqui coordenará toda a discussão e terá à sua disposição um leque de temas para serem explorados desde os reais interesses da ciência às inovações tecnológicas proporcionadas pela corrente elétrica. Nesse ponto, o professor apresentará à turma um telégrafo simples por ele montado e, então, introduzirá a história do telégrafo. Para melhor fundamentar a temática, na Aula 3 serão formados grupos e distribuídos os Textos 1, 2, 3 que se encontram no Apêndice B e o Texto 4 pertencente ao Anexo A, que tratam dos interesses da ciência e da história das telecomunicações e da invenção do rádio e, a partir daí, o professor fará uma leitura dirigida dos mesmos destacando o fato de ser atribuído a um brasileiro, o padre Landell de Moura, a invenção do rádio.

O vídeo exibido na Aula 2 servirá tanto para apresentar os aspectos envolvidos na história da eletricidade como para introduzir situações que envolvem magnetismo e eletromagnetismo, servindo de motivação para se introduzir conceitos e estudar fenômenos que envolvem esses ramos da Física. Para tal, na Aula 04 serão realizados experimentos que servirão tanto para mostrar diversos tipos de ímãs como para discutir o conceito de campo magnético, suas propriedades e aplicações. Neste ponto, o professor destacará a existência, natureza e fenômenos ligados ao campo magnético da Terra.

Na Aula 5, será dado início ao estudo do fenômeno da indução eletromagnética. Este momento será reservado para se fazer uma exploração fenomenológica dos conceitos. Como motivação, será reapresentado o telégrafo construído pelo professor e, realizada uma análise das partes que o constituem para entendimento do funcionamento das mesmas.

Por fim, a Aula 6 será reservada à realização de experimentos que explorem a teoria eletromagnética e à abordagem matemática do conteúdo, em que deverão ser aplicadas questões do livro didático sobre espiras, bobinas, solenóides e lei de Lenz. Ressalve-se aqui, que o conhecimento das expressões matemáticas utilizadas e a resolução das referidas questões serão feitas mediante consulta do livro didático e material disponibilizado sob a orientação do professor. Nenhuma aula expositiva será desenvolvida.

Durante a discussão fenomenológica, o professor deve apresentar exemplos e discutir o funcionamento de aplicações da indução eletromagnética tais como o microfone de indução,

o cartão magnético, a fita magnética utilizada em gravação de vídeos e áudios e o detector de metais.

3.1.5. Avaliação

Sugerimos aqui um conjunto de ações que podem ser utilizadas para a avaliação da aprendizagem, tais como:

- A elaboração e teste de hipóteses;
- Participação nos estudos dirigidos;
- A compreensão de enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos;
- Utilização de uma linguagem Física adequada e elementos de sua representação simbólica;
- O desempenho na resolução de problemas propostos;
- A participação nos trabalhos em grupo;
- O desempenho nos exercícios propostos;
- A assiduidade;

Vale salientar, no entanto que, de acordo com as condições reais de cada ambiente escolar no qual se queira desenvolver esta proposta, o professor é livre para implementar outros fatores e/ou recursos avaliativos ou até mesmo retirar alguns daqueles por nós indicados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Neste capítulo faremos um relato da aplicação da proposta de ensino realizada no período de 27 de julho a 25 de agosto de 2016. A turma da aplicação como já mencionado no Capítulo 3, foi o 3º A do ensino médio regular, turno manhã, da Escola Estadual do Ensino Fundamental e Médio Padre Hildon Bandeira da cidade de Alagoa Grande-PB.

As aulas foram estruturadas a partir de atividades, realizadas sempre em grupos de no máximo 04 alunos, que seguiam os pressupostos teóricos do Construtivismo e isentas de aulas expositivas. A aplicação das mesmas tinha como introdução o levantamento de problematizações por parte do professor. Quando necessário, em algum momento da aula, do uso de conceitos já fundamentados cientificamente, os alunos eram solicitados que pesquisassem no livro didático. Dessa forma, a partir das respostas elaboradas às problematizações levantadas e da execução de atividades experimentais ou construía sob a orientação do professor, conceitos e/ou verificavam propriedades relativas aos fenômenos/conteúdos estudados.

Durante as aulas e no decorrer da aplicação da proposta não fizemos avaliações quantitativas. Apenas nos reservamos à avaliação qualitativa da metodologia utilizada a fim de conseguirmos definir o potencial oferecido pela mesma tanto para o aspecto metodológico como para proporcionar (criar) condições favoráveis ao desenvolvimento das atividades propostas e que talvez possam levar a uma aprendizagem significativa.

Utilizamos alguns fatores avaliativos sugeridos como a elaboração e teste de hipóteses por parte dos alunos; a participação nos estudos dirigidos; participação nos trabalhos em grupos; o desenvolvimento de atitudes frente à resolução de problemas propostos; a assiduidade.

Enfatizamos aqui que não objetivamos avaliar o quanto a nossa proposta colaborou para a aprendizagem dos alunos envolvidos ou quais os mecanismos que serão utilizados para poder desenvolver as ações de avaliação que apresentamos. Avaliamos a adequação da proposta de ensino aspectos, como por exemplo, a adequação do número de aulas determinadas para o desenvolvimento de cada parte da mesma; se ela favorece a interação entre os alunos durante as execuções das atividades; se as metodologias utilizadas conseguem instigar a curiosidade e reflexão do aluno; se a forma como se propõe desenvolvê-la é capaz de resgatar ou até mesmo gerar o interesse dos alunos em estudar Física; se os alunos conseguem ver a História da Ciência como uma ferramenta a mais que poderá auxiliá-los na

compreensão dos fenômenos físicos bem como se dá a construção do conhecimento científico, etc.

4.1 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS ENCONTROS

4.1.1 Primeiro encontro

Como este encontro deu início à aplicação da proposta didática, o mesmo foi dividido em duas etapas. A primeira etapa foi reservada à apresentação aos alunos do conteúdo a ser estudado, dos métodos que seriam utilizados e dos objetivos do nosso trabalho. Com a nossa explanação a respeito do trabalho a ser realizado, eles se mostraram bastante receptivos e empolgados em relação às propostas apresentadas bem como a metodologia a ser utilizada. Ainda demonstraram motivação e se comprometeram em realizar as tarefas e participarem ativamente no desenvolvimento das aulas.

Na segunda parte aconteceu a construção do conhecimento. Devido ao fato de termos como um de nossos objetivos, trabalhar o Eletromagnetismo sem antes os alunos terem estudado de forma sistemática a Eletrostática e a Eletrodinâmica como geralmente é feito nas escolas e sequenciado nos livros didáticos, tivemos que reservar essa segunda etapa à formulação dos conceitos requisitórios ao estudo dessa parte da Física. Era preciso que os alunos pudessem compreender o que é a corrente elétrica, compreender sua natureza e identificar pelo menos alguns de seus efeitos. No entanto, antes de darmos início a qualquer atividade, realizamos um momento de problematização para tomarmos conhecimento dos conhecimentos prévios dos alunos, além de construirmos alguns problemas para serem resolvidos posteriormente sobre o tema Corrente elétrica. Inicialmente, pedimos para que eles fizessem uma reflexão sobre como era o mundo antes da chegada da energia elétrica e o mundo pós utilização da mesma e que apresentassem os resultados de suas reflexões a fim de debatermos pontos positivos e negativos da corrente elétrica e sua “descoberta”. Na ocasião, levantamos também questionamentos para averiguar seus conhecimentos acerca do conceito e da constituição da corrente elétrica e pedimos para que eles listassem efeitos produzidos pela corrente elétrica. Para auxiliá-los na formulação das respostas dando condições para que os mesmos confrontassem suas respostas previamente estabelecidas e construíssem outras ou até mesmo as reelaborassem complementando-as, realizamos atividades experimentais seguindo uma estrutura e postura construtivista para a realização da mesma. As Figuras 9, 10 e 11 ilustram momentos desta atividade experimental.



Figura 9. Professor mediando o conhecimento dando orientações acerca da experimentação

Fonte: Fotografia do autor.



Figura 10. Alunos experimentando com um circuito elétrico simples

Fonte: Fotografia do autor.



Figura 11. Alunos identificando o efeito magnético da corrente elétrica.

Fonte: Fotografia do autor.

O que pudemos observar é que a grande maioria da turma através dessas ferramentas e metodologia utilizada conseguiu com maestria conceituar e identificar efeitos da corrente

elétrica no momento da experimentação, além de citarem outros não presentes nas situações experimentais ali utilizadas, mas que eles já tinham conhecimento obtido a partir de outras leituras sobre o assunto, de outras disciplinas ou mesmo de situações cotidianas. Esses resultados nos surpreenderam, uma vez que esperávamos que eles não conceituassem a corrente elétrica com uma definição tão próxima da cientificamente aceita na atualidade e muito menos pudessem identificar e nomear com grande rapidez e facilidade o efeito magnético da corrente elétrica.

O tempo disponibilizado foi suficiente para a execução de todos os momentos propostos para a aula e ainda permitiu um pequeno intervalo de tempo para discussões.

Diante do exposto aqui, concluímos que as intervenções elaboradas para esse primeiro encontro permitiram a obtenção dos objetivos traçados e que, portanto, se configura numa prática exitosa e que poderá ser reproduzida com expectativa de bons a excelentes resultados.

4.1.2 Segundo encontro

Antes de darmos início a apresentação do tema e dos objetivos da aula, retomamos algumas discussões referentes aos conceitos estudados na aula anterior.

Para introduzirmos a aula, perguntamos aos estudantes se eles sabiam dizer quais os tipos de correntes elétricas que existem e pedimos que eles citassem acontecimentos, instrumentos ou fenômenos ligados à corrente elétrica e que através dos quais a mesma contribuiu para o avanço tecnológico que temos atualmente. De imediato, citaram a lâmpada. Também citaram o rádio e, a partir dessa resposta direcionamos a discussão para que eles reconhecessem o telégrafo como precursor do telefone e que transformou totalmente a maneira de comunicação da época. Nessa etapa da aula o professor mostrou um telégrafo elétrico à turma a fim de que eles pudessem verificar a composição do mesmo e, também para que pudesse provocar uma discussão sobre a importância histórica, social e econômica do telégrafo elétrico para o mundo da época.

Uma parte bastante interessante da aula aconteceu quando um aluno questionou o professor sobre quem seria o descobridor da corrente elétrica, e uma outra aluna pediu permissão e então, problematizou a pergunta anteriormente feita questionando se a corrente elétrica não existiu sempre. “Então, seria correto falar que a corrente foi descoberta?” Essa indagação foi bastante pertinente e nos permitiu discutir acerca do que podemos definir o que alguns autores entendem por como “descoberta”. Importante destacar aqui que a indagação foi dirigida ao professor, revelando uma visão que os alunos têm de que o professor é a figura

central do debate e de que o mesmo é detentor do conhecimento devendo, portanto, ele e apenas ele, responder aos questionamentos realizados. A pergunta foi lançada pelo professor para toda a turma a fim de além de promover discussão, mostrar a importância do debate na construção do conhecimento. Ao final das reflexões apresentadas, concluiu-se que ao se usar o termo “descoberta” deve-se ter o cuidado para que não se absorva a concepção de que algo está escondido até que alguém chega e, num passe de mágica, retira a camuflagem e o determinado fenômeno ou grandeza passa a ser revelado a todos. Concluiu-se ainda que, quando se usa o termo descoberta ao se estudar um fenômeno, deve-se entender que tal termo pode denotar sentido de compreensão, observação ou constatação, por exemplo.

Encerrado esse momento inicial, exibimos o filme que traz os principais conceitos e constatações fundamentais para o desenvolvimento do eletromagnetismo, a briga entre Thomas Edson e Nikola Tesla na corrida pela preferência no uso do tipo de corrente utilizada e defendida por cada um.

Apesar de ter sido editado, o filme ainda ficou longo (48 min) o que nos causou certa inquietação em acontecer de não conseguir a atenção dos alunos por tanto tempo num documentário. No entanto, contrariando nossos medos, todos assistiram com atenção até o fim. Alguns deles já haviam assistido ao mesmo vídeo em algum outro momento e, mesmo assim, demonstraram interesse na exibição.

O terceiro momento dessa aula aconteceu com discussões concernentes à natureza e interesses da Ciência. Durante as discussões realizadas, alguns se revelaram decepcionados com determinadas atitudes tomadas em nome da Ciência e do progresso científico-tecnológico. Com o desenrolar dos debates, alguns se revelaram impressionados em saber que no meio científico existem brigas, intrigas e todo um jogo de interesses que vai desde o aspecto social até o político. A aluna J. T. A., assim se posicionou: -“*Caramba professor! Sempre achei que os cientistas estudavam apenas para descobrir as coisas para melhorar nossas vidas*”. Aproveitando o comentário citado anteriormente, o aluno M. O. S., assim se manifestou: “*Tá vendo, a Ciência é uma farsa! Pra quê acreditar nela então?*”. O professor precisou intervir no debate e destacar o fato de que como construção humana, a Ciência está sujeita à influências das ações, anseios e desejos do homem e que, portanto, não é neutra. Mas, que tal fato não lhe induz ao descrédito e nem à mediocridade. Após toda essa discussão, direcionamos o debate para questionamentos sobre seus conhecimentos no que se refere ao inventor do telégrafo, como se dava o processamento de envio e recebimento de mensagens através do telégrafo, quem seria o inventor do rádio, se eles tinham conhecimento do envolvimento de algum brasileiro no desenvolvimento da telecomunicação.

Partindo do fato de que os alunos não conseguiram dar respostas a todos os questionamentos apresentados, foi-lhes solicitado que pesquisassem acerca do assunto e que trouxessem as respostas para debate no encontro seguinte.

Para encerrar a aula, pedimos que os estudantes fizessem uma breve avaliação das duas aulas ministradas apontando seus pontos positivos e possíveis melhoramentos a serem feitos. Todos definiram as aulas como dinâmicas; que incentivavam a busca pelo saber; que estavam gostando bastante da metodologia utilizada e que as mesmas haviam servido para fazerem descobertas e também para causar interesse pela Física e que estava sendo muito bom estudar Física de uma forma diferente tendo oportunidade de relacionarem os assuntos com a História e, que, portanto, ficava mais fácil entender o que se estava estudando. Esses depoimentos só serviram para comprovar a eficácia da nossa proposta até o momento e para nos motivar ainda mais a buscar estratégias que permitissem a compreensão dos fatos discutidos e o desenvolvimento crítico de cada aluno.

Abaixo seguem algumas imagens que revelam alguns momentos da aula.



Figura 12. Alunos e professor assistindo ao vídeo.

Fonte: Fotografia do autor.



Figura 13. Professor mediando a discussão do vídeo com a turma.

Fonte: Fotografia do autor.

4.1.3 Terceiro encontro

Iniciamos as atividades desenvolvidas para este encontro começando pela socialização das respostas de cada grupo aos questionamentos para serem resolvidos em casa, feitos ao final da Aula 2. Foi um momento muito proveitoso onde os alunos relataram que ficaram surpresos em descobrir que a invenção do rádio mesmo que em meio à controvérsias, é atribuída a um brasileiro. E mais ainda, por ele ser um padre. Alguns confessaram que pensavam que padres não podiam ser cientistas e não se interessavam por ciência tendo em vista que se dedicam ao sacerdócio. Aproveitamos a problemática em questão para discutirmos o perfil de um cientista e seu compromisso com as descobertas ou criações na Ciência.

Na segunda etapa da aula foram distribuídos respectivamente os textos 1, 2, 3 que se encontram nos Apêndices e o texto 4, disponível nos Anexos. Esses textos foram discutidos inicialmente, em grupos e após, socializadas as percepções de cada grupo com toda a turma. Esses textos tratam da história das telecomunicações; trazem uma breve apresentação sobre o papel da ciência; discutem os conceitos, tipos e aplicações das ondas eletromagnéticas e

explicam o funcionamento de um telégrafo elétrico como o utilizado na aplicação da proposta didática. Pudemos fazer diversos debates que permitiram-nos adentrar por vários assuntos e questões de ordem sócio-econômicas. Foram apresentados também questionamentos objetivando provocar reflexões acerca da posição do Brasil numa comparação mundial no que tange ao desenvolvimento científico e sobre os porquês de haver certa resistência mundial em reconhecer as contribuições e invenções dadas por brasileiros para a evolução da ciência. As hipóteses elaboradas pelos estudantes foram as mais variadas. Houve quem defendesse a hipótese de que os brasileiros inventores não são reconhecidos pelas outras nações por não possuímos uma sólida política de valorização e incentivo à ciência. Um grupo ainda defendeu a hipótese de que nós brasileiros não fomos e nem somos reconhecidos pelos fatos já citados, por puro preconceito.

Essa aula não apresentou bons resultados quanto ao desempenho e participação dos alunos. A maioria demonstrou insatisfação e argumentou que eram muitos textos para serem lidos e que também eram bastante extensos. Manifestaram-se afirmando que aulas baseadas apenas em textos não eram muito cativantes e que preferiam mesmo eram as aulas com atividades experimentais.



Figura 14. Momento de leitura, análise e discussão dos textos, em grupos.

Fonte: Fotografia do autor.



Figura 15. Socialização das impressões e reflexões dos textos.

Fonte: Fotografia do autor.

4.1.4 Quarto encontro

Nesse encontro, para dar continuidade e seguir nossa linha de raciocínio e objetivos que utilizamos durante a construção dessa proposta, demos início à discussão e construção dos conceitos científicos do Magnetismo. Na etapa inicial desse encontro, entregamos uma lista de exercícios que exploravam de forma contextualizada e através de problemas o conteúdo do Magnetismo. Os alunos deveriam tentar resolver corretamente, num período de 25 minutos, as questões apresentadas. Para isso, deveriam fazer uso do livro didático e do conhecimento que cada um poderia já possuir no momento. Todos os grupos conseguiram resolver os exercícios em tempo hábil destinado. Tais exercícios objetivavam fornecer através das discussões em grupos, das trocas de ideias e de experiências, subsídios aos alunos a fim de que eles conseguissem definir, descobrir e identificar as propriedades referentes ao campo e a materiais magnéticos. Para tanto, subsidiamos problematizações e experimentos todos seguindo a teoria construtivista.

Prezamos em todas as situações da aula pela existência da interação a fim de possibilitar a troca de ideias e de conhecimentos entre os alunos. Diversas situações reais foram usadas para discussão fenomenológica e aplicações dos conceitos.

A segunda etapa da aula foi reservada à organização do conhecimento pertinente aos conteúdos abordados nas questões da lista e também de outros conceitos ou propriedades do Magnetismo que achamos necessários. Para tal, foram executadas atividades experimentais em grupos onde o professor ia mediando sua execução, uma posterior interpretação dos fenômenos detectados, a elaboração de definições, a compreensão das situações vivenciadas no momento e de outras relacionadas à observações do dia-a-dia dos alunos.

Para fundamentar ainda mais a aula, realizamos a correção da lista de exercícios resolvida pelos alunos no início da mesma. Toda a correção transcorreu ouvindo-se cada grupo e suas justificativas às respostas dadas e os pareceres dos alunos às respostas dos colegas, o que nos forneceu oportunidades de estender a discussão a outras situações surgidas no momento gerando satisfação e dando oportunidade para compreensão do conteúdo pelos alunos nela envolvidos.

Durante cada momento da aula e de cada atividade realizada, pôde-se perceber que os alunos se mostraram determinados e interessados pela realização do que se propunha. As discussões e as experimentações executadas conseguiram gerar nos estudantes um estado de curiosidade e gosto por aquilo que se estava fazendo além de incentivar os mesmos a questionarem, pesquisarem e conseguirem enxergar sentido para aquilo que se estava

estudando em sala de aula. Também nos permitiram explorar a capacidade de cada um quanto à elaboração de hipóteses e resolução de problemas. Um dos maiores feitos que pudemos obter foi a satisfação dos alunos em estudar Física e conseguir tirá-los de um estado de aversão, desânimo e desconforto e levá-los a uma condição em que podiam desenvolver sua capacidade cognitiva, por em prática suas habilidades e entender a ciência como elemento da construção humana e capaz de possibilitar-lhes oportunidades de uma melhor visão de mundo e maior compreensão dos fenômenos a ele ligados. Foram momentos de descobertas onde se obteve construção de conhecimento e oportunizaram o professor a dar sentido àquilo que ele ensina e proporcionar prazer junto aos estudantes enquanto se aprende.

Seguem abaixo registros de alguns momentos da aula.



Figura 16. Resolução em grupo de testes conceituais sobre eletromagnetismo.

Fonte: Fotografia do autor.



Figura 17. Alunos identificando substâncias ferromagnéticas.

Fonte: Fotografia do autor.



Figura 18. “Visualização” das linhas do campo magnético.

Fonte: Fotografia do autor.

4.1.5 Quinto encontro

Nesta aula tivemos a oportunidade de aprofundar os conceitos e teorias já estudados e, portanto, podermos ter uma melhor compreensão do Eletromagnetismo. Inicialmente, apresentamos aos alunos o assunto que iríamos estudar e foram lidos os objetivos traçados para a aula. Posteriormente, os alunos foram divididos em grupos de 4 alunos e a eles distribuído uma lista contendo 10 questões com problematizações sobre Indução eletromagnética e Lei de Lenz para que tentassem resolver utilizando o livro didático. Para essa atividade foram disponibilizados 25 minutos. Encerrado o prazo foram recolhidas as listas e distribuídas aos mesmos grupos o Kit 06 (página 102) para realização de atividades experimentais que permitiram a compreensão e análise dos conteúdos ora abordados.

Dando continuidade à realização da aula e à busca pelo alcance dos objetivos propostos para a mesma, como também oportunizando uma análise da estrutura e entendimento do funcionamento do telégrafo elétrico, permitimos que cada grupo utilizassem o telégrafo elétrico que fora apresentado na Aula 1 e, que na oportunidade tentassem, de posse, do código Morse, tentassem se comunicar enviando mensagens uns aos outros.

Na discussão feita sobre essa etapa, os estudantes expuseram seu entendimento sobre o funcionamento do telégrafo a eles disponibilizados para manuseio e também relataram as dificuldades por eles enfrentadas para a troca de mensagens e também de que imaginavam como foi difícil para as pessoas da época se comunicarem logo após sua invenção.

No decorrer da aula os alunos fizeram diversas perguntas e muitas dúvidas surgiram gerando vários questionamentos acerca do conteúdo e sua aplicabilidade em situações reais. Desenvolvemos atitudes que os ajudaram a encontrar respostas aos seus questionamentos sanando suas dúvidas e que os deixaram inquietos e ao mesmo tempo motivados para uma discussão fenomenológica mais alicerçada e esclarecedora que haveria de ser feita oportunamente no próximo encontro.

As atividades realizadas na aula e a forma com que as mesmas foram conduzidas permitiram que os alunos não apenas visualizassem o fenômeno da indução eletromagnética, mas que compreendessem sua magnitude e abrangência juntamente com a importância da lei de Lenz.

A aula foi extremamente proveitosa, pois além do que já expusemos aqui, deu ao aluno o entendimento da interligação dos conteúdos já vistos e de como o conhecimento científico é produzido.

Apresentamos a seguir registros que revelam essa interação dos alunos e sua participação nas atividades propostas.



Figura 19. Professor iniciando a aula e apresentando os objetivos da mesma.

Fonte: Fotografia do autor.



Figura 20. Resolução em grupo dos exercícios conceituais sobre indução eletromagnética.

Fonte: Fotografia do autor.



Figura 21. Experimento de Oersted.

Fonte: Fotografia do autor.

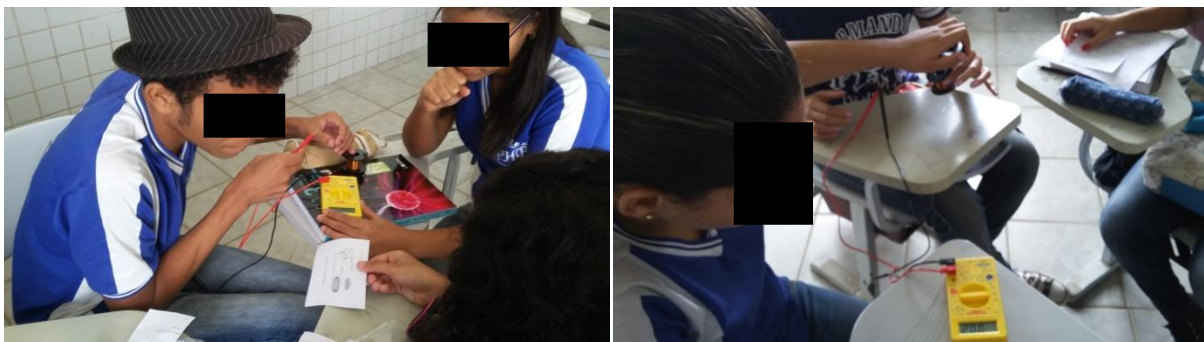


Figura 22. Verificando a Lei da Indução de Faraday.

Fonte: Fotografia do autor.



Figura 23. Conhecendo o telégrafo.

Fonte: Fotografia do autor.

4.1.6 Sexto encontro

Nesse encontro retomamos algumas discussões feitas na Aula 5 para então introduzir os problemas destinados ao estudo fenomenológico da Indução eletromagnética. Procuramos realizar uma problematização que conseguisse envolver toda a turma nas discussões, motivar os estudantes pela busca de respostas às situações apresentadas e também fazê-los compreender diversos fenômenos existentes tanto na natureza quanto em situações vividas por eles e explicar aquelas onde se identificam as aplicações da teoria eletromagnética a exemplo do cartão magnético, do detector de metais, do microfone e do alto-falante. Na ocasião foram lidos os textos 8, 9 e 10 e feitas discussões sobre os diversos tipos de energia e suas conversões em energia elétrica, suas vantagens e pontos negativos tanto de um ponto de vista econômico quanto ambiental. Debates sobre as vantagens do uso da corrente elétrica alternada e de como é feita sua distribuição desde as usinas até as residências. Aqui, também foi feita uma breve análise do uso e importância dos transformadores.

O segundo momento da aula foi reservado para resolução pelos alunos de exercícios que enfatizavam o uso de expressões matemáticas. A decisão em introduzir questões de natureza matemática em nossa proposta se deu pelo fato de entendermos que não podemos banir totalmente os cálculos na Física em aulas do ensino médio, pois além de os mesmos estarem presentes em exames a que os alunos serão submetidos para darem prosseguimento à sua vida seja ela escolar ou trabalhista, também conseguem contribuir para o desenvolvimento cognitivo do aluno ao possibilitar ver uma exatidão e extensão da teoria.

Cabe destacar aqui que, apenas com modelos existentes nos livros didáticos e mesmo sob a orientação do professor os estudantes não conseguiram aplicar os dados das questões nas expressões matemáticas e, assim, desenvolver respostas corretas. Percebemos um alto grau de dificuldade desses alunos em manipular fórmulas matemáticas e realizar operações matemáticas com o grau de dificuldade imposto pelas mesmas.

Portanto, restou ao professor não apenas debater os valores obtidos como resposta e as possíveis diversas maneiras que poder-se-iam utilizar para esse fim como havia sido planejado, mas também de fazer de forma expositiva essa resolução. Acreditamos que, ao serem aplicados em uma turma que domine de forma mais eficaz as operações matemáticas neles presentes os resultados serão bem mais exitosos e corresponderão aos objetivos traçados estimulando o aparecimento e a consequente evolução de novas habilidades inerentes à desenvoltura do raciocínio teórico-matemático.

No último momento dessa aula e, portanto, último também da aplicação da proposta de ensino os alunos foram solicitados a fazerem uma avaliação da proposta que foi desenvolvida. A percepção de alguns dos 28 alunos presentes na ocasião será relatada no subitem 4.1.7.

Enfatizamos que durante todas as aulas da aplicação da nossa proposta tivemos um índice de presença superior a 90% (noventa por cento). Na última aula, a frequência foi de 100%. Isso pode ser um indício forte de que as aulas ministradas conseguiram corresponder aos anseios desses alunos ao mesmo tempo em que se mostraram significativas.



Figura 24. Momento de resolução, pelos alunos, dos exercícios com expressões matemáticas.

Fonte: Fotografia do autor.



Figura 25. Momentos de resolução dos exercícios e interação alunos-professor.

Fonte: Fotografia do autor.

4.1.7 Opinião dos alunos

A grande maioria dos alunos considerou expressamente importante e positiva a maneira como estudaram Física, sob uma perspectiva experimental e problematizadora. Declararam que as atividades tornaram as aulas diferentes, mais prazerosas e conseguiram fazer com que a Física fosse estudada de uma forma inovadora e estimulante.

Apresentamos a seguir alguns desses depoimentos:

- *“Sempre achei as matérias de cálculos chatas. Mas, agora to vendo que podem ser muito interessante estudá-las. Para isso, não podemos ficar só fazendo contas. Durante as aulas vimos vídeos, discutimos textos, realizamos experiências, etc. Resumindo, foram aulas excelentes”* (ALUNA J. T. A.).

- *“O que posso dizer das aulas é que foram totalmente diferentes das costumeiras aulas monótonas, o que recebemos foram aulas dinâmicas e interativas, que se tornaram interessantes a partir da exposição da História da Física. Como resultado, o assunto ficou melhor fixado”* (ALUNA M. M. M.).

- *“Sempre estudei com o senhor, professor. O senhor sempre procurou fazer aulas diferentes trazer novidades pra gente. Mas, mesmo assim, Não sentia muito interesse pelas aulas não. Agora, vô começar a olhar a Física de uma forma diferente”* (ALUNO M. O. S.).

- *“Apesar de infelizmente, a escola não possuir muitos recursos e locais adequados para certas atividades as aulas foram interessantes e proveitosas”* (ALUNO W. C. M.).

- *“Gostei bastante das aulas porque trouxeram tanto a parte teórica como prática de um jeito proveitoso o qual todos puderam entender exatamente o objetivo da aula”*(ALUNO M. G. F. F.).

- *“Foram aulas muito boas. Diferentes das que a gente ta acostumado. Gostei demais estudar Física da maneira que o professor fez com a gente. Deu pra aprender bem mais do que se a aula fosse só fazendo cálculos. Sim...! Ainda faltou dizer uma coisa: não gostei da aula que só tinha textos. Eram textos grandes demais. Preferia que fossem menores. Dava pra gente aprender bem mais”* (ALUNA K. N. S. F.).

- *“As aulas foram muito boas, mas eu gostaria que tivesse tido mais aulas de cálculo, pois também iremos precisar para o ENEM”* (ALUNO E. S. C. J.).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Entendemos que a educação no Brasil enfrenta momentos bastante difíceis em particular, o ensino de Ciências com destaque para o ensino de Física. É fato que as metodologias utilizadas por alguns professores para o ensino de Física já não apresentam resultados satisfatórios nem atendem às necessidades e expectativas dos alunos. O que verificamos é um ensino voltado para a simples reprodução daquilo que o professor apresenta em sala de aula que por vezes é totalmente isento de significados. Para uma ciência como a Física, é bastante difícil conceber a ideia de trabalhá-la em sala de aula a partir de ações que distorcem e/ou corrompem sua importância frente à incansável busca pelo entendimento da natureza. Dessa forma, se faz necessário investir em novas metodologias que visem favorecer o desenvolvimento do raciocínio, a existência de uma postura crítica, a troca de conhecimentos, a interação, o gosto pela Ciência e a compreensão daquilo que se estuda na escola.

Sendo assim, procuramos nesse trabalho desenvolver uma proposta que conseguisse reunir características e potencialidades auxiliares ao professor na sua prática de ensino e, portanto, gerasse um produto educacional que possa ser utilizado por outros professores da Educação Básica em nível de Ensino Médio.

Lançamos mão da experimentação e da História da Ciência. Não uma experimentação de natureza apenas demonstrativa ou reprodutiva nem uma História da Ciência descontextualizada e linear. Adotamos, portanto, uma metodologia que permite ao aluno enquanto realiza a experimentação, confrontar seus conhecimentos e os de seus colegas que em conjunto discutem e partilham as descobertas e conhecimentos pré-existentes ou adquiridos mediante a realização das atividades.

Defendemos o uso de práticas em sala de aulas que consigam aguçar a curiosidade dos estudantes, que favoreçam o debate e incentive o desejo em buscar respostas para os fenômenos estudados e para os questionamentos levantados. Procuramos elaborar uma proposta que prezasse pelo desenvolvimento do raciocínio, pela “construção” de conceitos e teorias por parte dos estudantes; que favorecesse a reflexão e, por conseguinte, a visão crítica dos acontecimentos e, de modo especial, devolvesse ou mesmo em alguns casos, criasse o prazer de estudar Física e revestisse de significado aquilo que se estuda vindo corresponder de forma eficiente aos anseios dos alunos.

Para o desenvolvimento e aplicação desta proposta, enfrentamos algumas dificuldades. Todas de natureza estrutural. Como professor, me vi desafiado a vencê-las sem comprometer a efetividades das atividades que seriam realizadas. As dificuldades de maior destaque foram a falta da disponibilidade do laboratório de ciências e a aquisição de alguns instrumentos utilizados nos experimentos tais como bússolas, lanternas autocarregáveis e ímãs que foram adquiridos através de compras pela internet. A sala de aula, por possuir amplo espaço, foi usada como laboratório e se mostrou bastante eficiente na substituição.

Consideramos que a implementação da proposta de ensino se mostrou bastante positiva, uma vez que provocou o desenvolvimento de discussões de aspectos e características pertinentes à Ciência; possibilitou a discussão de ideias, fenômenos e/ou teorias de uma maneira bastante dinâmica e abrangente; parece ter gerado nos estudantes uma motivação para se estudar Física e a conscientização de que estudá-la não é chato nem muito menos insignificante. Parece ter possibilitado ainda os alunos compreenderem que olhar a Ciência com uma visão crítica além de mostrar um panorama mais versátil e interessante, passa a dar significados a assuntos e situações/aplicações que muitas vezes passavam despercebidos.

Destacamos que por ser um trabalho com grande potencial didático, nossa proposta nos permitiu garantir participação e, sua conseqüente apresentação no 15º Seminário Nacional de História da Ciência e da tecnologia (15º SNHCT). Pretendemos ainda aprimorá-lo para que venha gerar publicações futuras de possíveis artigos, capítulos de livros e etc.

Como perspectiva de continuação da pesquisa, esperamos que os professores de Física após tomarem conhecimento deste trabalho, possam utilizá-lo em suas salas de aula e, então, consigam elaborar e aplicar mecanismos avaliativos eficazes e que consigam averiguar a existência ou não de uma aprendizagem significativa nos alunos em relação ao tema abordado, advinda das possíveis potencialidades cognitivas da proposta em discussão.

REFERÊNCIAS

ANGOTTI, J. A. P.; BASTOS, F. P. ; MION, R. . **Ciência e tecnologia e Investigação-ação na formação de professores de ciências**. Ciência e Educação, Bauru, SP, v. 07, n. 02, p. 78-90, 2001.

ANTUNES, Celso. Piaget, Vygotsky, Paulo Freire e Maria Montessori em minha sala de aula. São Paulo: Ciranda Cultural, 2008.

ARTUSO, A. R. & WRUBLEWSKI, M. Física, volume 3. Editora Positivo, 1ª edição. Curitiba, 2013.

BACHELARD, G. O Racionalismo Aplicado. Trad. Nathanael C. Caixeiro. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

BISCUOLA, G. J., et al. Física, Volume 3. Editora Saraiva. 2ª edição. São Paulo, 2013.

BONJORNO, R. A., et al. Física, volume 3. Editora FTD. 2ª edição. São Paulo, 2013.

BORGES, A. T. **O Papel do Laboratório no Ensino de Ciências**. Atas do I ENPEC, Águas de Lindóia, São Paulo, 27 – 29 de nov. de 1997, p. 02 – 11.

_____. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério de Educação Média e Tecnológica, 1999.

_____. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2015.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, vol. 3**. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMT), Brasília, 1998.

_____. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais mais para o ensino médio +: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2002.

CHAIB, J. P. M. D. C.; ASSIS, A.K.T. Sobre os efeitos das correntes elétricas. Tradução comentada da primeira obra de Ampère sobre eletrodinâmica. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, v. 5, n. 1, p. 85-102, 2007.

Coleção SER PROTAGONISTA. Física, volume 3. Editora Sm, 2ª edição. São Paulo, 2013.

DELIZOICOV, Demétrio. Problemas e problematizações. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: ED. da UFSC, 2001.

_____. A. **Metodologia de Ensino de Física**. Florianópolis, CED/LED/UFSC, 2001.

_____. Conhecimento, tensões e transições. 1991. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, J. A. Peres, Física, coleção Magistério 2º grau. Cortez Editora, 2ª edição revista. MEC-FAE-1994.

DELIZOICOV, Demétrio, et. al., Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

DIAS, V. S.; MARTINS, R. A. Michael Faraday: o caminho da livraria à descoberta da indução eletromagnética. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 517-530, 2004.

FILHO, A. G.; TOSCANO, C. Física, volume 3. Editora Leya, 1ª edição. São Paulo, 2013.

FORATO, T. C. M; PIETROCOLA, M; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da Ciência na sala de aula. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 28, n. 1, p. 27-59, abr. 2011.

FRANCISCO JR, Wilmo E.; FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dácio Rodney. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. **Química Nova na Escola**, v. 30, n. 4, p. 34-41, 2008.

FREIRE JUNIOR, O. A relevância da filosofia e da história da ciência para o ensino de ciência. In: SILVA FILHO, W. J. (Org.). **Epistemologia e ensino de ciências**. Salvador: Arcádia, 2002. p. 13-30.

GALIAZZI, M. C., ROCHA, J. M., SCHMITZ, L. C., SOUZA, M. L., GIESTA, S. & GONÇALVES, F. P. **Objetivos das Atividades Experimentais no Ensino Médio: A pesquisa Coletiva como Modo de Formação de Professores de Ciências.** Ciência & Educação, v.7, n.2, 2001, p.249-263.

GASPAR, A., Física, volume 3. Editora Ática, 1ª edição. São Paulo, 2000.

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

_____. **Atividades experimentais no ensino de Física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

GIORDAN, M. **O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências.** Química Nova na Escola. n. 10, nov. 1999, p. 43-49.

HODSON, D. **Haciaun Enfoque Más Crítico del Trabajo de Laboratorio.** Enseñanza de las Ciencias, v. 12, n. 3, 1994, p. 299-313.

LATOSINSKI, E. S. **Uma proposta inovadora para o ensino de temas estruturantes de física a partir de conceitos de eletrodinâmica.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

MARTINS, R. A. Ørsted e a descoberta do eletromagnetismo. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, v. 10, p.89-114, 1986.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino: as abordagens do processo.** Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

MONTEIRO, Maria Amélia. O uso do experimento didático: mediando uma leitura problematizadora do mundo tecnológico. **V Colóquio Internacional Paulo Freire: Recife**, 2005.

MOREIRA, M. A. Teorias da Aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.

OLIVEIRA, M. P. Pinto de. et al. Coleção Física em contextos, volume 3. 1ª edição. Editora FTD. São Paulo, 2010.

PALANGANA, I. C. Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vygotsky: a relevância do social. São Paulo: Summus, 2001.

PENTEADO, Paulo C. M.; TORRES, Carlos M. A. Física Ciência e Tecnologia, volume 3. Editora Moderna, 1ª edição. São Paulo, 2005.

PINHO-ALVES, José. Atividade experimental: uma alternativa na concepção construtivista. **VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2002.

RICARDO, Elio Carlos. Problematização e contextualização no ensino de Física. **Ensino de Física (Coleção Ideias em Ação)**. São Paulo: Cengage Learning, p. 29-51, 2010.

ROBILOTTA, Manoel Roberto. O Cinza, o Branco e o Preto: da relevância da história da ciência no ensino de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis**, v. 5, p. 7-22, 1988.

ROCHA, José Fernando M. et al. **Origens e evolução das idéias da Física**. Salvador; EDUFBA, 2002.

RONCA, Antonio Carlos Caruso. Teorias de ensino: a contribuição de David Ausubel. **Temas em psicologia**, v. 2, n. 3, p. 91-95, 1994.

SHEEHAN, Reverend Michael. Electrical Guide: Questions, answers & illustrations. New York: Theo Audel & Co., 1922.

SILVA, A.P.B.; GUERRA, A. **História da Ciência e Ensino**. São Paulo: Livraria da Física. p. 39-68, 2015.

SILVA, Grasielle Ruiz; SILVA, João Alberto. História da Ciência e Experimentação: perspectivas de uma abordagem para os anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 6, n. 1, p. 121-132, 2013.

SILVA, J. Algumas considerações sobre ensino e aprendizagem na disciplina Laboratório de Eletromagnetismo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, p. 471-476, 2002.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

APÊNDICE A

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

TEMA: Eletromagnetismo

OBJETIVO: compreender os conceitos, leis e teorias do Eletromagnetismo de forma contextualizada e problematizadora que possibilitem o desenvolvimento cognitivo do aluno levando-o a um patamar elevado de entendimento dos fenômenos físicos bem como a um alto grau de criticidade que lhes permitam enxergar os diversos fatores e instrumentos envolvidos na história, evolução e aplicações do tema em estudo.

JUSTIFICATIVA: No ensino de Física as ações e objetivos traçados visam dar oportunidades para que o aluno ao concluir o ensino médio tenha conseguido desenvolver habilidades que lhe permita fazer uso de conceitos e instrumentos capazes de fornecer-lhe condições de interpretar o mundo científico e tecnológico do qual ele faz parte. Ainda é importante e necessário que essas escolhas lhe proporcione habilidades que contribuam para a construção de uma sociedade mais justa e onde ele possa exercer seu papel de cidadão.

O ensino de Física também permite que se estabeleçam relações em que seja possível a existência de relações entre o que já se conhece e os novos conhecimentos que vão sendo construídos. Essas relações não podem apenas serem aceitas sem que haja antes de tudo, o confronto entre ideias novas e o pensamento já fundamentado.

Convém-nos dizer que o ensino de Física tem que apresentar antes de tudo, uma atitude de comprometimento e reflexão sobre a influência do ser humano no planeta e as relações sociais, políticas, religiosas e culturais existentes na produção do conhecimento. Não é mais suficiente a discussão isolada de conteúdos, mas se faz necessário um estudo contextualizado e problematizador, onde se possa explorar a complexidade e a ética do saber.

A partir dos conteúdos sobre o eletromagnetismo, serão trabalhadas situações-problemas que darão condições para que os alunos desenvolvam o pensamento crítico e, ainda, compreendam acontecimentos da realidade em que estão aplicados os fenômenos eletromagnéticos.

PÚBLICO ALVO:

Alunos do terceiro ano do ensino médio.

DURAÇÃO:

Seis encontros de 90 minutos cada, totalizando 540 minutos de aula.

CONTEÚDO:

Durante as aulas serão abordados assuntos referentes aos efeitos da corrente elétrica bem como a história, desenvolvimento dos conceitos, aplicações e fenomenologia do Eletromagnetismo.

AULA 1 – 1º encontro

TEMA: Corrente elétrica: natureza, efeitos e aplicações

OBJETIVOS: compreender o conceito de corrente elétrica e identificar alguns de seus efeitos.

RECURSOS INSTRUCIONAIS: Aula dialogada, discussões e atividades em grupo.

PROBLEMA: O que é corrente elétrica e quais são seus principais efeitos?

MOTIVAÇÃO: construção e análise de um circuito elétrico simples e um eletroímã.

TEMPO ESTIMADO PARA A AULA: 90 min (Duas aulas de 45 min).

DESENVOLVIMENTO: Inicialmente, o professor apresentará aos alunos os objetivos da aula e, então, separá-los-á em grupos e distribuirá aos mesmos os Kits 1 e 2 contendo os materiais que serão utilizados nos experimentos e que estarão listados nas propostas abaixo. Para poder trabalhar o tema, é preciso conhecer quais conhecimentos sobre eletricidade os alunos já possuem. Nesta etapa da aula poderá, por exemplo, ser feito os seguintes questionamentos:

- Por que levamos choque elétrico quando tocamos um fio que esteja conectado a uma rede elétrica?;
- A corrente elétrica produzida por uma pilha/bateria é do mesmo tipo da que é transmitida nos fios da rede elétrica das ruas?;
- O que além do choque elétrico a corrente elétrica pode causar/gerar?;
- O que é utilizado nos ferros-velhos para colocar as sucatas dos carros umas em cima das outras?;
- Como vocês imaginam que seria o mundo atual sem a descoberta da eletricidade?

Tais questões servirão para instigar discussões e para auxiliar o professor na fundamentação e consolidação dos conhecimentos discutidos. É imprescindível que seja dado aos alunos liberdade para que se sintam à vontade para tentarem construir conceitos e respostas às perguntas feitas. Feita a discussão, um outro momento se faz necessário para organizar o conhecimento que os alunos estão adquirindo/construindo/compartilhando. Para isso, o professor pedirá que realizem as propostas experimentais detalhadas abaixo. A partir

da execução dessas propostas, serão problematizados os diferentes usos da energia elétrica – sua conversão em calor, luz, movimento, som, energia magnética, etc. Isso será feito num momento seguinte à realização dos experimentos. Saliente-se aqui durante a realização dos experimentos, o professor deverá ir conversando com os alunos fazendo-lhes questionamentos a fim de conhecer quais conceitos os mesmos trazem acerca da natureza da corrente elétrica e sua importância para o desenvolvimento da civilização humana.

As propostas experimentais aqui apresentadas para serem trabalhadas, consistem na construção e análise do funcionamento de um circuito elétrico simples e de um eletroímã. Sugerimos que sejam formados grupos de no máximo 04 componentes para o desenvolvimento da atividade.

Propostas experimentais:

Experimento 1: Construção e funcionamento de um circuito elétrico simples

Materiais utilizados no Kit 01 (ver figura 3)

- fio do tipo cabinho (aproximadamente 50 cm);
- 01 pilha de 1,5 V;
- 01 lâmpada compatível com a tensão da pilha;
- fita adesiva;
- 01 estilete;
- esquema de um circuito elétrico simples (ver Figura 1).

O procedimento experimental é o seguinte:

I. distribui-se aos grupos o Kit 01(ver Figura3);

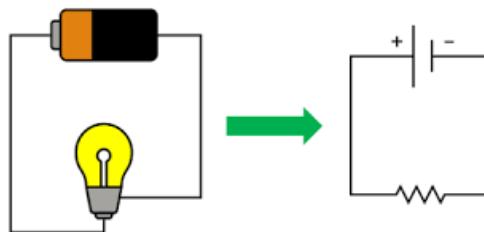


Figura 1. Esquema de um circuito elétrico simples

Fonte: <http://www.energieletrica.net/cargas-superficiais-o-elo-perdido-dos-circuitos/>

- II. pede-se que, com os materiais recebidos, os alunos construam o circuito proposto acima deixando uma de suas extremidades livre. Pergunta-lhes, então, por que nessa situação a lâmpada não acende. À medida que forem surgindo as respostas/hipóteses, o professor vai anotando no quadro para discuti-las posteriormente;
- III. fecha-se então, o circuito unindo a extremidade livre à outra parte do circuito - a lâmpada acenderá emitindo brilho e calor. Questiona-se os alunos sobre a(s) razão(ões) das observações agora feitas;
- IV. por meio dessas observações, conceitua-se corrente elétrica e identificam-se alguns de seus efeitos.

Experimento 2: Construção e funcionamento de um eletroímã

Materiais utilizados no Kit 02 (ver Figura 4)

- 01 prego grande;
- fio esmaltado de bitola nº 26;
- 01 pilha grande de 1,5 V;
- 01 ímã;
- uma moeda;
- 01 estilete;
- figura de um eletroímã (ver Figura 2)

O procedimento experimental é descrito a seguir:

- I. distribui-se aos grupos o Kit 02 e pede-se aos alunos que com o material recebido façam a construção apresentada na figura recebida devendo o professor orientá-los a rasparem as extremidades livres do fio ;



Figura 2. Eletroímã

Fonte: Fotografia do autor

- II. aproxima-se o ímã da moeda – ela será atraída devido à existência do campo magnético gerado pelo ímã;
- III. após a construção do eletroímã, uni-se cada extremidade (raspada) do fio a cada um dos polos da pilha e o aproxima da moeda – a moeda será atraída devido o campo eletromagnético gerado;
- IV. por meio dessas observações, identifica-se o efeito magnético da corrente elétrica.

Durante cada etapa da realização da experimentação com o eletroímã, deverá o professor conduzir a problematização e realizar também a análise e discussão com os grupos acerca da montagem, execução e resultados do experimento, além das aplicações dos efeitos observados. Atente-se aqui que, nessa aula e, conseqüentemente, nesse experimento o objetivo é apenas identificar o efeito magnético da corrente elétrica, pois a discussão do fenômeno da indução eletromagnética ficará reservada às Aulas 5 e 6.

AVALIAÇÃO: participação dos alunos nos experimentos e nas discussões e a capacidade dos mesmos em elaborar hipóteses.



Figura 3- materiais que compõem o Kit 1

Fonte: Fotografia do autor



Figura 4. Materiais que compõem o Kit 2

Fonte: Fotografia do autor

AULA 2 – 2º encontro

TEMA: O advento da corrente elétrica e o surgimento do telégrafo

OBJETIVOS: compreender a história da corrente elétrica e sua contribuição para o surgimento do telégrafo

RECURSOS INSTRUCIONAIS: TV, aparelho de DVD, telégrafo, aula dialogada e discussões em grupo.

PROBLEMA: Quais as características da Ciência e seus principais interesses?

MOTIVAÇÃO: exibição do filme *História da eletricidade - A era da invenção* disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=8NN880JDP8M>.

TEMPO ESTIMADO PARA A AULA: 90 min (Duas aulas de 45 min).

DESENVOLVIMENTO: Antes de iniciar a apresentação do vídeo o professor deverá resgatar alguns conceitos e/ou características de fenômenos associados à corrente elétrica e trabalhados na aula 01. Para isso, poderá apresentar aos alunos os seguintes questionamentos:

- Quem lembra e pode citar exemplos de efeitos produzidos pela corrente elétrica?;
- Quais os tipos de corrente elétrica que existem?;
- Citem acontecimentos, instrumentos ou fenômenos associados à corrente elétrica e

que através dos quais a mesma veio a contribuir para o avanço tecnológico atual.

Caso dentre os exemplos citados pelos estudantes o telégrafo não apareça, o professor deverá instigá-los mais um pouco e, poderá fazer-lhes as seguintes perguntas: como as

peças se comunicavam antes da descoberta da corrente elétrica? E depois? Espera-se que os mesmos citem o meio atual mais prático utilizado para se comunicar, o telefone. Se o telefone for citado sem que haja menção ao telégrafo, outra pergunta deverá ser feita: que aparelho foi o precursor do telefone? Saliente-se aqui que o momento é de problematização. Logo, nenhuma resposta deverá ser apresentada pelo docente mesmo que haja inquietação dos discentes. Se o último caso acontecer, táticas deverão ser usadas a fim de que os mesmos consigam esperar sem perder a motivação, pela construção das respostas durante e ao fim da exibição do filme. Somente então, após o levantamento das questões apresentadas pelo professor é que será exibido o filme para a turma.

A próxima etapa é discutir o filme. O debate do mesmo pode ser realizado levantando-se uma discussão histórico-social a partir de questões como as seguintes:

1- Na luta pela adoção do tipo de corrente a ser distribuída pelo mundo, quais interesses estavam envolvidos?

2- A ciência é isenta de intervenções políticas, de interesses individuais e de outras influências que não apenas o desejo pela busca do conhecimento?

3- Por que a corrente alternada triunfou sobre a corrente contínua?

Para finalizar a aula, será apresentado à turma o telégrafo de fio construído pelo professor e, suscitadas as seguintes indagações:

1- Qual era a função do telégrafo?

2- Quem foi seu inventor?

3- Como e qual tipo de mensagem era enviada pelo telégrafo?

4- Alguém aqui conhece o Código Morse?

5- Alguém sabe dizer quem inventou o rádio?

6- Existe algum brasileiro responsável /precursor pela criação e desenvolvimento da radiocomunicação?

7- Por que o mesmo não aparece na história comumente divulgada?

Ainda pedirá aos alunos que pesquisem para a próxima aula (Aula 03) sobre a história da invenção e como é o funcionamento deste tipo de telégrafo.

AValiação: participação nas discussões e capacidade dos mesmos em organizar o conhecimento.

AULA 3 – 3º encontro

TEMA: História das telecomunicações e a influência da invenção do telégrafo no desenvolvimento da ciência.

OBJETIVOS: - Compreender o contexto histórico, político e social em que se deu o desenvolvimento da telecomunicação;

- Reconhecer a importância do eletromagnetismo no surgimento das telecomunicações;

- Compreender os fenômenos envolvidos na transmissão de informações à distância com e sem a presença de cabos transmissores;

RECURSOS INSTRUCIONAIS: Aula dialogada, discussões e atividades em grupo.

PROBLEMA: Por que a invenção do telégrafo foi tão importante para o desenvolvimento da sociedade da época?

MOTIVAÇÃO: Leitura de textos

TEMPO ESTIMADO PARA A AULA: 90 min (Duas aulas de 45 min).

DESENVOLVIMENTO: O professor iniciará esta aula retomando a parte final da Aula 02 fazendo um levantamento histórico e uma posterior discussão, a fim de introduzir a história das telecomunicações. Para isso, distribuirá os alunos em grupos de até 04 componentes e lhes entregará os textos⁴/artigos *Breve história do surgimento do telégrafo e do rádio* (Texto 1) e *Considerações sobre a Ciência* (Texto 2) que serão lidos, discutidos e socializados as observações com os demais grupos. O professor precisa dar destaque nessas discussões aos possíveis interesses que existiam por trás desse feito – a possibilidade de se conseguir comunicação rápida à distância. Aproveitará a oportunidade para destacar que foi um brasileiro, o Padre Landell de Moura que inventou o rádio e, analisar as controvérsias existentes acerca desse assunto. Após ser feito todo o levantamento histórico acerca das telecomunicações e objetivando uma boa compreensão de como é feita a transmissão de mensagens e imagens, será entregue, lido e discutido o Texto 3 que é um texto informativo sobre ondas eletromagnéticas. Ainda será entregue aos grupos para que os mesmos discutam entre si, o Texto 4 que se constitui de um pequeno texto explicativo e de um esquema sobre o funcionamento de um telégrafo elétrico.

Para auxiliar o professor a introduzir e desenvolver a discussão poderão ser feitas as seguintes perguntas:

⁴ Os Textos 1,2 e 3 encontram-se no apêndice B, o Texto 4 encontra-se no anexo A.

- O telégrafo foi criado apenas para fins pacíficos?;
- Que impactos sociais e econômicos trouxe a invenção do telégrafo e, posteriormente do rádio?;
- Quem sabe explicar o funcionamento de um telégrafo?;
- A ciência objetiva apenas o bem-estar da humanidade? A quais outros interesses podemos associá-la?;

Durante todo o decorrer das leituras e discussões, os grupos deverão anotar suas respostas e observações realizadas e, após socializadas com os demais colegas, entregar ao professor.

AVALIAÇÃO: participação dos alunos nas discussões.

AULA 4 – 4º encontro

TEMAS: Campo magnético

OBJETIVOS: - Identificar os polos de um ímã;

- Compreender o conceito de *campo magnético*;
- Compreender e aplicar as leis que regem o magnetismo;
- Explicar fenômenos naturais magnéticos como as auroras;
- Compreender as relações entre eletricidade e magnetismo;
- Explicar fenômenos eletromagnéticos.

RECURSOS INSTRUCIONAIS: Aula dialogada, discussões e atividades em grupo.

PROBLEMAS: - Por que alguns materiais são atraídos por um ímã e outros, não?;

- Por que a Terra se comporta como um ímã?;
- Qual a origem do magnetismo terrestre?;
- Apenas ímãs podem criar campos magnéticos?.

MOTIVAÇÃO: realização de experimentos.

TEMPO ESTIMADO PARA A AULA: 90 min (Duas aulas de 45 min).

DESENVOLVIMENTO: Feita a discussão histórica das telecomunicações e das invenções dos dispositivos que permitiram seu avanço e desenvolvimento, se faz necessário momentos de manipulação, análise e reflexão dos fenômenos que possibilitam a existência e funcionamento desses instrumentos. Destes, trabalharemos nesta aula o Magnetismo. Para iniciar a aula, o professor apresentará aos alunos os objetivos da mesma e, posteriormente,

separá-los-á em grupos e distribuirá aos mesmos os Kits 03, 04 e 05 contendo os materiais a serem utilizados nos experimentos e que estarão listados nas propostas abaixo. Antes da realização dos experimentos, o professor deverá ir dialogando com os alunos e questionando-lhes, objetivando conhecer quais conceitos esses alunos trazem sobre o magnetismo. Tais discussões servirão para auxiliar o professor na fundamentação e consolidação dos conhecimentos discutidos. Destacará os diferentes fenômenos, leis e princípios associados ao magnetismo. Para direcionar este primeiro momento da aula, o professor poderá fazer os seguintes questionamentos:

- O que são ímãs?;
- ímãs atraem todos os tipos de corpos?;
- ímãs atraem ímãs? Em quais condições?;
- Ímãs repelem ímãs? Em quais condições?;
- Um obstáculo posto entre dois ímãs consegue impedir que um ímã atraia outro?;
- Um objeto pode se tornar um ímã?;
- Quanto à sua constituição, como podem ser classificados os ímãs?;
- Ímãs podem permanecer com suas propriedades magnéticas por muito tempo?;
- Quais substâncias são atraídas por ímãs?.

Caso os alunos respondam que **não** à última pergunta, peça-lhes que pensem em outra(s) situação(ões) em que se observa(m) a criação de campos magnéticos. Se eles responderem que **sim**, então procure problematizar mais, apresentando-lhes situações que os levem a concluir pela existência de campos magnéticos não oriundos de ímãs.

Dando continuidade à problematização e procurando também contextualizar o conhecimento abordado, acrescente as seguintes indagações aos alunos:

- Quem já ouviu falar em aurora boreal?;
- Por que no Brasil não temos auroras boreais ou austrais?;
- A Terra possui campo magnético?;
- Quem sabe discorrer acerca da(s) origem(ns) do campo magnético terrestre?;
- Qual a natureza do magnetismo terrestre?;
- Qual a importância do campo magnético da Terra?

Em seguida, o professor aplicará testes conceituais que deverão ser respondidos também em grupo e com pesquisa no livro didático/material complementar. Reserve para essa etapa, 15 minutos.

Após a conclusão da resolução dos exercícios pelos alunos, será dado início a realização (também por eles) dos experimentos para verificação de propriedades magnéticas. Sugerimos que este momento da aula não ultrapasse 30 minutos.

Terminada a sessão de realização de experimentos, o professor precisará fazer a correção dos testes conceituais anteriormente aplicados. No entanto, essa correção deverá ser feita de forma direcionada onde se apresentará a questão e pedir-se-á que cada grupo apresente suas respostas com as respectivas justificativas possibilitando a análise das mesmas por todos e, só ao fim da análise de cada grupo mediada pelo professor, é que o mesmo apresentará a resposta correta.

Propostas experimentais:

Experimento 1: Identificação de materiais ferromagnéticos

Materiais utilizados no Kit 03 (ver figura 6)

- 01 ímã;
- materiais diversos.

O procedimento experimental é o seguinte:

- I. distribui-se aos grupos o Kit 03;
- II. pede-se que os alunos aproximem o ímã de cada um dos materiais dados e observem o que acontece;
- III. por meio dessas observações identificam-se os materiais ferromagnéticos.

É importante que o professor indague-os fazendo as seguintes perguntas:

- O que vocês perceberam?;
- Vocês sabem o que são materiais ferromagnéticos?;
- Já conseguem identificá-los?

A partir das respostas recebidas, poderá então o professor definir materiais ferromagnéticos como sendo aqueles que se imantam consideravelmente quando sujeitos a um campo magnético e que também são fortemente atraídos por ímãs.

Experimento 2: Visualização de linhas de campo magnético

Materiais utilizados no Kit 04 (ver figura 7)

- ímãs de diversos formatos;
- limalha de ferro;
- fio de níquel-cromo;
- 01 folha de papel sulfite.

O procedimento experimental é descrito a seguir:

- I. distribui-se aos grupos o Kit 04;
- II. solicita-se que os alunos escolham um ímã de um determinado formato e que com um grupo vizinho peguem um outro ímã de mesmo formato que o escolhido e os aproximem de várias maneiras diferentes e discutam entre si o que ocorre;
- III. pede-se que os alunos peguem um ímã de cada vez, coloque-o sob a folha de papel sulfite e joguem vagarosamente limalha de ferro sobre ele, observem e discutam o que acontece;

O professor poderá pedir para que um grupo apresente e explique as observações feitas. Para fundamentar o observado, caso os alunos não cheguem a uma explicação coerente com a teoria aceita, o professor deverá explicar que no experimento cada fragmento de limalha de ferro se imanta na presença do ímã, comportando-se como uma pequena agulha magnética.

Finalizando essa parte, o professor perguntará:

- O que vocês observaram ao aproximarem os ímãs?;
- Como se chamam essas partes do ímã onde ocorrem atração ou repulsão?;
- Em quais regiões do ímã houve maior concentração das limalhas de ferro?;
- Que nomes recebem essas regiões?;
- Podemos separar os polos de um ímã?.
- O que acontecerá se dividirmos um ímã em duas partes?

Para verificar a inseparabilidade dos polos magnéticos de um ímã, o professor deverá pedir para que os grupos peguem o fio de níquel-cromo, imantá-lo com um ímã e, depois, suspendê-lo com um fio de linha e testar as suas propriedades magnéticas. Em seguida, deverão cortar com um alicate (que estará sob a posse do professor) o fio de níquel-cromo, tentando separar os dois polos. Posteriormente, suspendê-lo novamente pelo meio e pedirá para que os alunos verifiquem se foi possível tal feito. A partir das observações apresentadas

pelos alunos, o professor concluirá juntamente com eles que é impossível separar os pólos magnéticos de um ímã, a fim de se conseguir um monopolo magnético.

Ao fim das discussões suscitadas acima, o professor ainda distribuirá os Textos 5 e 6, os quais encontram-se no anexo A que explicam o funcionamento de uma bússola e a importância da mesma para as Grandes Navegações e a formação das auroras que deverão ser lidos em grupos e apresentadas a toda a turma as dúvidas e observações. Dentre os questionamentos possíveis a serem feitos nessa etapa, sugerimos que seja perguntado como os antigos faziam para se orientar durante suas viagens pelo mundo; qual a importância da bússola para o desbravamento do mundo e para o desenvolvimento da economia; quais mudanças ocorreram em relação aos instrumentos utilizados atualmente para nos guiar a locais desconhecidos; quais são os benefícios e os pontos negativos dos avanços tecnológicos ocorridos nas formas de orientação por nós utilizadas. Duração máxima deste momento: 20 minutos.

Experimento 3: Origem do campo magnético

Materiais utilizados no Kit 05 (ver figura 8):

- 1 fio metálico;
- 1 pilha grande;
- 1 bússola;
- 1 esquema do experimento de Oersted (ver Figura 5).

O procedimento experimental é descrito a seguir:

- I. distribui-se aos grupos o Kit 05;
- II. pede-se que os alunos montem o esquema abaixo

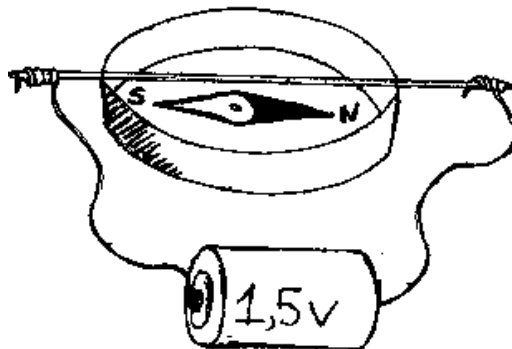


Figura 5. Experimento de Oersted

Fonte: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/ele09.htm>

III. terminada a montagem, pede-se que os alunos anotem o observado;

IV. inverte-se a o sentido da corrente elétrica trocando os polos da pilha e anote-se o que acontece;

Terminadas as etapas acima, o professor pedirá que os grupos socializem as observações realizadas e, após a apresentação de cada um deverá verificar se todos compreenderam que um experimento similar ao realizado é atribuído a Oersted no qual o mesmo observou guiado por crenças filosóficas que possuía, uma relação entre eletricidade e magnetismo acreditando, portanto, que a origem do campo magnético é a corrente elétrica.

Para compreensão da direção e sentido do campo magnético gerado, o professor pedirá que os alunos de posse do livro didático analisem o esquema da *Regra da mão direita* e discutirá o uso desta regra.

Saliente-se aqui que, caso não haja tempo hábil para a realização desta proposta experimental o professor poderá utilizar o eletroímã do Experimento 2 e fazer as análises e observações citadas acima.

AVALIAÇÃO: participação e desenvoltura dos alunos nos experimentos e nas discussões e capacidade dos mesmos em elaborar hipóteses.



Figura 6. Materiais que compõem o Kit 3

Fonte: Fotografia do autor



Figura 7. Materiais que compõem o Kit 4

Fonte: Fotografia do autor



Figura 8. Materiais que compõem o Kit 5

Fonte: Fotografia do autor

AULA 5 – 5º encontro

TEMA: Lei da indução de Faraday

OBJETIVOS: - Identificar as relações entre eletricidade e magnetismo;

- Identificar as aplicações tecnológicas do eletromagnetismo;

- Reconhecer a importância do eletromagnetismo e da indução eletromagnética no surgimento das telecomunicações;

- Compreender o conceito de fluxo magnético.

RECURSOS INSTRUCIONAIS: Aula dialogada, discussões e atividades em grupo.

PROBLEMAS: - Por que o magnetismo gera eletricidade?;

- Como gerar eletricidade a partir do magnetismo:

- Se é possível gerar eletricidade a partir do magnetismo o processo inverso também é possível?

MOTIVAÇÃO: funcionamento do telégrafo

TEMPO ESTIMADO PARA A AULA: 90 min (Duas aulas de 45 min).

DESENVOLVIMENTO: No primeiro momento da aula, o professor após apresentar à turma os objetivos a serem alcançados, deverá formar grupos de quatro alunos. Que o professor fique atento para a importância de haver rodízio de alunos na formação dos grupos a fim de proporcionar uma interação mais eficaz entre eles, favorecendo o aspecto social da produção do conhecimento. Concretizada essa parte, o mesmo entregará aos grupos uma lista contendo exercícios conceituais e pedir-lhes-á que realizando consultas no livro didático (ou material de apoio, quando for o caso), discutam entre seus componentes as situações apresentadas e encontrem possíveis soluções para as referidas questões. Essa lista de exercícios é em sua grande maioria, composta por questões problematizadoras que exploram o fenômeno da indução eletromagnética em diversas situações sejam elas do cotidiano ou não. Para a realização dessa tarefa, o professor precisa determinar um tempo. Sugerimos um período de 25 minutos. O objetivo principal da aplicação desses testes não é a verificação se os alunos saberão ou não responder corretamente as questões, mas até onde eles conseguirão ir sem a ajuda do professor e/ou apresentação do conteúdo seja de forma expositiva ou dialogada. Dessa forma, ao término do prazo estabelecido, o professor deverá recolher os exercícios com as resoluções feitas por cada grupo. No segundo momento da aula será feita nova exposição do telégrafo onde cada grupo terá a oportunidade de fazê-lo funcionar ao passo que irá analisar de forma mais específica seu processo de funcionamento. Na oportunidade o

professor pedirá que cada grupo, sendo um de cada vez, faça funcionar o telégrafo, analisem e identifiquem de forma específica as partes que compõem o instrumento em questão e como se dá seu funcionamento. Como forma de auxiliá-los, será entregue na ocasião o texto 4 já utilizado na Aula 3, **Funcionamento do Telégrafo elétrico**, que mostra a composição e trata do funcionamento de um telégrafo. Na ocasião, poderá ser sugerido ainda pelo professor que, de posse do Código Morse apresentado no texto *Breve história das telecomunicações* utilizado na Aula 02, os grupos tentem enviar uma mensagem a fim de que percebam as sutilezas e desafios inerentes ao referido processo. A próxima etapa deste momento será destinada à realização de experimentos que auxiliem na “visualização” e compreensão da indução eletromagnética bem como suas leis, conceitos e aplicações. A cada grupo já formado no início da aula será entregue o Kit experimental 06 para a realização de um experimento que demonstrará o fenômeno da indução eletromagnética. O terceiro e último momento da aula, será reservado para a discussão e correção das questões trabalhadas no início desta. Aqui, o professor deverá explorar os conceitos, teorias e aplicações do eletromagnetismo tomando o cuidado de contextualizar ao máximo o conteúdo abordado nas questões bem como aproveitar o momento para apresentar mais problematizações que o mesmo entender necessárias e cabíveis.

Proposta experimental:

Experimento . Indução eletromagnética

Materiais utilizados no Kit 06 (ver figura 10)

- 01 espira com 200 voltas;
- 01 multímetro;
- 01 ímã;
- 01 esquema de montagem experimental (Ver figura 9);

Para a realização experimental pede-se que os alunos montem um circuito semelhante ao apresentado no esquema distribuído. Com o esquema pronto, pede-se que liguem o multímetro e selecione no mesmo a opção voltímetro. Em seguida, pede-se que os alunos aproximem o ímã da bobina e que prestem atenção no que ocorre.

Dando continuidade, pede-se que os estudantes aproximem e afastem sucessivamente o ímã da bobina e descrevam o que acontece com a leitura feita no multímetro.

Após as considerações feitas pelos alunos, faça-os perceber que as verificações feitas por eles são exatamente as leis da indução de Faraday e de Lenz.

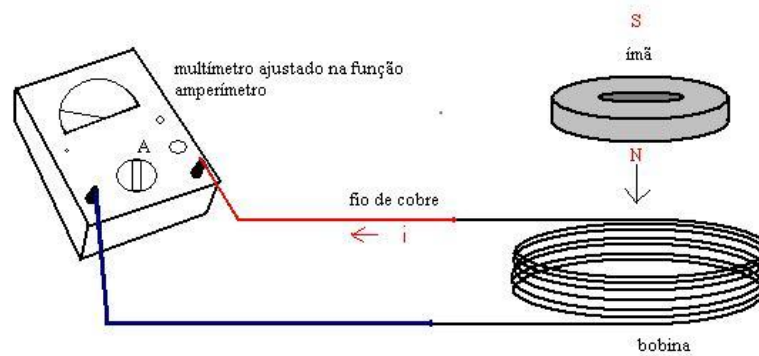


Figura 9. Experimento – Lei da indução de Faraday

Fonte: <http://www.infoescola.com/fisica/lei-de-inducao-de-michael-faraday/>



Figura 10. Materiais que compõem o Kit 06

Fonte: Fotografia do autor

AVALIAÇÃO: participação dos alunos nas atividades.

AULA 6 – 6º encontro

TEMA: Indução eletromagnética

OBJETIVOS: - compreender o fenômeno da indução eletromagnética e identificar algumas de suas aplicações;

- aprender usar expressões matemáticas na resolução de questões quantitativas.

RECURSOS INSTRUCIONAIS: Aula dialogada, discussões e atividades em grupo.

PROBLEMA: Como se dá a geração de energia elétrica nos diversos tipos de usinas usadas para este fim?

MOTIVAÇÃO: realização de experimentos

TEMPO ESTIMADO PARA A AULA: 90 min (Duas aulas de 45 min).

DESENVOLVIMENTO: O primeiro momento da aula será destinado à problematizações. Para isso, será mantida a mesma postura adotada nas outras aulas, onde se fará a divisão da turma em grupos de no máximo 04 componentes cada (deve-se prezar a constituição de grupos por componentes que ainda não estiveram juntos). Com o objetivo de problematizar, será dada a cada grupo uma lanterna autocarregável apresentada na Figura 11, abaixo.



Figura 11. Lanterna que funciona sem pilhas
Fonte: Fotografia do autor

Como se vê, essa lanterna é translúcida e permite a visualização de suas partes internas. Caso seja necessário, para uma melhor caracterização dessas partes, a lanterna poderá ser cuidadosamente desmontada. Ou ainda, o professor poderá expor uma já desmontada. Lanternas desse tipo podem ser facilmente encontradas em sites por preços bastante acessíveis.

Caso optem por desmontar cada um a sua lanterna, antes que o façam, o professor lhes pedirá que a acendam. Este modelo funciona quando se aperta o botão que está ligado a uma engrenagem. Por sua vez, essa engrenagem está ligada a um pequeno ímã redondo que gira

em torno de um eixo fixo ao qual uma bobina está presa. Serão feitos os seguintes questionamentos:

- Qual a explicação para a lanterna em questão acender?;
- Nessa lanterna existe um ímã que gira bem próximo e numa direção paralela a uma bobina. Será que a lanterna acenderá se o ímã passar a girar em uma posição que esteja distante da bobina?;

Os alunos deverão perceber que é o movimento do ímã dentro ou próximo da bobina que faz a lanterna acender.

Dando prosseguimento, o professor ainda instiga os alunos com as seguintes questões;

- A maioria da energia elétrica produzida no mundo utiliza o mesmo princípio visto nessa lanterna?;
- Alguém lembra o nome que se dá a esse fenômeno observado no funcionamento da lanterna e quem foi seu descobridor?;
- Quais usinas de “produção” de energia elétrica utilizam esse princípio?;
- No Brasil, a maior parcela de energia elétrica consumida vêm de onde?;

Os alunos irão respondendo e o professor anotará as respostas e observações feitas por eles para após, fazer uma discussão geral em cima das respostas por eles apresentadas. A fim de fundamentar tais discussões, sugerimos a leitura e discussão dos Textos⁵ 7, 8 e 9 sobre usinas hidrelétricas. O professor deverá destacar um pouco a história da descoberta desse fenômeno por Faraday (pode até mesmo retomar a parte do vídeo da Aula 2 que trata desse ponto) e direcioná-los à compreensão da importância desse fenômeno para o desenvolvimento científico e tecnológico.

Aproveitando o espaço reservado, o professor não poderá deixar de apresentar e discutir o funcionamento das mais diversas aplicações da indução eletromagnética, dentre elas o microfone de indução, o cartão magnético, a fita magnética utilizada em gravação de vídeos e áudios e o detector de metais (Texto 10). Para tanto, deverá distribuir aos alunos para manuseio e análise alguns desses objetos que se utilizam dessa tecnologia.

O segundo momento da aula será reservado à resolução por parte dos alunos através de consulta ao livro didático, de questões da lista de exercícios⁶ que envolvem o uso de expressões matemáticas. Destine-se 25 min para esta etapa.

⁵ Os textos 7 e 8 encontram-se no apêndice B e o texto 9 encontra-se no anexo A.

⁶ Os exercícios encontram-se no anexo B.

No terceiro e último momento, o professor irá discutir a resolução das questões da lista tirando as dúvidas e explorando outras maneiras de manipulação das fórmulas matemáticas bem como outras formas de raciocínio a serem usados na resolução dos problemas propostos.

AValiação: participação dos alunos nos experimentos, nas discussões, nas resoluções dos exercícios e capacidade dos mesmos em elaborar hipóteses.

APÊNDICE B

TEXTO 1

Breve história do surgimento do telégrafo e do rádio

*Texto adaptado de **História das comunicações e das telecomunicações** disponível em http://www2.ee.ufpe.br/codec/Historia%20das%20comunicaes%20e%20das%20telecomunicaes_UPE.pdf*

O ser humano é dependente da comunicação e sempre procurou os meios mais eficazes para tal fim. Sabemos que a capacidade de comunicação é algo indispensável num meio social. Várias são as formas utilizadas que possibilitam a referida proeza. É bem verdade também que quanto mais simples e eficaz for o método utilizado, maior será sua divulgação e, conseqüentemente, sua adoção.

Podemos destacar que o método que conseguir levar um maior número de informações sejam elas de imagens e/ou de sons ao maior número de indivíduos e em um menor intervalo de tempo, será facilmente adotado. A descoberta das ondas eletromagnéticas em 1887 por Henri Hertz veio possibilitar tal façanha. Há quem considere que as relações da tecnologia com a radiodifusão começaram a surgir já em 1753, quando Benjamin Franklin vê a eletricidade como uma possibilidade para a transmissão de mensagens. Estava então descoberto o princípio básico para o surgimento e desenvolvimento de dois instrumentos que iniciaram a era das telecomunicações: o telégrafo e o telefone. É atribuída ao americano Samuel Morse a invenção do primeiro aparelho que permite a comunicação a distância através de fios e da eletricidade.

Em 1837, quando o "telégrafo ótico" de Claude Chappe já tinha se estendido 5mil quilômetros, na França Samuel Morse (Figura 1) inventou o telégrafo elétrico, a partir das observações e estudos de Christian Oersted e de André M. Ampère.

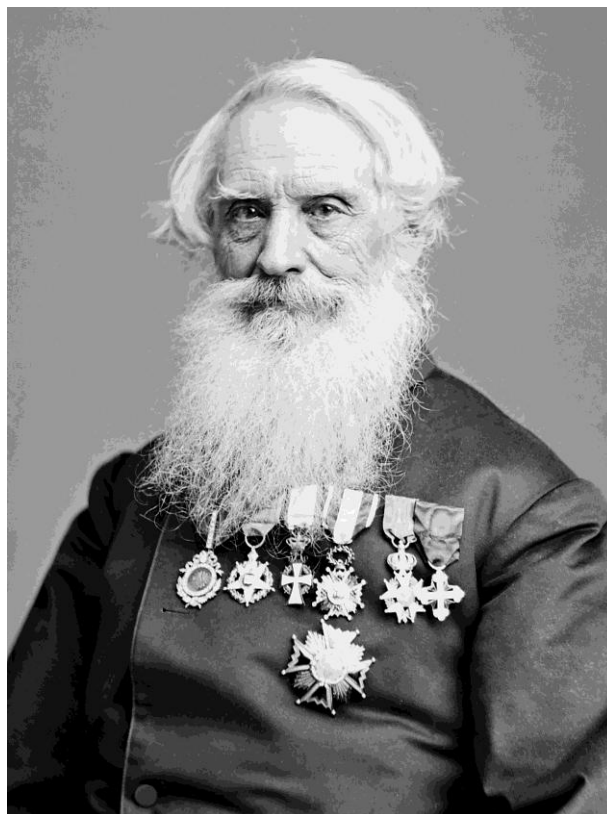


Figura 1. Samuel Morse

Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Samuel_Morse

O telégrafo através de fio elétrico (Figuras 2 e 3) de Samuel Morse só teve a sua primeira linha inaugurada a 24 de maio de 1844, ligando Baltimore a Washington (EUA), aplicando um código de sinais, também inventado por ele; o código de Morse (ver figura 4) ainda hoje é usado.

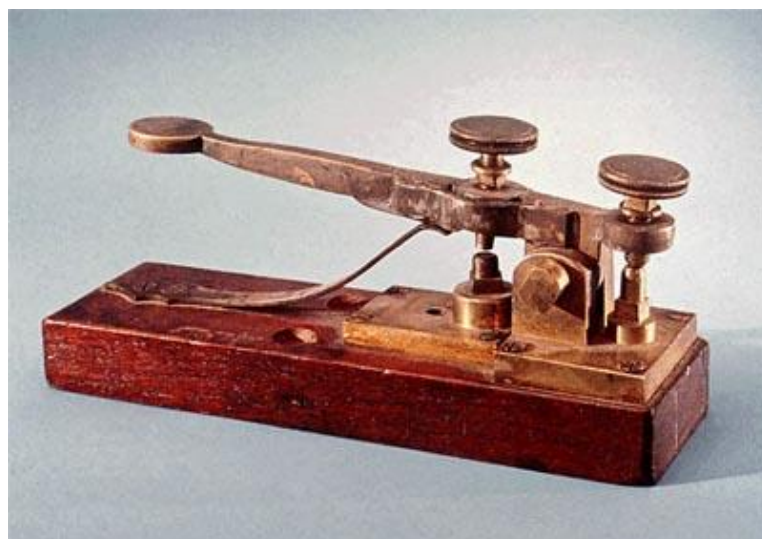


Figura 2. Telégrafo de Morse, 1844-45, com melhoramentos de Alfred Vail (1807-59) ao original.

Fonte: <https://infnetmidiasdigitais.wordpress.com/tag/telegrafo/>

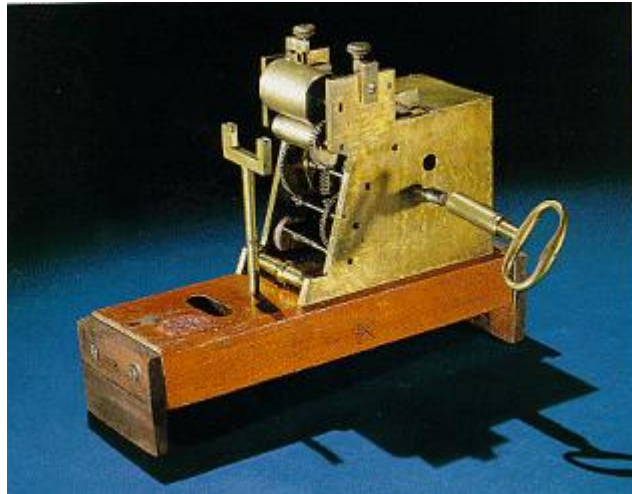


Figura 3. Telégrafo de Morse patenteado em 01/05/1849.

Fonte: <http://www.if.ufrgs.br/fis/EMVirtual/crono/morse.html>

Código Morse internacional							
a	●-	n	-●	á	●--●-	8	---●●
b	--●●	o	---	ä	●-●-	9	----●
c	-●-●	p	●--●	é	●●-●●	0	-----
d	-●●	q	--●-	ñ	--●--	,	--●●-- (vírgula)
e	●	r	●-●	ö	---●	.	●-●-●-
f	●●-●	s	●●●	ü	●●--	?	●●--●●
g	--●	t	-	1	●-----	:	-●-●●
h	●●●●	u	●●-	2	●●--	:	---●●●
i	●●	v	●●●-	3	●●●--	'	●----- (apóstrofo)
j	●---	w	●--	4	●●●●-	-	-●●●●- (hífen)
k	-●-	x	-●●-	5	●●●●●	/	-●●-●
l	●-●●	y	-●--	6	-●●●●	(-●-●● (parêntese esquerdo)
m	--	z	--●●	7	--●●●)	-●-●● (parêntese direito)

Figura 4. Código Morse internacional

Fonte: <http://www.rexposta.com.br/curiosidades/14816513-o-que-e-o-codigo-morse.htm>

Anos depois, em 1847, nascia em Edimburgo, na Escócia, Alexander Graham Bell, o inventor do telefone.

O advento do telégrafo elétrico facilitou bastante as comunicações, mas só efetuava transmissões em terra firme. Foi a 17 de agosto de 1850, graças à instalação do primeiro cabo submarino do mundo, que França e Inglaterra puderam ligar seus portos de Calais e Dover. Tais acontecimentos eram um prosaico aperitivo do que estava para vir. Aqui no Brasil, a primeira linha de telégrafo elétrico nacional foi inaugurada em 11 de maio de 1852, ligando a Quinta Imperial e o Quartel de Campo, no Rio de Janeiro; a segunda linha, ligando Rio de Janeiro e Petrópolis foi inaugurada em 1857. Nesse mesmo ano, outra invenção de grande alcance chegou ao conhecimento do mundo: o físico inglês David Hughes inventou o telégrafo impressor (ou teletipo) precursor do fabuloso telex.

Com a telegrafia elétrica já espalhada pelo mundo, a 17 de maio de 1865 é fundada a União Telegráfica Internacional, que se transformou na atual União Internacional de Telecomunicações (ITU), com Sede em Genebra. A data de fundação da União é comemorada todos os anos, no dia 17 de maio como o Dia Mundial das Telecomunicações.

No ano seguinte, 1866, é inaugurado o telégrafo ligando a Europa às Américas. A partir de então as transmissões telegráficas passaram a ser usadas mundialmente, só cedendo primazia, mais tarde, para o rádio e o telex. Naquele ano de 1866 também aconteceu a inauguração da linha telegráfica que ligou Rio de Janeiro e Porto Alegre.

A telegrafia já ligava alguns estados brasileiros quando em 1874, no dia 1 de janeiro a Western Telegraph Co. Ltd. inaugurou a linha por cabo submarino entre Rio, Bahia, Pernambuco e Pará.

A 27 de abril, daquele mesmo ano de 1874, nasceu em Bologna, Itália aquele que seria o inventor da radiotelegrafia sem fio: o cientista Guglielmo Marconi. Nesse ano, a 22 de junho aconteceu nova fase nas comunicações do nosso País; naquele dia o Brasil inaugurou o seu primeiro cabo submarino, que cruzando o Atlântico Sul ligando a América do Sul à Europa. A ligação, entre Recife e Lisboa, foi idealizada pelo Barão de Mauá; o cabo foi construído por uma companhia inglesa e funcionou até 1973, ano em que se inaugurou o "Brascan", moderno cabo submarino construído pela Embratel, ligando o Brasil às Ilhas Canárias e, daí em diante, por meio do trecho espanhol, à Europa.

No ano seguinte, 1875, estava acontecendo a corrida dos inventores contra o relógio: eram muitos perseguindo a invenção de um aparelho diferente do telégrafo, que permitia uma mensagem de cada vez; eles queriam inventar a transmissão da voz simultânea. E eis que Elisha Gray e Alexander Graham Bell descobrem que estavam trabalhando no mesmo projeto: a invenção do telefone. Bell, naquele ano, aceita a colaboração de Thomaz A. Watson, um electricista que decidiu ajudá-lo. A partir dessa data Watson esteve sempre ligado a Bell e na invenção do telefone.

Enquanto o mundo aguardava melhores meios, a comunicação telegráfica ia se estendendo: os cabos telegráficos submarinos chegavam também a São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul naquele ano de 1875. E então chegou o ano de 1876, no qual muitos acontecimentos marcariam o advento de uma nova era no campo das comunicações.

Como já citado anteriormente, em 1887 outra importante verificação viria abrir caminho principalmente para as comunicações hoje chamadas "sem fio". O físico alemão Heinrich Rudolph Hertz, desenvolvendo a teoria formulada por James Maxwell, detectou as ondas eletromagnéticas (hoje denominadas ondas hertzianas); outros cientistas imprimiriam

novo caminho às suas pesquisas, culminando com a maior de todas elas quando Lua e Terra mantiveram comunicação pelo rádio em 1969.

Ao se pesquisar sobre a radiodifusão, percebemos que a autoria da invenção do rádio ainda se encontra envolta de controvérsias. Sabe-se que o italiano Guglielmo Marconi (Figura 5) a partir de outros inventos já patenteados procurou desenvolver aparelhos mais potentes e eficazes o que o levou, em 1896, à radiotelegrafia. No entanto, percebe-se que existem muitas evidências que levam a considerar o padre brasileiro Landell de Moura (Figura 6) como o criador do rádio. No ano de 1892, ele teria conseguido transmitir e receber a voz humana (ver Figura 7), na cidade de Campinas, no interior paulista. Para quem defende o nome do padre brasileiro como o criador do rádio, Marconi inventou a radiotelegrafia e o Padre Landell, a radiotelegrafia ou simplesmente, rádio e que tal confusão deva-se à amplitude do conceito do termo radiodifusão. É bem verdade que Landell de Moura não teve seu reconhecimento, antes, foi acusado de bruxarias e proibido de patentear o invento.



Figura 5. Guglielmo Marconi realizando transmissão radiofônica

Fonte: <http://pe.tuhistory.com/hoy-en-la-historia/guglielmo-marconi-realizo-1era-transmision-de-radio>



Figura 6. Padre Landell de Moura

Fonte: http://www2.uol.com.br/historiaviva/noticias/o_brasileiro_que_inventou_o_radio.html

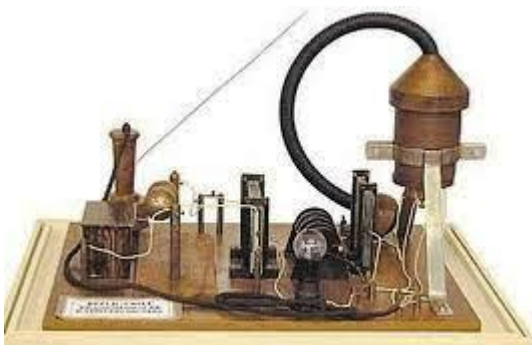


Figura 7. Réplica do transmissor de ondas do Padre Landell

Fonte: <http://www.orgplam.org.br/?page=conteudo&tag=padre-landell>

Vale salientar que o uso do rádio como meio de comunicação só veio acontecer em 1916. Ainda é preciso lembrar que o rádio ao ser utilizado na Primeira Guerra Mundial para fins militares, teve então sua valorização efetivada. Seu uso aqui no Brasil como veículo de comunicação em massa só veio acontecer anos depois.

Em 1906, aconteceu uma novidade: Regjnalld A. Fossenden, físico norte-americano, fez a primeira autêntica demonstração de emissão radiofônica, transmitindo não só a sua voz como também o som de um violino que ele próprio tocou para seus raros ouvintes. Enquanto isso, na Alemanha, Karl F. Braun (que ganhou o Prêmio Nobel com Marconi, em 1909), viu a

sua válvula de raios catódicos ser aplicada no primeiro aparelho de televisão construído no mundo.

Sugestões de leitura

Apresentamos a seguir, referências de textos que trazem todo um relato da vida do Padre Landell bem como suas descobertas, desafios e controvérsias relacionadas à descoberta do rádio.

- ALMEIDA, H.A longa (e interminável) construção da biografia do padre landell. **Por que o Pe. Landell de Moura foi inovador? Conhecimento, fé e ciência**, pp. 17-37, editora EDIPUCRS, Porto Alegre, 2012. Disponível em <http://ebooks.pucrs.br/edipucrs/Ebooks/Web/978-85-397-0226-8/pages/v2.pdf> (Acessado em 05 de fevereiro de 2016);
- FERRARETTO, L.A. Roberto Landell de Moura: o pioneiro brasileiro das comunicações. **Por que o Pe. Landell de Moura foi inovador? Conhecimento, fé e ciência**, pp. 38-54, editora EDIPUCRS, Porto Alegre, 2012. Disponível em <http://ebooks.pucrs.br/edipucrs/Ebooks/Web/978-85-397-0226-8/pages/v2.pdf> (Acessado em 05 de fevereiro de 2016);
- ALENCAR, M. S. **O padre Landell de Moura e a invenção da comunicação sem fio. Por que o Pe. Landell de Moura foi inovador? Conhecimento, fé e ciência**, pp. 67-74, editora EDIPUCRS, Porto Alegre, 2012. Disponível em <http://ebooks.pucrs.br/edipucrs/Ebooks/Web/978-85-397-0226-8/pages/v2.pdf> (Acessado em 05 de fevereiro de 2016);
- MAGNONI, A. F.; RODRIGUES, K. C. O rádio e a adaptação à nova era das tecnologias da comunicação e informação: contextos, produção e consumo. 9º Encontro Nacional de História da Mídia. UFOP – Ouro Preto – MG. ISSN 2175-6945.

TEXTO 2

Considerações sobre a Ciência

Josemberto Rosendo da Costa

É consenso entre os historiadores da ciência de que é impossível dar uma definição para o que é ciência. Em vista disso, ao se falar em ciência, ainda é fácil identificar em muitos um posicionamento de alta consideração e respeito em relação à mesma. Ainda se ouve com bastante frequência frases do tipo “Se a ciência não prova, então não acredito”; “Só a ciência tem a resposta correta para os acontecimentos”; “A ciência trabalha para o bem-estar da humanidade”. São frases desse tipo que nos permite identificar na sociedade uma função elitizada da ciência. Nessas expressões, a ciência é vista como dona da verdade, total e unicamente compromissada com a busca da comodidade e satisfação das pessoas. Frequentemente vivenciamos situações em que para dar credibilidade e eficiência a um determinado produto, afirma-se em propagandas que certas especificidades referentes ao tal produto foram “comprovadas cientificamente”. Pensar dessa forma, é denunciar total ingenuidade e falta de conhecimento do papel e natureza da ciência. Não apenas junto ao senso comum, mas até mesmo no meio acadêmico podemos encontrar visões fundamentadas nessa linha de pensamento. A visão de cientistas como deuses e/ou heróis é encontrada com facilidade até mesmo em pessoas que ocupam o meio científico. Assim como a ciência trabalha desmistificando e dando novas interpretações e respostas (que estão longe de serem necessariamente as corretas) acerca de fenômenos da natureza, há a necessidade de fazer-se a desmistificação do papel da ciência. Precisamos nos questionar sobre até que ponto vai a credibilidade na ciência; se podemos realmente confiar nos interesses da mesma; se, como a ciência é uma construção humana, ela pode mesmo ficar imune dos sentimentos e ambições de seus criadores.

Em seu livro **O que é ciência afinal?**, Chalmers assim se posiciona:

- “(...) Uma reação à percepção de que teorias científicas não podem ser conclusivamente provadas ou desaprovadas e de que as reconstruções dos filósofos guardam pouca semelhança com o que realmente ocorre na ciência é desistir de uma vez da ideia de que a ciência é uma atividade racional, que opera de acordo com algum método ou métodos especiais. Foi uma reação semelhante a essa que levou o filósofo e animador Paul Feyerabend a escrever um livro com o título **Contra o Método: Delineamento de uma Teoria**

Anarquista do Conhecimento e um ensaio com o título “**Filosofia da Ciência: Um tema com um Grande Passado**”. De acordo com a visão mais extremada dos escritos de Feyerabend, a ciência não tem características especiais que a torne intrinsecamente superior a outros ramos do conhecimento tais como mitos antigos ou vodu.

A ciência deve parte de sua alta estima ao fato de ser vista como a religião moderna, desempenhando um papel similar ao que desempenhou o cristianismo na Europa em eras antigas. E sugerido que a escolha entre teorias se reduz a opções determinadas por valores subjetivos e desejos dos indivíduos (...)(CHALMERS, 1993, p. 14).

Levando em consideração pontos como os expostos aqui, vem sendo proposto que, a fim de compreender as características e o papel da ciência, seja feita uma análise detalhada através da História da Ciência para uma melhor compreensão de um determinado fato histórico. No ensino da Física em especial, essa preocupação já vem conquistando espaço e muito esforço vem sendo feito para a implantação da História e Filosofia da Ciência no currículo escolar.

TEXTO 3

Ondas eletromagnéticas

Texto adaptado de PENTEADO, 2005, p.115-122.

Em 1864, o físico escocês James Clerk Maxwell (Figura 1) conseguiu unificar todos os fenômenos elétricos e magnéticos observáveis. Seu trabalho em Eletromagnetismo começou como uma extensão das teorias da Eletricidade e das linhas de indução magnética de Faraday. Estabelecendo conexões entre as várias teorias existentes na época, Maxwell conseguiu derivar uma das mais elegantes teorias já formuladas.

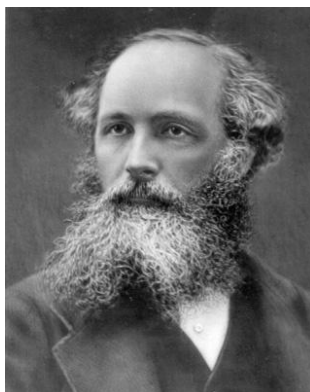


Figura 1. James Clerk Maxwell (1831-1879).

Fonte: <http://chatafrik.com/special/physical-scientists/james-clerk-maxwell-men-of-ideas>

Com essa nova teoria, Maxwell demonstrou que todos os fenômenos elétricos e magnéticos podiam ser descritos com apenas quatro equações. Conhecidas hoje como **equações de Maxwell**, são as equações básicas do Eletromagnetismo, assim como a lei da gravitação universal juntamente com as três leis de Newton dos movimentos são fundamentais para a Mecânica.

De acordo com as equações de Maxwell, um campo magnético B será produzido em um ponto do espaço se, nas proximidades, existir um campo elétrico E variável.

A partir disso, Maxwell elaborou a hipótese de que se um campo magnético variável induz um campo elétrico, o campo elétrico pode, por si só ser variável. Esse campo elétrico variável irá, por sua vez, produzir um campo magnético. O campo magnético assim produzido é variável e induzirá a produção de um campo elétrico variável, e assim por diante.

Quando aplicou suas equações a esses campos, Maxwell descobriu que o resultado da interação desses campos variáveis era a produção de ondas de campos elétricos e magnéticos que poderiam se propagar até mesmo pelo vácuo e apresentavam propriedades típicas de uma

onda mecânica, como reflexão, refração, difração, interferência e transporte de energia. A essas ondas deu o nome de **ondas eletromagnéticas**.

Numa onda eletromagnética (Figura 2), os campos E e B são perpendiculares um ao outro e também à direção de propagação da onda que se desloca com velocidade v , permitindo-nos classificar-lhe como onda **transversal**.

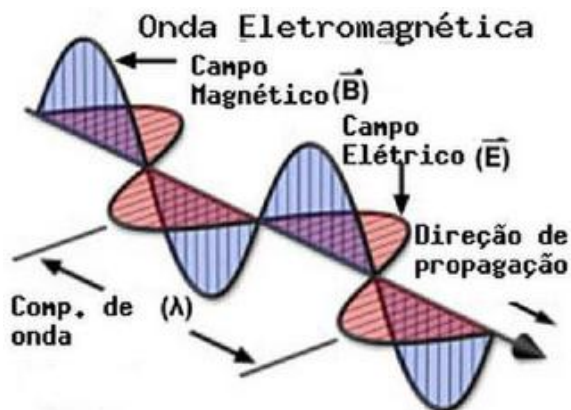


Figura 2. Representação de uma onda eletromagnética e seus respectivos elementos e direção de propagação

Fonte: <http://blog.clickgratis.com.br/FisicaTubarao/>

A partir de suas equações, Maxwell pôde estabelecer uma relação entre a intensidade E do campo elétrico e a intensidade B do campo magnético:

$$\frac{E}{B} = v$$

em que v é a velocidade de propagação da onda eletromagnética.

Num outro momento, foi demonstrado que esse valor para qualquer tipo de onda eletromagnética se propagando no vácuo, seria igual a aproximadamente $3,0 \cdot 10^8$ m/s. Como esse valor é idêntico ao valor da velocidade de propagação da luz no vácuo, valor esse que já era conhecido com grande precisão na época de Maxwell, o mesmo propôs que a luz era uma onda eletromagnética.

As ondas eletromagnéticas são sempre geradas por cargas elétricas ou aceleradas ou oscilantes. Foram detectadas pela primeira vez em 1887 pelo físico alemão Heinrich Hertz (1857-1894) utilizando para isso faíscas entre dois enrolamentos de fios chamados de bobinas de indução, fenômeno semelhante ao gerado pelo uso de um liquidificador que causa um barulho de interferência no som de um radioreceptor próximo, o qual passa a receber também as ondas eletromagnéticas emitidas pelo liquidificador. Dependendo do tipo de carga elétrica e de sua situação particular, podemos ter diversos tipos de ondas eletromagnéticas. As mesmas quando ordenadas de acordo com sua frequência, ou com seu comprimento de onda,

obtém-se o chamado **espectro eletromagnético**. A exemplo do que foi dito, citemos as ondas de rádio, as microondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X, etc.

Somente nos últimos anos do século XIX as ondas eletromagnéticas tiveram uma aplicação prática: o inventor italiano Guglielmo Marconi (1874-1937) conseguiu utilizá-las para enviar sinais telegráficos sem empregar fios, ou seja, inventou uma maneira das ondas de rádio interligarem os telégrafos. Em 1920, as transmissões de rádio levavam não apenas os sinais em código telegráfico, mas a própria voz pelas ondas de rádio.

Ondas de rádio podem ser produzidas pelo movimento oscilatório de elétrons, como o que ocorre em uma antena transmissora submetida a uma corrente elétrica alternada. Podem, também, ser originadas por partículas carregadas eletricamente e que orbitam campos magnéticos.

As ondas de rádio são usadas não apenas em transmissões radiofônicas ou em telegrafia sem fio, mas também em transmissões telefônicas, televisão, radar, etc.

Em uma transmissão radiofônica, as ondas sonoras produzidas por vozes, instrumentos musicais ou qualquer outro aparelho são captadas por microfones. A vibração mecânica do diafragma do microfone gera uma corrente elétrica que varia de acordo com frequência e a amplitude da onda sonora. Essa corrente, depois de devidamente processada, origina uma onda eletromagnética correspondente, que é transmitida pela antena da estação radiofônica.

A recepção das ondas de rádio é feita pela antena existente no rádio do ouvinte. A onda de rádio captada pela antena receptora é reconvertida em uma corrente elétrica variável e esta provoca a vibração do diafragma do alto-falante existente no rádio, a qual, por sua vez, gera a correspondente onda sonora, originalmente produzida na estação radiofônica. No caso da transmissão de TV por meio de ondas eletromagnéticas tudo ocorre de forma semelhante ao da radiofônica. Veja os diagramas abaixo (Figura 3) para uma transmissão/recepção de ondas de rádio.

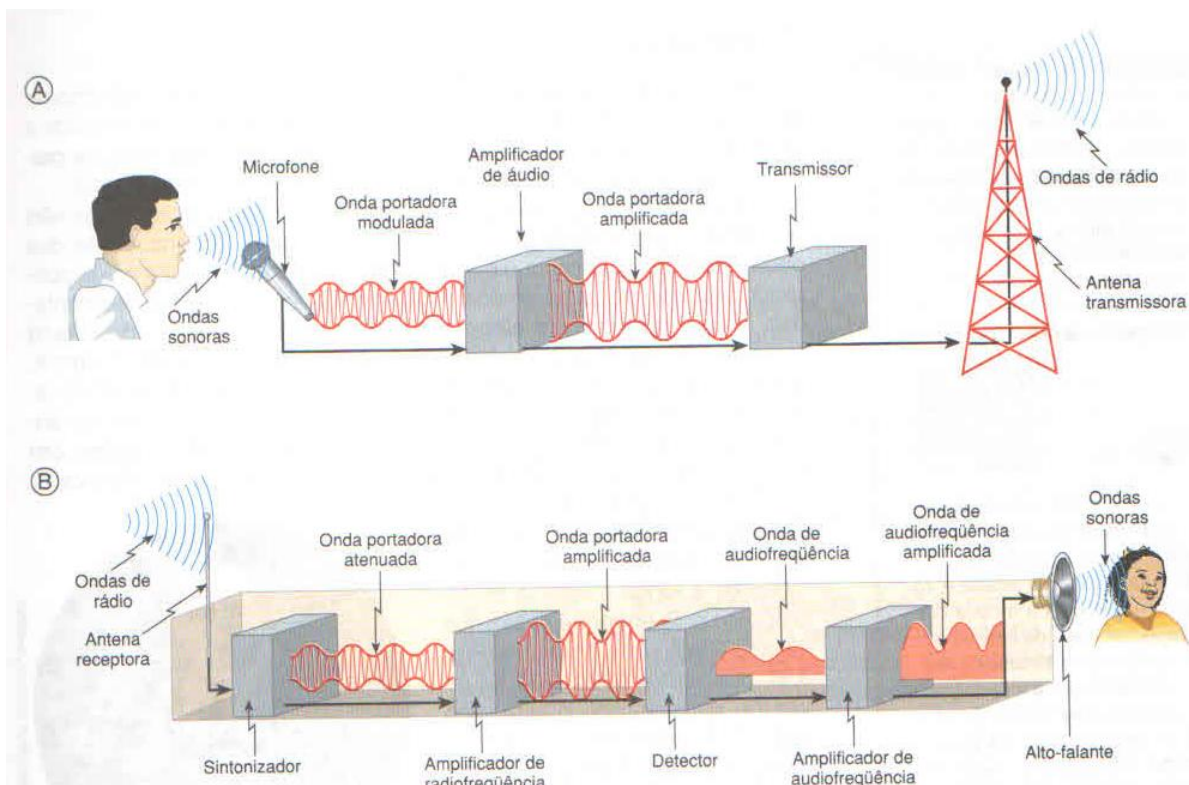


Figura 3. Esquema representativo de transmissão (A) e recepção (B) de ondas de rádio

Fonte: PENTEADO, 2005, página 122.

TEXTO 7

Geração de energia elétrica

Josemberto Rosendo da Costa

O Brasil possui um grande potencial hídrico e graças a isso, a maior parte da energia elétrica aqui disponível é gerada em grandes usinas hidrelétricas. No entanto, também há em outras regiões outras/diferentes usinas de produção de energia elétrica como termelétricas e nucleares.

A geração de energia elétrica em todas as usinas citadas ocorre de forma semelhante. Nos deteremos aqui ao exemplo das usinas hidrelétricas. Nesses tipos de usinas, a energia elétrica por elas gerada está relacionada à grande energia potencial gravitacional armazenada na água represada a grandes alturas em barragens. Essa água é então, escoada em queda acentuada através de tubulações denominadas **duto forçado** de maneira que sua enorme energia potencial gravitacional se transforma em energia cinética. Ao cair, a água colide com as pás da turbina e, portanto, gira o circuito fixado ao eixo do gerador elétrico.

As correntes elétricas resultantes são conduzidas através de cabos até transformadores que elevam as tensões e depois enviadas à central elétrica que por fim, são direcionadas para as linhas de transmissão e seguem até os centros consumidores.

Observe na Figura 1 abaixo, algumas partes importantes de uma usina hidrelétrica.

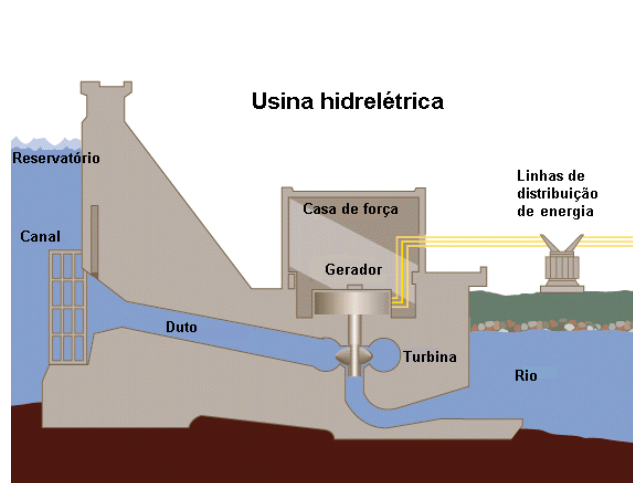


Figura 1. Esquema de uma usina hidrelétrica
Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Usina_hidrel%C3%A9trica

TEXTO 8

O caminho da energia elétrica: das usinas às residências

As usinas de produção de eletricidade normalmente se localizam longe dos centros consumidores. As distâncias podem variar de dezenas a milhares de quilômetros.

O transporte de eletricidade envolve várias etapas e um número elevado de equipamento para garantir que a energia chegue aos pontos de consumo com qualidade e segurança. A tensão elétrica gerada nas centrais é, em geral, alternada, e estabelecida em 600 V. No entanto, na transmissão da energia produzida a longas distâncias a perda da mesma na forma de calor é muito grande em decorrência da alta intensidade da corrente que percorre os cabos. Sendo assim, conclui-se que quanto maior for a distância a ser percorrida menor deverá ser a intensidade da corrente, mas mantendo constante sempre em qualquer localidade a potência fornecida. Sendo assim, ao sair da usina, os transformadores elevam a diferença de potencial (tensão) a valores altíssimos (A até 500 000 V), reduzindo sobremaneira a intensidade da corrente elétrica que percorre as linhas de transmissão diminuindo ao máximo possível a perda de energia por dissipação do calor.

Nas subestações de energia, via de regra localizadas próximo aos centros urbanos, a tensão elétrica é diminuída para 13 800 V e distribuída pelas linhas de média tensão urbanas.

Ao chegar aos locais de consumo, transformadores reduzem a tensão elétrica para 110 V ou 220 V. Cabos de baixa tensão levam a eletricidade até as caixas de entrada de residências, estabelecimentos comerciais e indústrias, e de lá fios a distribuem para os pontos finais de consumo, onde a energia elétrica será finalmente utilizada.

O esquema a seguir (Figura 1) apresenta, de forma simplificada, as principais etapas envolvidas nesse transporte.



Figura 1. Esquema do caminho da eletricidade da Usina até às residências. SER PROTAGONISTA, 2013, página 212.

Fonte: SER PROTAGONISTA, 2013

Texto adaptado e figura extraídos do livro Ser Protagonista, volume 3, 2013, página 212.

TEXTO 10

Algumas aplicações tecnológicas da indução eletromagnética

É evidente no dia a dia de cada um de nós a vivência de situações onde se percebe a presença de dispositivos que fazem uso da indução eletromagnética em seu funcionamento, e que trazem conforto, comodidade e também auxiliam em outras áreas, como a segurança e sigilo de informações. Apresentamos a seguir alguns exemplos desses dispositivos com a discussão de sua constituição e de seus respectivos funcionamentos.

O cartão magnético



Figura 1. Cartão magnético do tipo utilizado em compras, em movimentações bancárias, etc.
Fonte: PENTEADO, 2005.

A cada dia cresce o número de pessoas que fazem uso de cartão magnético (Figura 1) seja para fazer compras, receber salários nos conhecidos cartões de crédito/débito ou mesmo utilizado em acesso a planos de saúde, documentos, etc.

Os cartões magnéticos possuem, em um de seus lados, uma tarja magnética, semelhante a um pedaço da fita magnética utilizada em gravadores. As minúsculas partículas magnetizáveis que fazem parte da tarja estão distribuídas numa sequência de regiões magnetizadas e não-magnetizadas (código binário), fornecendo todas as informações pessoais do portador do cartão e outras informações úteis. O leitor desse código é constituído de uma bobina enrolada num núcleo de ferro. Quando o cartão é movimentado por um usuário, ao inseri-lo, por exemplo, no terminal de um caixa eletrônico, uma corrente elétrica variável é induzida na bobina. Esses sinais elétricos são recebidos por um computador que decodifica as informações existentes no cartão.

O detector de metais



Figura 2. Detector de metais em uso subaquático
Fonte: PENTEADO, 2005.

O detector de metais (Figura 2) é atualmente muito utilizado em pesquisas de campo, na busca de materiais soterrados, na área de segurança e outros. Esse dispositivo consiste basicamente em uma bobina enrolada num núcleo de ferro. Quando ele está em funcionamento, a bobina é percorrida por uma corrente elétrica que gera um campo magnético (eletroímã).

Quando o detector é aproximado de um objeto metálico, ocorre uma variação no fluxo magnético através do objeto metálico, induzindo nele correntes elétricas (correntes de Foucault). Essas correntes fazem aparecer um campo magnético variável, que induz corrente na bobina, provocando alteração na corrente que inicialmente a atravessava. É essa variação na corrente que ao ser detectada por um amperímetro acusa a presença do objeto metálico, através de um alarme sonoro ou visual.

Microfone de indução

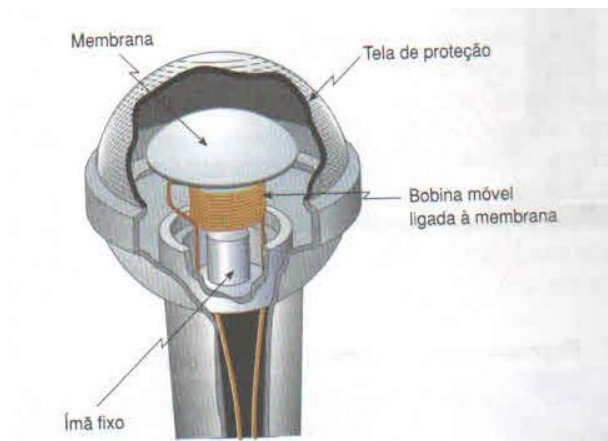


Figura 3. Microfone de indução e suas partes

Fonte: PENTEADO, 2005.

O microfone de indução (Figura 3) é constituído essencialmente de um ímã fixo e de uma membrana que se liga a uma bobina. A bobina envolve o ímã. O microfone possui uma tela metálica que protege a membrana. Quando uma pessoa o utiliza, as ondas sonoras emitidas (ondas de pressão) fazem a membrana vibrar e, portanto, a bobina também vibra. A movimentação da bobina, no interior do campo magnético criado pelo ímã, faz surgir nela uma corrente elétrica induzida variável. Assim, os sons recebidos pelo microfone são convertidos em sinais elétricos que são, em seguida, amplificados.

Alto-falante

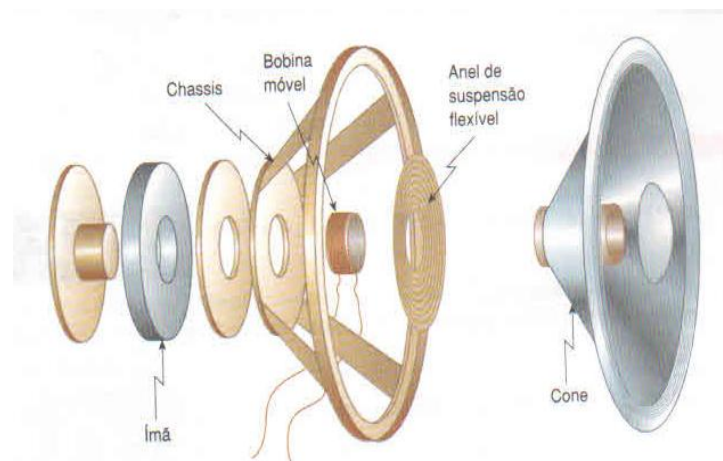


Figura 4. Esquema indicando as partes integrantes de um alto-falante

Fonte: PENTEADO, 2005

A função do alto-falante (Figura 4) é fazer exatamente a conversão contrária do microfone: receber os sinais elétricos do microfone e convertê-los em som. Sua constituição se dá basicamente por um ímã fixo e uma bobina ligada a um cone de papelão. A bobina envolve o ímã. A corrente elétrica proveniente do microfone atravessa a bobina, que é imersa no campo magnético criado pelo ímã, fica sujeita à ação de forças magnéticas que a fazem vibrar. A vibração da bobina provoca a vibração do cone de papelão que ao interagir com o ar que se encontra junto ao cone faz com que o mesmo também vibre, gerando ondas sonoras e reproduzindo o som que foi captado pelo microfone.

Gravação magnética e reprodução de som e imagens

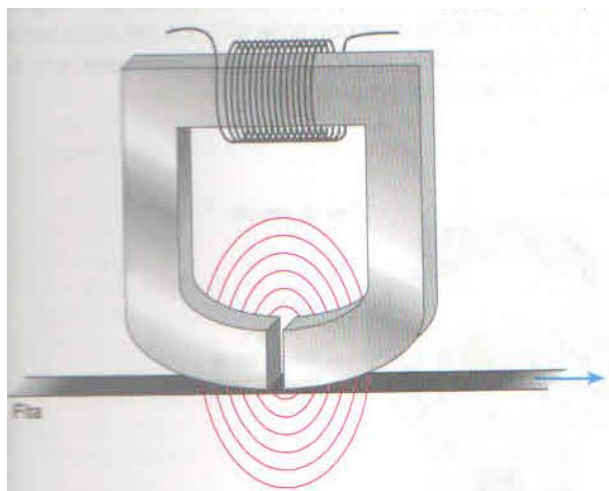


Figura 5. Esquema representativo do cabeçote de um gravador de fitas

Fonte: PENTEADO, 2005.

As fitas magnéticas de gravação de sons e imagens possuem uma base constituída de tiras plásticas recobertas de material que pode ser magnetizado, como por exemplo, o óxido de ferro. Existem fitas que utilizam outros materiais magnetizáveis, como o dióxido de cromo. Em qualquer caso, o material é pulverizado e aglomerado por um cimentador de plástico.

Na gravação de som, este é transformado em sinais elétricos (corrente elétrica variável), por meio de um microfone. Essa corrente é enviada a uma bobina, enrolada num núcleo de ferro laminado e dotado de uma pequena fenda, chamada entreferro. A bobina e o núcleo de ferro constituem o cabeçote do gravador, que por sua vez possui uma blindagem metálica com o objetivo de reduzir as interferências externas. A corrente elétrica variável, que representa o som transformado, atravessa a bobina do cabeçote e gera um campo magnético

variável. Este orienta e magnetiza as partículas magnetizáveis da fita, quando ela passa diante do entreferro.

Em resumo: o som a ser gravado é transformado em sinais elétricos e estes são registrados na fita por meio da magnetização de suas partículas ferromagnéticas.

A reprodução do som segue um caminho inverso. A fita magnetizada passa diante de outro cabeçote. A movimentação dos pequenos ímãs existentes na fita, gera na bobina do novo cabeçote uma corrente elétrica induzida variável. Esta é fornecida a um alto-falante, que reproduz o som gravado.

Na gravação de imagens, o processo é basicamente o mesmo. A imagem a ser gravada é transformada em corrente elétrica variável, através de uma câmera. Essa corrente elétrica, atravessando a bobina do cabeçote, gera campo magnético variável, que magnetiza as partículas que constituem a fita magnética que passa diante do entreferro. Em seguida, outro cabeçote transforma as informações registradas na fita em corrente elétrica variável, que alimenta o filamento de um tubo de imagens. Os elétrons emitidos pelo filamento varrem a tela reproduzindo a imagem gravada.

Em computadores, a gravação de informações em discos rígidos (HD) segue os mesmos princípios utilizados na gravação magnética de fitas. Neles, o campo gerado pelo cabeçote orienta os domínios da fita magnética, em sentidos opostos, e um leitor pode interpretar a orientação em sistema binário, como 1 ou 0. Essa informação, 1 ou 0, é denominada bit, e discos rígidos atuais possuem grande capacidade podendo armazenar trilhões de bits por cm^2 .

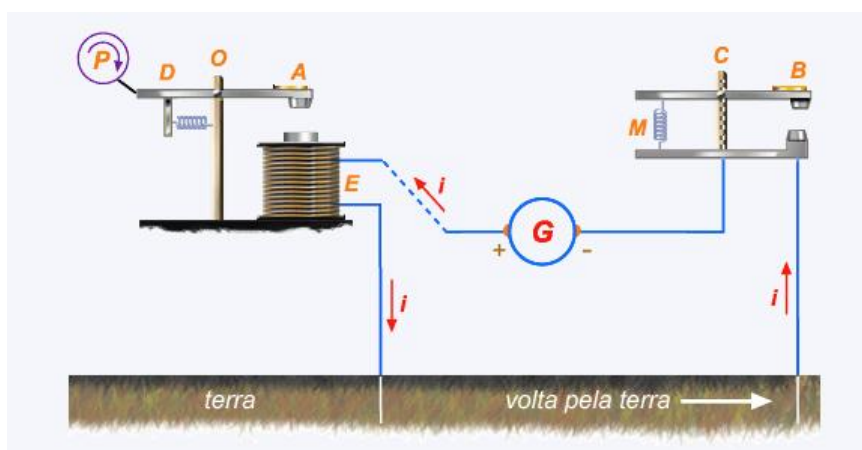
ANEXOS

ANEXO A- TEXTOS

TEXTO 4

Funcionamento do Telégrafo elétrico

O princípio de funcionamento é o seguinte: são colocados em série um gerador G , um eletroímã E e um interruptor C . Esse interruptor tem uma mola M que mantém o circuito aberto. Para fecharmos o circuito precisamos apertar o “botão” B do interruptor. Quando um operador fecha o circuito em C , o eletroímã atrai a sua armadura A . Então a haste AD gira ao redor do ponto O , e um estilete, colocado em D , encosta em uma fita de papel que se desenrola de um cilindro P . Esse estilete fica encostado no papel durante todo o tempo em que o interruptor C permanecer fechado. Assim, se se fechar o interruptor por um instante, aparecerá na fita de papel um ponto. Se se fechar C por algum tempo aparecerá na fita um traço. Como se sabe, em telegrafia as letras do alfabeto são representadas por combinações de traços e pontos. Assim, um observador, atuando no interruptor C pode mandar uma mensagem a outro que receba junto ao eletroímã, colocado à distância muito grande.



Nas instalações telegráficas, em vez de se usarem dois fios para a condução da corrente, uma para ida e outro para volta, usa-se um só, o outro fio é substituído pela terra. Como esta é condutora, transporta corrente de uma estação à outra, bastando para isso ligar as extremidades do circuito à terra, como indica a figura acima.

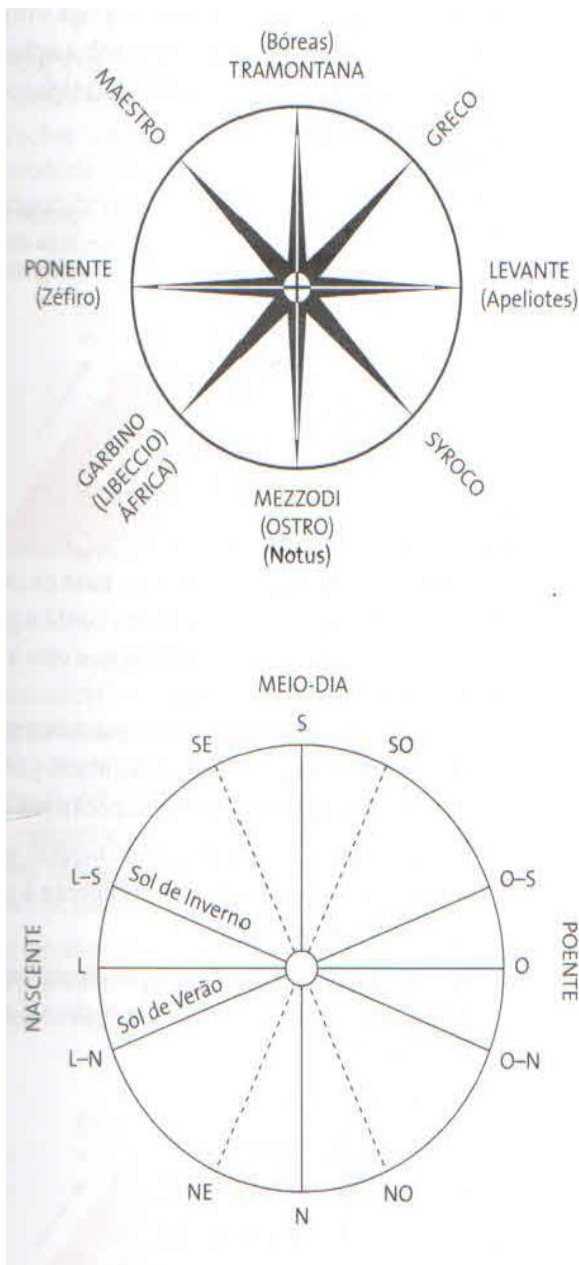
Texto disponível em

http://efisica.if.usp.br/electricidade/basico/campo_corrente/aplic_prim_fenom_eletromag/

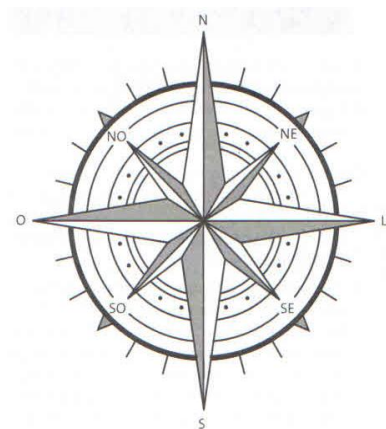
TEXTO 5

As navegações e a bússola

A história da bússola magnética demonstra que a invenção certa no momento certo pode mudar o mundo. Uma grande invenção pode ficar esquecida ou ser usada para fins secundários por um longuíssimo tempo e então, de repente, ser descoberta pelas pessoas certas – gente com visão e espírito empreendedor – e ser aproveitada ao máximo. Quando isso acontece, essas invenções podem mudar o modo como vivemos.



A bússola foi inventada durante a Antiguidade na China, onde não serviu de imediato para aperfeiçoar a navegação. [...] Depois que a ideia da bússola magnética tornou-se amplamente conhecida, no fim do século XII, o terreno estava preparado para que essa invenção fosse utilizada na navegação, em que poderia produzir o maior benefício. Por acaso, havia na época uma potência marítima na Europa que foi capaz de pôr a bússola em uso – e aperfeiçoá-la o bastante para que pudesse ser empregada com eficiência na navegação para indicar todas as direções, não apenas o norte e o sul.



[...] A revolução tecnológica que criou a bússola conduziu também aos mapas e postulados, e com esses desenvolvimentos vieram navios grandes, viagens freqüentes e o resultante aumento da prosperidade.

O estágio seguinte do desenvolvimento mundial veio com a Era das Grandes Navegações, quando Colombo, Vasco da Gama, Magalhães e outros navegadores espanhóis e portugueses conquistaram os oceanos e abriram novas rotas comerciais para lugares antes inacessíveis. Nisso, a bússola magnética encontrou seu uso mais confiável, e muitas vezes exclusivo, como instrumento de navegação. Cartas dos oceanos Atlântico e Pacífico não eram em geral disponíveis a esses corajosos navegantes. A profundidade do mar era desconhecida, e havia pouco conhecimento de margens, ilhas e enseadas. Na vastidão do oceano, um capitão tinha de depender da rosa dos ventos flutuante da bússola magnética e de observações celestes.

A bússola permitiu aos navegadores mapear os oceanos e estabelecer rotas marítimas que cruzavam todo o globo. Usamos as mesmas rotas atualmente, e elas conectam as economias do mundo umas às outras. Navios que viajam através do Pacífico, carregados com milhares de produtos destinados ao Oriente, ainda usam uma bússola não muito diferente da de Magalhães, mesmo considerando que a atual seja operada principalmente por eletricidade (a bússola giroscópica).

[...] A bússola magnética foi a primeira invenção tecnológica depois da roda a mudar o mundo. Desde sua origem na China antiga, através da Idade Média e até nosso tempo, ela foi usada e aperfeiçoada. Hoje, bússolas eletrônicas continuam sendo o instrumento de navegação mais importante em uso em navios e aviões. E, é claro, o [Sistema de Posicionamento Global](#) (GPS), que usa satélites, substituiu as observações celestes com o [sextante](#).

ACZEL, Amir D. *Bússola*; a invenção que mudou o mundo.
Rio de Janeiro: Jorge Zarrar, 2002, p. 115-118.

Texto encontrado em GUIMARÃES, et al., 2014, p. 146-147

TEXTO 6

Auroras polares

Além de ondas eletromagnéticas, a atmosfera terrestre recebe do sol partículas dotadas de carga elétrica (o “vento solar”), com predominância de elétrons.

Esses elétrons interagem com o campo magnético da Terra, dirigindo-se para os pólos.

Veja, na representação esquemática abaixo (Figura 1), o que acontece aproximadamente com dois dos muitos elétrons que estão chegando do Sol.

Esses elétrons excitam o oxigênio (que então emite luz azul-esverdeada) e o nitrogênio (que emite luz avermelhada).

Nas proximidades dos pólos, isso dá origem a espetaculares colorações no céu, denominadas **auroras boreais**(Figura 2), quando acontecem no hemisfério norte, e **austrais**, quando acontecem no hemisfério sul.

Esse fenômeno é mais freqüente e mais intenso nas épocas em que aumenta a atividade solar, pois isso acentua o “vento solar”.

Os elétrons do “vento solar” também excitam outros gases. Entretanto as porcentagens desses gases são muito pouco significativas em comparação às do nitrogênio e do oxigênio.

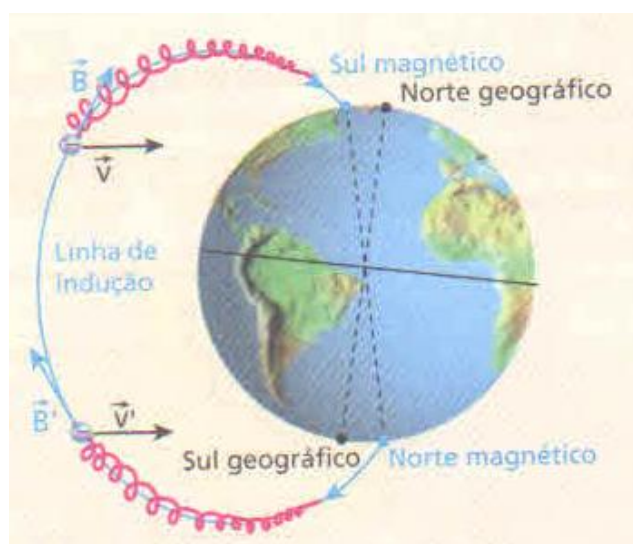


Figura 1. Representação do que ocorre com elétrons provenientes do Sol ao entrar em contato com o campo magnético terrestre

Fonte: BISCUOLA, et al, 2013.



Figura 2. Aurora boreal

Fonte: BISCUOLA, et al, 2013.

Texto retirado da p. 189 do Livro Física 3 de Gualter, Newton e Helou. Editora Saraiva, 2013

TEXTO 9

Corrente contínua x corrente alternada

A história das ciências relata inúmeras controvérsias, porém a que ocorreu entre os favoráveis à corrente alternada e os favoráveis à corrente contínua não foi científica, mas tecnológica e comercial.

Desde a criação do comutador, muitos engenheiros praticamente ignoraram a corrente alternada, já que ela podia ser retificada e transformada em corrente contínua no próprio gerador. Porém, à medida que o consumo de eletricidade aumentava e que a potência elétrica consumida por algumas máquinas se tornava maior, a frequência de rotação dos geradores, em geral movidos a vapor, devia aumentar. E, com o aumento da frequência de rotação, os comutadores tornaram-se peças muito vulneráveis, que estragavam muito rapidamente.

Outra dificuldade em utilizar a corrente contínua era o aquecimento dos fios de transmissão. Como a potência dissipada é proporcional ao quadrado da intensidade da corrente, quanto maior o número de consumidores, maior deveria ser a corrente fornecida pelo gerador. E aumentava, ao quadrado, a potência dissipada nos fios.

Apesar das inúmeras vantagens da corrente alternada sobre a corrente contínua, o emprego da alta voltagem atemorizava as pessoas, sobretudo depois que o estado de Nova York adotou a eletrocussão para executar condenados. As torres de alta-tensão e o emprego de transformadores possibilitaram o controle da voltagem ao longo das linhas de transmissão e garantiram a segurança do sistema.

Em 1883, a concessão da central elétrica das cataratas do Niágara foi dada a Westinghouse e, com ela, disseminou-se por todo o mundo a preferência pela distribuição da corrente alternada.

Texto retirado de GASPAR, 2000, página 263.

ANEXO B

TESTES CONCEITUAIS SOBRE MAGNETISMO

1- (Questão Adaptada) Julgue falsa ou verdadeira cada uma das seguintes afirmações:

I. Um portador de carga elétrica imerso em um **campo magnético** sempre fica submetido a uma força, devido a esse campo.

II. A força magnética atuante em um portador de carga elétrica não modifica o módulo de sua velocidade, porque a força e a velocidade são perpendiculares. Assim, essa força não realiza trabalho.

GABARITO: I. Falsa;

II. Verdadeira;

2- Indique a alternativa correta.

a) Nas proximidades do pólo norte geográfico da Terra encontra-se o pólo norte magnético.

b) Os polos norte geográfico e sul magnético da Terra encontram-se exatamente no mesmo local.

c) Polos magnéticos de mesmo nome (norte e norte ou sul e sul) se atraem.

d) Os pólos magnéticos norte e sul de um ímã são regiões eletrizadas com carga positiva e negativa, respectivamente.

e) Quando um ímã é quebrado em dois ou mais pedaços, cada um deles continua tendo dois pólos magnéticos: o norte e o sul.

GABARITO: Alternativa E.

3- O ímãs A, B e C representados na figura a seguir foram serrados nas regiões 1, 2 e 3, obtendo-se assim duas partes de cada um.

Em que caso as partes de um mesmo ímã **não** podem se unir magneticamente após o corte, de modo a mantê-lo com a aparência que tinha antes do corte?

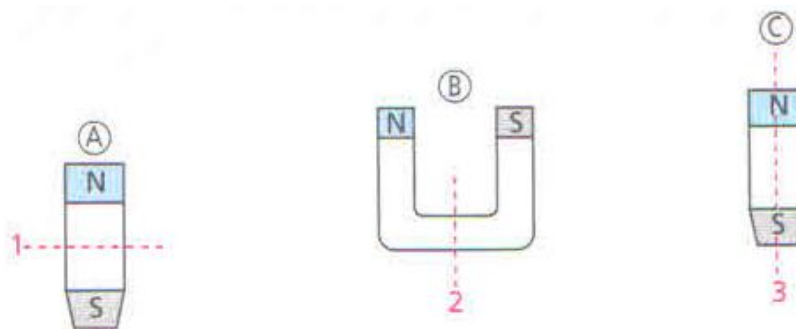


Figura 1

GABARITO: C

4- Considere as seguintes situações:

I. Um elétron move-se em relação a um ímã, nas vizinhanças de um de seus pólos.

II. Um próton está nas proximidades de um ímã, com velocidade nula em relação ao ímã.

III. Um nêutron está em movimento em relação a um ímã, nas vizinhanças de um de seus pólos.

Em qual (ou quais) delas a partícula citada **poderá** submeter-se a uma força magnética?

GABARITO: Apenas na situação I.

5- Dos materiais e/ou misturas listados abaixo, identifique aqueles que serão atraídos fortemente por um ímã:

- a) papel; b) madeira; c) ferro; d) ferro-níquel; e) borracha;
 f) vidro; g) alumínio; h) cobre. i) aço

GABARITO: ferro, ferro-níquel e aço.

6- No início do período das grandes navegações europeias, as tempestades eram muito temidas. Além da fragilidade dos navios, corria-se o risco de ter a bússola danificada no meio do oceano.

Sobre esse fato, é **CORRETO** afirmar que:

01. a agitação do mar podia danificar permanentemente a bússola.
 02. a bússola, assim como os metais (facas e tesouras), atraía raios que a danificavam.
 04. o aquecimento do ar produzido pelos raios podia desmagnetizar a bússola.

08. as gotas de chuva eletrizadas pelos relâmpagos podiam danificar a bússola.
16. a influência magnética produzida pelo raio podia desmagnetizar a bússola.
32. a forte luz produzida nos relâmpagos desmagnetizava as bússolas, que ficavam geralmente no convés.

GABARITO: soma = 16

EXERCÍCIOS CONCEITUAIS SOBRE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

1- (UEPB) O cientista inglês Michael Faraday (1791-1867) dedicou seus estudos a diversos ramos da Física, entre eles o magnetismo. Nesse ramo, sua grande contribuição foi, sem dúvida, a descoberta do fenômeno da indução eletromagnética, que resultou na transformação radical da tecnologia. Por exemplo, quando um ímã se aproxima ou se afasta de uma espira, surgem, nessa espira, correntes induzidas que se opõem à aproximação ou ao afastamento do ímã. Esse fenômeno básico do eletromagnetismo se aplica:

- a) às lâmpadas incandescentes.
- b) aos geradores eletromagnéticos.
- c) ao chuveiros elétricos.
- d) às campainhas.
- e) aos eletroímãs.

2- O ímã e a bobina mostrados na figura deste exercício estão ambos se deslocando com a mesma velocidade V .

- a) Há um fluxo magnético através da bobina?
- b) Há variação de fluxo magnético através da bobina?
- c) Então, qual será a indicação do amperímetro?

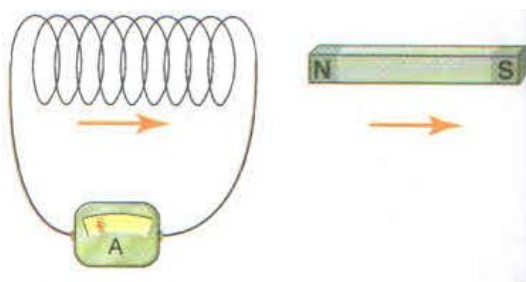


Figura 3

GABARITO:

- a) **Sim. Existe um campo magnético criado pelo ímã e, conseqüentemente, as linhas desse campo atravessam a bobina fato que caracteriza a existência do fluxo.**
- b) **Como o ímã e a bobina se movem na mesma direção e sentido com os módulos de suas velocidades iguais, empreende-se que estão em repouso entre si. Dessa forma, não há variação do fluxo magnético através da bobina.**
- c) **O amperímetro não acusará existência de corrente elétrica induzida. Logo, indicará zero.**

3- (Unifesp) A foto mostra uma lanterna sem pilhas, recentemente lançada no mercado. Ela funciona transformando em energia elétrica a energia cinética que lhe é fornecida pelo usuário – Para isso ele deve agitá-la fortemente na direção do seu comprimento. Como o interior dessa lanterna é visível, pode-se ver como funciona: ao agitá-la, o usuário faz um ímã cilíndrico atravessar uma bobina para frente e para trás. O movimento do ímã através da bobina faz aparecer nela uma corrente induzida que percorre e acende a lâmpada.



Figura 2. Lanterna autocarregável

O princípio físico em que se baseia essa lanterna e a corrente induzida na bobina são, respectivamente:

- a) indução eletromagnética; corrente alternada.
- b) indução eletromagnética; corrente induzida.
- c) lei de Coulomb; corrente contínua.
- d) lei de Coulomb; corrente alternada.
- e) lei de Àmpere; correntes alternadas ou contínuas podem ser induzidas.

GABARITO: alternativa A

4- Num exame de ressonância magnética, o paciente fica submetido a um campo magnético constante de alta intensidade, mas também a um campo magnético variável. Para sua realização, é preciso que o paciente fique o mais imóvel possível. Quando o paciente não consegue permanecer imóvel, o que é mais freqüente com crianças, ele precisa ser anestesiado e, como a anestesia pode ser perigosa, ter suas funções vitais monitoradas. Nestes casos, um sensor é preso em um dos dedos e um cabo o liga a um monitor situado fora da sala onde o exame está sendo realizado.

Apesar de o exame ser normalmente inofensivo, há casos de pacientes anestesiados que sofreram graves queimaduras ao realizar uma ressonância magnética. Para evitar isso,

médicos e enfermeiros são orientados a nunca deixar que o cabo do sensor fique encostado no corpo do paciente. Explique fisicamente o porquê desse cuidado.

GABARITO

Havendo contato entre o cabo e outro ponto do corpo (atente para o fato de que o dedo está sempre em contato), um circuito fechado será formado envolvendo o próprio paciente. O campo magnético variável induz no circuito uma força eletromotriz. Ainda que o cabo possua isolamento, essa força eletromotriz pode ser alta o suficiente para que uma corrente elétrica circule pelo circuito e, por efeito Joule, energia elétrica seja transformada em calor causando queimaduras no corpo do paciente, especialmente no local onde o cabo está encostado na pele.

5- Um ímã em forma de barra reta, inicialmente em repouso em relação a uma espira circular, é abandonada acima dela e cai, atravessando-a.

Para o observador O, qual é o sentido da corrente induzida na espira:

- enquanto o ímã está em repouso em relação a ela?
- um pouco antes de o ímã começar a atravessá-la?
- logo após a passagem completa do ímã através dela?

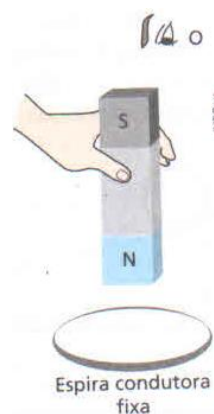


Figura 4

GABARITO:

- a) Não há corrente induzida; b) Anti-horário c) Horário.**

6- (GASPAR, 2007, p. 516 adaptada) Sabe-se que um ímã gera em torno de si um campo magnético e que, por essa razão, atrai pedaços de ferro, mesmo que esses não tenham magnetização própria antes da magnetização. Sabe-se, ainda, que um fio percorrido por uma corrente elétrica também cria ao seu redor um campo magnético. Esses fatos são importantes para o entendimento de vários dispositivos tecnológicos de uso cotidiano.

Hoje em dia, é comum, por exemplo, nas cidades brasileiras, a existência de redutores eletrônicos de velocidade (popularmente chamados de **lombadas eletrônicas**). Esses redutores são compostos de duas bobinas retangulares, enterradas no chão e a uma determinada distância uma da outra, através das quais circulam correntes elétricas (veja figura

abaixo). Quando um veículo (que tem em sua composição um alto teor de ferro) passa sobre cada uma das bobinas, a corrente que nela circula se altera. Sabendo a distância entre as bobinas bem como o intervalo de tempo entre as alterações das correntes de cada uma, o equipamento determina a velocidade média do veículo no trecho entre elas.

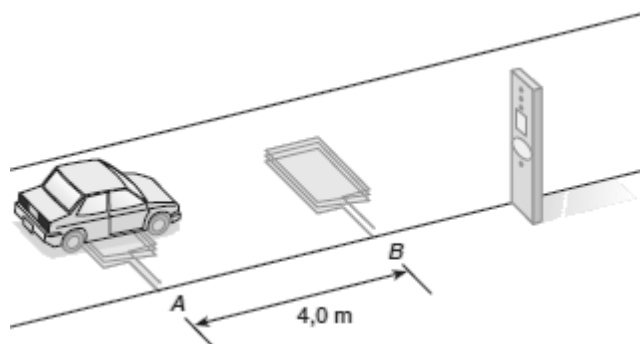


Figura 5: Modelo de um sistema de lombada eletrônica

Fonte: Gaspar, 2007, p. 516

Diante do exposto, explique por que a corrente elétrica que flui em cada bobina se altera quando um veículo passa sobre ela.

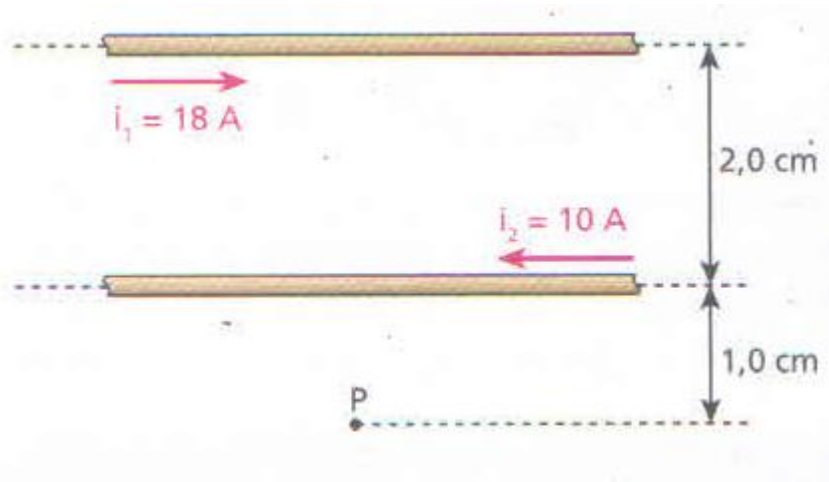
GABARITO:

Por possuir alto teor de ferro, o veículo em toda sua extensão tende a concentrar as linhas do campo magnético terrestre, provocando alterações nas configurações desse campo na região por onde passa.

Por sua vez, essa mudança na configuração do campo magnético provoca a variação do fluxo magnético por onde o veículo passa o que induz a corrente que aparece nas bobinas enterradas e que estão separadas no chão, nas lombadas eletrônicas. Ao detectar as correntes induzidas em instantes diferentes, o instrumento calcula e determina a velocidade do veículo.

EXERCÍCIOS COM EXPRESSÕES MATEMÁTICAS

1- Na figura, temos trechos de dois fios paralelos muito longos, situados no vácuo, percorridos por correntes elétricas de módulos e sentidos indicados:



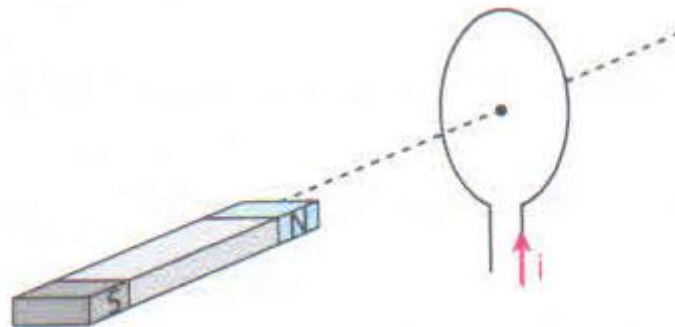
Determine o módulo do vetor indução magnética no ponto P, situado no mesmo plano dos fios, sendo $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A}$.

GABARITO: $8,0 \cdot 10^{-5} T$

2- Na figura, temos uma espira circular de raio $R = 0,10\pi m$, percorrida por uma corrente elétrica de intensidade igual a 10 A, no sentido indicado. Um ímã está nas proximidades da espira e em repouso em relação a ela.

Sendo $\mu = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A}$ a permeabilidade absoluta do meio ambiente:

- calcule o módulo do vetor indução magnética criado pela espira, em seu centro;
- informe se a interação entre a espira e o ímã é atrativa ou repulsiva.



GABARITO:a) $2,0 \cdot 10^{-5} T$

b) Repulsiva.

3- Uma espira quadrada de 20 cm de lado está totalmente imersa em um campo de indução magnética uniforme e constante, de intensidade 4,0 T. Calcule o fluxo de indução através dessa espira, nos seguintes casos:

- a) o plano da espira é perpendicular às linhas de indução;
 b) o plano da espira é paralelo às linhas de indução.

GABARITO: a) 0,16 Wb;

b) Zero.

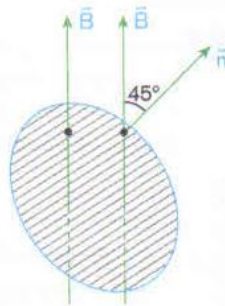
4- Uma bobina chata, formada pela justaposição de 100 espiras circulares de raios 5π cm, é percorrida por uma corrente de intensidade 10 A. Determine a intensidade do campo magnético no centro da bobina. Supõe-se a bobina situada no vácuo.

Dado: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A}$



GABARITO: $4 \cdot 10^{-3}$ T

5- A espira da figura tem área de 2 cm^2 , e o campo magnético é uniforme e de intensidade $2 \cdot 10^{-3}$ T. Calcule o fluxo magnético através dessa espira. Dado: $\cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$.



GABARITO: $2\sqrt{2} \cdot 10^{-7}$ Wb

6- Um solenóide de comprimento $0,8\pi$ m que possui 3.200 espiras, é atravessado por uma corrente elétrica de intensidade $i = 15$ A. O módulo do campo magnético no interior do mesmo, vale:

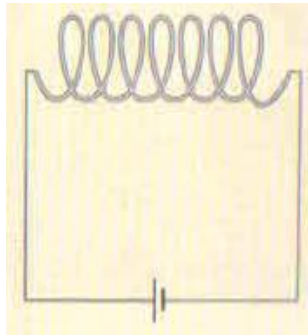
a) $2,4 \cdot 10^{-2}$ T

c) $1,6 \cdot 10^{-2}$ T

e) $2,2 \cdot 10^{-2}$ T

b) $4,2 \cdot 10^{-2}$ T

d) $5,0 \cdot 10^{-2}$ T



GABARITO: Alternativa A