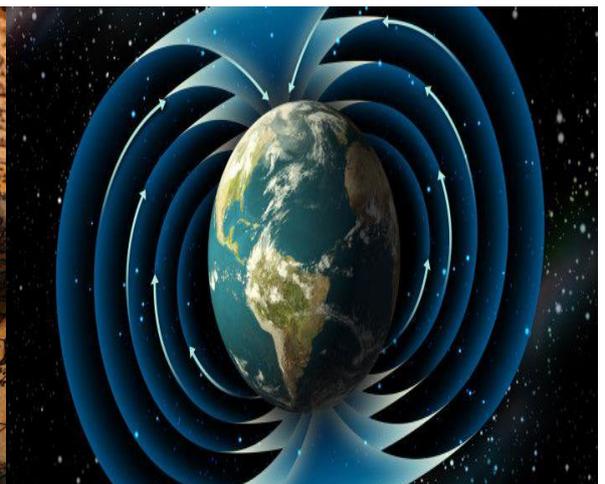


UMA ABORDAGEM QUALITATIVA E HISTÓRICO-
INVESTIGATIVA SOBRE O

Eletromagnetismo





UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Ailton Ohnesorge Coelho

Mirian Jonis

Uma abordagem qualitativa e histórico-investigativa sobre o Eletromagnetismo

Vitória – ES
Julho – 2019

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	5
ELEMENTOS ESTRUTURANTES DA SD	7
AULA 1 - INTRODUÇÃO AO ESTUDO DO ELETROMAGNETISMO	10
AULA 2 - O CAMPO MAGNÉTICO E SUAS MANIFESTAÇÕES	12
AULA 3 -UMA BREVE HISTÓRIA DO MAGNETISMO	15
AULA 4 – CAMPO MAGNÉTICO GERADO POR CORRENTE ELÉTRICA	17
AULA 5 – O EXPERIMENTO DE OERSTED.....	19
AULA 6 – INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA	20
AULA 7 - INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA: UM POUCO DE HISTÓRIA	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
APÊNDICE A – ATIVIDADES REFERENTES À AULA 2	28
Texto: A bússola e as grandes navegações	28
Reflexões sobra as atividades propostas.....	29
APÊNDICE B – ATIVIDADES DA AULA 3	31
Texto 1: A pedra ímã	31
Texto 2: A propriedade diretiva da pedra-ímã	32
Texto 3: Magnetismo: um pouco de história.....	33
Texto 4:A bússola na poesia do século XIII	35
APÊNDICE C – PASSO A PASSO PARA A CONSTRUÇÃO DE UM ELETROÍMÃ	37
APÊNDICE D – ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA AULA 5.....	39
Passo-a-passo para a construção do experimento de Oersted.....	39
Texto: Oersted e a relação entre eletricidade e magnetismo	40
Reflexões sobre as atividades propostas.....	43
APÊNDICE E – TEXTO DA AULA 6	44

Como funcionam as usinas hidrelétricas.....	44
APÊNDICE F – TEXTO DA AULA 7.....	47
Uma breve história da indução eletromagnética	47
APÊNDICE G – LISTA DE EXERCÍCIOS SÉRIE CASA.....	49
Aula 2.....	49
Aula 3.....	53
Aula 4.....	57
Aula 5.....	62
Aula 6.....	66
Aula 7.....	70
APÊNDICE H – GABARITOS DOS EXERCÍCIOS SÉRIE CASA	74

APRESENTAÇÃO

Este é o Produto da Dissertação de Mestrado de Ailton Ohnesorge Coelho orientado pela Prof. Mirian Jonis que foi apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo.

O produto apresentado traz uma Sequência Didática sobre os principais conceitos do Eletromagnetismo que foi validada por colegas professores do Ensino médio a partir das respostas a um questionário com 25 questões. Seu objetivo foi proporcionar ao seu público alvo aulas mais motivadoras, mais interativas, mais dialogadas, onde a mecanização do ensino desse lugar à reflexão e à discussão e onde os alunos participassem ativamente do processo de ensino e aprendizagem.

Durante o seu planejamento, procurando utilizar estratégias que me afastassem das aulas tradicionais, encontrei duas vertentes muito discutidas no ensino de Ciências nos dias de hoje: a História da Ciência no Ensino da Física (HCEF) e o Ensino de Ciências por Investigação (ENCI), abordagens que, integradas, me possibilitaram criar atividades bem diferentes daquelas que normalmente eu utilizava em sala de aula. O ENCI, por estimular a curiosidade, promover discussões e mobilizar conhecimentos prévios, me possibilitou criar dinâmicas que colocaram o aluno na condição de protagonista do processo de ensino e aprendizagem, fazendo-o participar ativamente da construção do seu conhecimento. A HCEF, ao ressaltar a natureza e o papel da ciência como construção humana, histórica e culturalmente situada, me proporcionou a criação de práticas capazes de promover a inserção do aluno na cultura científica, levando-o a vivenciar o modo como se pensa e como se faz Ciência no transcorrer da história. A realização de atividades investigativas, relacionadas a episódios clássicos da História da Ciência, também estimularam a capacidade dos alunos para humanizar a Física, contextualizando-a no cenário histórico e trazendo à tona as grandes questões que motivaram as produções científicas e as condições em que vários conhecimentos físicos se desenvolveram.

A escolha por essas abordagens também encontra respaldo nos documentos oficiais que tratam do ensino no Brasil, como a Base Nacional Curricular Comum, a BNCC. Ela

está repleta de orientações que ressaltam a importância de se inserir atividades investigativas e da História da Ciência no ensino das chamadas Ciências da Natureza; ela diz que processos e práticas de investigação contribuem para o aprendizado da Física e ressalta que esse componente curricular deve ser tratado em seu contexto histórico.

Além de priorizar uma abordagem histórico-investigativa sobre o Eletromagnetismo, optei por uma abordagem qualitativa que privilegiasse o aprendizado dos conceitos envolvidos e a contextualização desses conhecimentos com a nossa realidade em detrimento de fórmulas matemáticas; considero que a compreensão dos fenômenos físicos é o propósito de qualquer aula de Física. Mesmo assim inclui alguns exercícios de fixação onde se faz necessário a aplicação de fórmulas que, naturalmente, aparecem compreensíveis no enunciado dos problemas.

A proposta dessa intervenção teve como público alvo alunos da 2ª série de uma escola particular de Vila Velha e foi concluída em 7 encontros de 100 minutos de duração. Os recursos didáticos utilizados foram desenvolvidos com o intuito de instigar a curiosidade, desencadear debates e incentivar a reflexão; compreendem atividades em grupos, exibição de vídeos, leitura de textos históricos, utilização de simulações computacionais e realização de experimentos.

Vale ressaltar o que aprendi: quando nos propomos a mudar nossas práticas pedagógicas o aluno também responde de forma diferenciada, possibilitando mudanças comportamentais e atitudinais que podem lançar um novo olhar sobre a Física. Essas mudanças ficaram evidentes durante a aplicação dessa intervenção pedagógica.

ELEMENTOS ESTRUTURANTES DA SD

TÍTULO

Uma abordagem qualitativa e histórico-investigativa sobre o Eletromagnetismo

CONTEÚDOS

- ✓ Campo Magnético – de Tales de Mileto a Hans Christian Oersted: uma breve história do magnetismo;
- ✓ O marco histórico do eletromagnetismo: a experiência de Oersted;
- ✓ Indução Eletromagnética – o eletromagnetismo no período pós-Oersted;

OBJETIVOS

Objetivos gerais

- ✓ Compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época;
- ✓ Compreender o desenvolvimento histórico dos modelos físicos para dimensionar corretamente os modelos atuais, sem dogmatismo ou certezas definitivas;
- ✓ Compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia e suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas necessidades;
- ✓ Estimular a curiosidade dos alunos lançando mão de ferramentas didáticas variadas.
- ✓ Mostrar que a Física não se restringe a um mero conjunto de fórmulas matemáticas;

Objetivos específicos

- ✓ Conhecer a história do magnetismo e a sua contribuição para o surgimento do eletromagnetismo;

- ✓ Reconhecer o campo magnético como agente responsável por determinados fenômenos naturais;
- ✓ Realizar o experimento de Oersted;
- ✓ Analisar o contexto histórico, político e social à época da descoberta do eletromagnetismo;
- ✓ Compreender as relações entre eletricidade e magnetismo;

PÚBLICO ALVO

Alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola particular de Vila Velha que durante os três primeiros bimestres do ano estudaram eletrostática e eletrodinâmica.

DURAÇÃO

07 aulas de 100 minutos;

DINÂMICAS

Atividades em grupos, leitura e discussão de textos, realização de experimentos, utilização de simulações computacionais e exibição de vídeos.

PROBLEMATIZAÇÃO

O problema que introduz o aluno no conceito apresentado não pode ser uma questão qualquer; deve oferecer condições para que ele reflita a partir das variáveis que são relevantes no fenômeno estudado, deve despertar a sua curiosidade, ter relação com a sua realidade, confrontar os seus conhecimentos prévios, desencadear debates e discussões e, sempre que possível, propiciar o desenvolvimento da argumentação. É importante que as atividades propostas compreendam pelo menos três momentos distintos: a resolução do problema proposto, a sistematização dos conhecimentos adquiridos e, por fim, a contextualização desse conhecimento.

SUGESTÕES:

Após aplicar essa SD em três salas de aula pude concluir que nem sempre as coisas acontecem como se espera. Assim, me senti à vontade para fazer algumas sugestões que podem ser úteis aos professores e aprimorar o processo de ensino e aprendizagem dos temas tratados.

JUSTIFICATIVA

Dois elementos importantes foram utilizados como fundamento para justificar essa SD. O primeiro deles está associado às dificuldades enfrentadas pelos estudantes no processo de ensino e aprendizagem do Eletromagnetismo. Considerada extremamente difícil pela maioria dos alunos por exigir conhecimentos matemáticos, raciocínios elaborados e alta capacidade interpretativa, faz-se necessário a utilização de práticas pedagógicas diferenciadas que sejam capazes de motivá-los. Vale lembrar que a motivação para a aprendizagem pode trazer mudanças comportamentais e atitudinais em relação aos estudos. Outro aspecto que contribui para a justificativa dessa SD está relacionado às diretrizes curriculares contidas nos documentos oficiais que orientam as políticas e práticas educacionais. A Base Nacional Curricular Comum, BNCC (BRASIL, 2016) está repleta de trechos que revelam a importância de se inserir atividades investigativas e a História da Ciência no ensino de Física.

AVALIAÇÃO

Nessa SD não há propostas de avaliações quantitativas; a preocupação recaiu sobre uma avaliação qualitativa da metodologia utilizada. Se ela favorece a interação entre os alunos durante as execuções das atividades, se as metodologias utilizadas são capazes de instigar a curiosidade e a reflexão dos alunos, se a forma como são desenvolvidas é capaz de gerar o interesse dos alunos pela Física, se os alunos veem a investigação e a História da Ciência como ferramentas capazes de motivá-los na compreensão dos fenômenos físicos, etc. Essa proposta exige que o professor esteja atento ao desenvolvimento de atitudes frente às atividades que serão desenvolvidas: a participação e a desenvoltura dos alunos nos experimentos, nas discussões, nas resoluções de exercícios e a capacidade dos mesmos na elaboração de hipóteses podem sinalizar para uma prática pedagógica instigante e atraente. Os alunos podem fazer uma auto avaliação do seu aprendizado através de uma lista de exercícios de fixação com gabarito fornecida pelo professor ao final de cada aula para ser feita em casa (o professor pode usá-la como instrumento para uma avaliação quantitativa se achar necessário).

AULA 1 - INTRODUÇÃO AO ESTUDO DO ELETROMAGNETISMO

CONTEÚDO: Eletromagnetismo

OBJETIVOS: Introduzir os alunos no mundo do Eletromagnetismo

RECURSOS DIDÁTICOS MOTIVACIONAIS: Exibição de vídeo e aula dialogada.

PROBLEMATIZAÇÃO: Em que situações do cotidiano você percebe a presença do Eletromagnetismo?

DINÂMICA: Exibição do documentário “Entendendo o Eletromagnetismo” do Discovery Channel e posterior discussão sobre o vídeo.

DESENVOLVIMENTO: A função da primeira aula dessa SD foi somente colocar o aluno em contato com a ciência do Eletromagnetismo. Para isso lancei mão de um documentário do Discovery Channel no endereço https://www.youtube.com/watch?v=0k-9cXG5_jU porém, antes da exibição do vídeo, deixei claro o objetivo da aula, anotei no quadro o problema sugerido na problematização e aguardei alguns minutos para que todos respondessem no caderno o problema proposto. Esse mesmo exercício foi resolvido novamente ao final da aula para que os alunos pudessem comparar suas respostas, realizar um auto avaliação e verificar se houve aquisição de novos conhecimentos após a intervenção pedagógica. Após a exibição do vídeo iniciaram-se as discussões. Desencadeei esse processo perguntando aos alunos o que acharam de mais interessante no documentário e se mudaram algumas concepções previamente existentes a respeito dos temas abordados.

SUGESTÕES: Independente da forma como se iniciará as discussões vale lembrar que elas são ferramentas indispensáveis para a consolidação dos saberes adquiridos e, portanto, não podem ser relegadas a segundo plano. É fundamental que o professor saiba direcionar esse momento pedagógico para que os estudantes realmente tomem consciência da importância do Eletromagnetismo. É interessante que eles descubram que o magnetismo, junto com a eletricidade, constitui uma interação presente em todo o universo, das maiores galáxias ao interior das menores células humanas; que ele constitui a luz e aciona as reações químicas que fazem nosso corpo funcionar e está presente em toda concepção da vida; que não haveria a coesão entre as moléculas sem as forças elétricas, o que impediria a formação da matéria; que a vida na Terra seria

inviável não fosse o magnetismo terrestre e muitos animais se perderiam em seus movimentos migratórios; que talvez o advento das grandes navegações se atrasasse alguns séculos não fosse a descoberta da bússola; que o eletromagnetismo é a base de toda a tecnologia do mundo moderno e está presente em grande parte dos aparelhos eletrônicos de hoje em dia, de telefones celulares e fornos de micro-ondas a precisos diagnósticos na área de medicina. Vale lembrar que o professor deve ter a liberdade de encaminhar as discussões de acordo com seu juízo e deliberação, os direcionamentos mencionados são apenas sugestões.

AULA 2 - O CAMPO MAGNÉTICO E SUAS MANIFESTAÇÕES

CONTEÚDO: magnetismo

OBJETIVOS: reconhecer o campo magnético como uma grandeza vetorial responsável por determinados fenômenos naturais; identificar materiais que interagem com o campo magnético; identificar a bússola como instrumento de orientação geográfica que guarda laços estreitos com o magnetismo terrestre; mostrar a presença do magnetismo no funcionamento de dispositivos presentes em nosso dia a dia;

RECURSOS DIDÁTICOS MOTIVACIONAIS: Um kit contendo dois ímãs, um cartão de crédito e pedaços de ferro, níquel, alumínio, chumbo, bronze e madeira, um kit composto por uma chave de fenda e uma caixa de som, telefones celulares, computador, internet e material didático impresso.

PROBLEMATIZAÇÃO: Como o magnetismo se manifesta em nosso dia a dia?

DINÂMICA: Atividades em grupos, realização de experimentos, utilização de uma simulação computacional, exibição de um vídeo e leitura e discussão do texto dissertativo “A bússola e as grandes navegações” (Apêndice A).

DESENVOLVIMENTO: Após elencar os objetivos da aula no quadro dividi a turma em cinco grupos de sete componentes e esperei que eles resolvessem a questão proposta na problematização (10 min foi suficiente); em seguida indiquei as atividades que cada equipe deveria fazer e os orientei para que direcionem as discussões ao encontro dos objetivos da aula (gastei estimados 5 min); ato contínuo os alunos realizaram as atividades propostas e discutiram entre si as questões referentes às tarefas executadas (apêndice B) – aproximadamente 20 min; em seguida os grupos expuseram para a turma suas ideias a respeito dos trabalhos realizados e procurei intervir o mínimo possível (estimados 35 min); logo após deixei de ser um mero intermediador e passei a interagir ativamente nas discussões conduzindo-as para que os alunos solidificassem os conhecimentos adquiridos e abandonassem concepções alternativas que porventura pudessem ir de encontro às convicções científicas em voga. Por fim eles responderam pela segunda vez a questão proposta no início da aula e então entreguei uma lista de exercícios para ser feita em casa (Apêndice G).

O grupo 1 recebeu o kit 1 contendo dois ímãs, um alicate, um cartão de crédito, um copo de alumínio, um clipe de aço, uma moeda de 50 centavos, uma régua de plástico e um fio de cobre desencapado; foi sugerido ao grupo testar as interações existentes entre os dois ímãs e entre um ímã e os materiais presentes no kit; O desafio do grupo foi explicar o porquê das interações magnéticas. Sugeri uma pesquisa sobre materiais ferromagnéticos, paramagnéticos e diamagnéticos para complementar a discussão.

O grupo 2 recebeu um segundo kit contendo uma chave de fenda e uma caixa de som. O grupo foi impelido a desmontar a caixa de som para descobrir o que tinha em seu interior. O desafio do grupo foi explicar a presença de um ímã em forma de anel no alto-falante do equipamento. Pedi que pesquisassem outros equipamentos que apresentassem ímãs em seu interior.

O grupo 3 ficou encarregado de acessar o site [https://phet.colorado.edu/pt BR/search?q=campo+magnetico](https://phet.colorado.edu/pt_BR/search?q=campo+magnetico) e brincar com a simulação *ímã e bússola*. Após identificar a Terra como fonte de campo magnético os componentes do grupo foram orientados a discutir sobre o comportamento da bússola na presença desse campo, sobre as causas do magnetismo terrestre e sobre a importância desse campo para a manutenção da vida no planeta. Na conclusão da aula falei sobre a inclinação do eixo magnético da Terra em relação ao seu eixo de rotação, detalhe que não aparece na simulação.

Ao grupo 4 coube o acesso a um site que trata do fenômeno das auroras polares: <https://www.youtube.com/watch?v=czMh3BnHFHQ>. A discussão girou em torno do reconhecimento do campo magnético terrestre como agente responsável por esses fenômenos naturais que ocorrem nas regiões polares da Terra e como esse espetáculo único de luzes e cores se forma.

O grupo 5 ficou responsável pela leitura do texto “A bússola e as grandes navegações” (Apêndice A) que conta um pouco da história da bússola e de sua importância para o implemento do comércio entre os povos a partir do século XIII. Em seguida pedi que fizessem uma comparação entre as bússolas e seus sucessores.

SUGESTÕES: É importante que questão problematizadora seja respondida antes do início das atividades para que os alunos tenham condições de trazer seus conhecimentos prévios para a sala de aula. Também é importante que durante as discussões fique claro que o campo magnético é uma grandeza vetorial e como tal deve ter módulo, direção e sentido (mencionar as linhas de campo do vetor campo

magnético terrestre); deve-se também salientar que a força magnética obedece à terceira Lei de Newton (ação e reação): a força aplicada por um ímã sobre um corpo de material ferromagnético é de mesma intensidade, mesma direção e sentido oposto àquela que o corpo aplica sobre o ímã. Se o tempo permitir citar também os materiais ferromagnéticos (ferro, níquel e cobalto, bem como suas ligas) e comentar brevemente sobre os materiais paramagnéticos e diamagnéticos. Também pode ser legal comentar e dar exemplos de animais que se orientam pelo campo magnético terrestre.

AULA 3 -UMA BREVE HISTÓRIA DO MAGNETISMO

CONTEÚDO: Magnetismo.

OBJETIVOS: Conhecer a história do magnetismo e a sua contribuição para o surgimento do eletromagnetismo; identificar a Física como construção humana e em constante evolução; reconhecer a história da bússola e a sua importância para o progresso das civilizações e expansão econômica no século XVI, a chamada Era dos Descobrimentos e das Grandes Navegações.

RECURSOS DIDÁTICOS MOTIVACIONAIS: Fragmentos de textos retirados de trabalhos científicos que tratam do magnetismo em diversos momentos históricos.

PROBLEMATIZAÇÃO: De que forma o desenvolvimento do magnetismo contribuiu para o progresso da humanidade?

DINÂMICA: Sarau literário com fragmentos de textos retirados de livros e trabalhos científicos (Apêndice B)

DESENVOLVIMENTO: Após elencar os objetivos da aula no quadro esperei que eles resolvessem a questão proposta na problematização. Comuniquei que para esse terceiro encontro convidei um professor de História e Filosofia para um momento pedagógico diferenciado, um sarau literário, e que os textos que iríamos ler se encontravam disponíveis no e-mail da turma. Fomos todos para o pátio da escola e lá, utilizando nossos celulares, demos início à leitura dos textos (Apêndice B). Para uma maior interação comentários, perguntas, reflexões e discussões foram encorajados por nós professores durante a leitura. As discussões giraram em torno dos objetivos da aula. Por fim, retornamos para a sala de aula onde eles responderam pela segunda vez a atividade proposta na problematização. Entreguei uma lista de exercícios para ser feita em casa (Apêndice G).

SUGESTÕES: Se possível convide um professor de Literatura, Língua Portuguesa ou qualquer outro que se proponha a participar desse momento. É provável que a participação de mais de um professor no sarau literário enriqueça-o bastante. Se não for possível usar um espaço alternativo na escola (biblioteca, pátio, quadra) é interessante organizar a sala de aula em círculo ou em U (isso dificulta a “invisibilidade” de alguns estudantes e favorece a inclusão de todos nas discussões). Com essa disposição os alunos podem ser orientados a grifar palavras desconhecidas

e trechos ininteligíveis para decifrá-los depois; para o caso da mesa-redonda não se iniciar naturalmente, cada professor convidado pode escolher um trecho do material lido para desencadear o processo reflexivo. Um momento de descontração (no máximo 20min) pode ser providencial, uma vez que a grande maioria dos nossos alunos não está habituada a leituras mais longas. Uma sugestão pode ser uma parada para um lanche que os próprios alunos podem trazer.

AULA 4 – CAMPO MAGNÉTICO GERADO POR CORRENTE ELÉTRICA

CONTEÚDO: Eletromagnetismo

OBJETIVOS: Reconhecer a corrente elétrica como fonte de campo magnético; Identificar os principais fatores que influenciam na intensidade do campo magnético gerado por um eletroímã;

RECURSOS DIDÁTICOS MOTIVACIONAIS: Um kit, o de nº 3, contendo dois pregos grandes, duas pilhas tipo D, fios de cobre e alguns clips e uma simulação computacional.

PROBLEMATIZAÇÃO: Um turista chegou em uma grande cidade e alugou um carro para chegar ao seu hotel que ficava na região norte da cidade. Utilizou uma bússola (sem nenhum defeito) para se orientar e, para sua surpresa, não conseguiu chegar ao seu destino. Como explicar esse fato?

DINÂMICA: Atividades em grupos, construção de um eletroímã e utilização de uma simulação computacional que mostra os efeitos da corrente elétrica sobre uma bússola

DESENVOLVIMENTO: Para o desenvolvimento da aula cada grupo trouxe de casa o material necessário para a construção de um eletroímã (Apêndice C). Porém, antes de iniciarmos as atividades programadas segui os passos do 2º encontro: escrevi na lousa a problematização e os objetivos da aula, dividi a turma em cinco grupos de sete componentes e esperei que eles resolvessem a questão proposta no quadro. Em seguida indiquei as atividades que as equipes deveriam fazer e os orientei sobre o trabalho que deveriam realizar (construção do eletroímã). Avisei que deveriam anotar suas observações, pois seriam de extrema importância para as nossas conclusões; uma questão importante que precisava discutir com eles é se a intensidade do campo magnético criado pelo eletroímã depende ou não da corrente e do número de voltas da bobina. Para isso pedi que fizessem bobinas com aproximadamente 50, 100, 150, 200 e 250 voltas. Depois pedi que ligassem as bobinas a uma pilha e em seguida a duas pilhas associadas em série. Também pedi que verificassem qual eletroímã atraía mais clips. Após testar a funcionalidade dos eletroímãs, reconhecê-los como fontes de campo magnético e identificar fatores relevantes na intensidade desse campo os grupos acessaram o portal

[https://phet.colorado.edu/pt BR/search?q=campo+magnetico](https://phet.colorado.edu/pt_BR/search?q=campo+magnetico), entraram na simulação “ímãs e eletroímãs” e brincaram um pouco. Sempre com o medidor de campo marcado várias simulações foram feitas, movendo-se o eletroímã, a bússola, modificando a fonte de corrente e mudando o número de espiras. O objetivo da simulação foi corroborar as conclusões obtidas anteriormente com o eletroímã sobre a influência do número de espiras e do valor da corrente elétrica na intensidade do campo magnético. Em seguida os grupos compartilharam suas anotações expondo suas ideias sobre os trabalhos realizados. Finalizei as discussões unificando as informações trocadas para que elas pudessem convergir para os objetivos da aula. Os últimos 10 min foram reservados para que os grupos respondessem novamente o questionamento inicial e o comparasse com o que foi escrito anteriormente. Fechei o encontro entregando a lista de exercícios para casa (Apêndice G).

SUGESTÕES: Se o professor tiver solenoides em casa é interessante levá-los pois nem sempre o que os meninos fazem funcionam a contento. São várias as possibilidades de simulação no simulador; o professor deve escolher as que mais lhe convierem.

AULA 5 – O EXPERIMENTO DE OERSTED

CONTEÚDO: Eletromagnetismo

OBJETIVOS: Reproduzir a o experimento histórico de Oersted; Promover uma abordagem conceitual, epistemológica e contextual do experimento de Oersted;

RECURSOS DIDÁTICOS MOTIVACIONAIS: O kit número 4 contendo uma bússola, uma bateria de 9V, uma espira retangular e fios de cobre e um texto histórico.

PROBLEMATIZAÇÃO: Quando uma bússola é colocada paralelamente a um fio percorrido por corrente elétrica percebe-se uma mudança significativa em sua direção. O mesmo não acontece se a bússola for colocada perpendicularmente ao fio. Como explicar essa diferença de comportamento da bússola?

DINÂMICA: Atividades em grupos, reprodução do experimento histórico de Oersted e leitura e discussão de um texto histórico.

DESENVOLVIMENTO: Como nas aulas anteriores escrevi na lousa a problematização e o objetivo da aula e esperei que os grupos (usei os mesmos das aulas anteriores) resolvessem a questão proposta. Em seguida indiquei as atividades que as equipes iriam executar e os orientei sobre como realizar o trabalho proposto. Também pedi que anotassem tudo que observassem. Para o desenvolvimento da aula os grupos 1, 2 e 3 receberam o kit número 4 para a confecção do experimento de Oersted (Apêndice D) e os grupos 4 e 5 receberam uma cópia impressa de um texto histórico para leitura e posterior discussão (Apêndice D). Concluindo seus trabalhos eles foram orientados a fazer um revezamento das atividades propostas, isto é, os grupos 1, 2 e 3 passaram a ler o texto enquanto os grupos 1 e 2 ficaram encarregados de realizar o experimento. Finalizado o revezamento os grupos compartilharam suas anotações e expuseram suas ideias sobre os trabalhos realizados. Em seguida responderam um questionário (Apêndice D) e, por fim, refizeram o problema proposto no início da aula. Como de praxe entreguei a lista de exercícios para ser feita em casa (Apêndice G).

SUGESTÕES: É importante falar sobre o sentido do vetor campo magnético gerado por correntes em fios (regra da mão direita envolvente) e tecer um rápido comentário sobre espiras e solenoides. Ressaltar o fato de que, antes da experiência de Oersted, a comunidade científica supunha que os fenômenos magnéticos e elétricos não tinham relação entre si.

AULA 6 – INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

CONTEÚDO: Eletromagnetismo

OBJETIVOS: Identificar o campo magnético como fonte de corrente elétrica; Reconhecer o funcionamento das usinas hidrelétricas como consequência do fenômeno da indução eletromagnética; Compreender que nem sempre o campo magnético é capaz de produzir corrente elétrica;

RECURSOS DIDÁTICOS MOTIVACIONAIS: vídeos, texto histórico, simulação computacional, internet, tablet (pode ser o celular) e aula expositiva.

PROBLEMATIZAÇÃO: Como gerar eletricidade a partir do magnetismo?

DINÂMICA: Exibição de dois vídeos pelo professor, simulação computacional feita pelos alunos e leitura e discussão de um texto informativo.

DESENVOLVIMENTO: Como de praxe escrevi os objetivos da aula, a problematização e aguardei que a respondessem; em seguida exibi o vídeo que se encontra no endereço <https://www.youtube.com/watch?v=Rba9EdXO368> e ouvi a opinião dos alunos a respeito do experimento. No site https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/generator usei uma simulação para ajudar na compreensão do fenômeno da indução eletromagnética. Indiquei aos alunos a aba que deveria ser selecionada (sugeri solenoide, mas a aba que representa o gerador também é interessante) e pedi que manipulassem o ímã. Solicitei que observassem a lâmpada e anotassem o que estavam percebendo. Em seguida sugeri que trocassem a lâmpada pelo amperímetro e novamente anotassem o que estavam observando. Pedi também que manipulassem a área do circuito e o número de espiras. Por fim sugeri que clicassem na aba transformador e trocassem as fontes de tensão elétrica, o número de espiras e a lâmpada pelo medidor elétrico. Discutimos as anotações feitas e tiramos nossas conclusões a contento.

Em seguida assistimos a um vídeo que fala sobre usinas hidrelétricas no endereço <https://www.youtube.com/watch?v=3xshEp2AIBY>. A leitura e discussão do texto “Como funcionam as usinas hidrelétricas” (Apêndice E) complementou o vídeo assistido e unificou os conceitos de indução eletromagnética e geração de energia elétrica. Esperei que os alunos respondessem novamente à questão proposta e entreguei junto com a lista de exercícios para ser resolvida em casa (Apêndice G) o

texto “Uma breve história da indução eletromagnética” (Apêndice F) para ser discutido na aula seguinte.

SUGESTÕES: Reforçar que o funcionamento dos transformadores é baseado na indução eletromagnética e salientar que, sem variação do fluxo magnético (sugiro apenas um breve comentário sobre essa grandeza), não haverá força eletromotriz induzida e, por consequência, não haverá corrente elétrica induzida.

É importante ressaltar a obtenção de energia elétrica nas centrais elétricas por meio da variação do fluxo magnético pela rotação das turbinas e geradores e enfatizar a importância da descoberta do fenômeno da indução eletromagnética para essa obtenção.

AULA 7 - INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA: UM POUCO DE HISTÓRIA

CONTEÚDO: Indução eletromagnética

OBJETIVOS: Conhecer a história da indução eletromagnética e a sua contribuição para o progresso da humanidade; Diferenciar corrente contínua de corrente alternada; Caracterizar a matriz energética brasileira;

RECURSOS DIDÁTICOS MOTIVACIONAIS: vídeo, texto histórico e aula expositiva

PROBLEMATIZAÇÃO: Na transmissão de energia elétrica das usinas para os grandes centros consumidores a corrente contínua se mostrou mais eficaz. Você concorda com essa afirmativa? Justifique sua resposta.

DINÂMICA: Exibição do documentário “Batalha de Genius – Edson x Tesla”.

DESENVOLVIMENTO: Elenquei os objetivos da aula, escrevi a problematização e aguardei a resposta. Em seguida demos início à discussão de questões pertinentes ao texto “Uma breve história da indução eletromagnética”, presente no Apêndice F; procurei dar prioridade a aspectos da vida de Faraday e ao seu experimento de 1831. Terminada a discussão dei início à exibição de um documentário da National Geographic intitulado “Batalha de Genius – Edson x Tesla” encontrado no site <https://www.youtube.com/watch?v=voLSvHfU8g> retratando a disputa protagonizada por Nikola Tesla e Thomas Edson no final do século XIX pela preferência do uso da corrente contínua ou alternada na distribuição de energia elétrica. O passo seguinte foi um debate com a turma para que todos opinassem sobre o episódio retratado no vídeo. Como de praxe os alunos responderam novamente à questão proposta inicialmente e finalizei nosso encontro entregando a lista de exercícios para casa (Apêndice G).

SUGESTÕES: Pode-se sugerir aos alunos que façam em casa uma pesquisa sobre a matriz energética brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACZEL, A. D. **Bússola**: a invenção que mudou o mundo. tradução de Maria Luiza X. de A. Borges. — Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação**: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, p. 19-33, 2004.

BAPTISTA, M. L. M. **Concepção e implementação de atividades de investigação**: um estudo com professores de física e química do ensino básico. Universidade de Lisboa, 2010. Disponível em <http://hdl.handle.net/10451/1854> . Acesso em: 17 maio 2017.

BORTOLAI, M. M. S et all. **Análise de uma sequência didática para o Ensino Médio**. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC), Águas de Lindóia, SP, novembro de 2015.

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**. Versão 2018, Brasília: MEC, 2016.

_____. **PNLD 2018**: apresentação – guia de livros didáticos – ensino médio/ Ministério da Educação – Secretária de Educação Básica – SEB – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2017.

_____. **Base Nacional Comum Curricular**. 2ª versão revista, Brasília: MEC, 2016.

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

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

CARVALHO, A. M. P. D. **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P et al. **Ensino de ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira, 2004.

CARVALHO, C. **A história da indução eletromagnética contada em livros didáticos de Física**. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

CLEOPHAS, Maria das Graças. **Ensino por investigação: concepções dos alunos de licenciatura em Ciências da Natureza acerca da importância de atividades investigativas em espaços não formais**. Revista Linhas. Florianópolis, v. 17, n. 34, p. 266-298, maio/ago. 2016.

COSTA. J. R. **Uma proposta problematizadora para o ensino do eletromagnetismo sob uma perspectiva histórico experimental: o telégrafo**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Universidade estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

COSTA. J. R; SILVEIRA, A. F. **Uma proposta para o ensino do eletromagnetismo sob uma perspectiva histórico-experimental**. 15º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia, Florianópolis, SC, 2016.

FERRAZ NETTO, L. **Teoria Elementar do Magnetismo**. Disponível em: http://www.feiradeciencias.com.br/sala13/13_T01. Acesso em 05/08/2018. Acesso em 14/11/2018.

FORATO, T. C. M; PIETROCOLA, M; MARTINS, R. A. **Historiografia e natureza da Ciência na sala de aula**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

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, p. 13 – 30, 2002.

GATTI, S. R. T; NARDI, R; SILVA, D. **História da Ciência no Ensino de Física: um estudo sobre o ensino de atração gravitacional desenvolvido com futuros professores**. Investigações em Ensino de Ciências, V15(1), p. 7-59, 2010.

GEBARA, M. J. F. **O Ensino e a Aprendizagem de Física: Contribuições da História da Ciência e do Movimento das Concepções Alternativas**. Um estudo de caso. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, SP, 2015.

GUIMARÃES, Y. A. F; GIORDAN, M. **Instrumentos para construção e validação de seqüências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores**. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e I Congresso Iberoamericano de Educação em Ciências, Campinas, SP, 2012.

GUIMARÃES, Y. A. F; GIORDAN, M. **Elementos para Validação de Sequências Didáticas**. IX ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Águas de Lindóia, SP, novembro de 2013.

HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de física**, volume 3: eletromagnetismo, tradução: Ronaldo Sérgio de Biasi. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

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.

LIMA, M.E.C.C.; MAUÉS, E; **Uma releitura do papel da professora das séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças**. Revista Ensaio. Vol 8. n.2. 2006.

LOPES, R. R. S. **Conceitos de Eletricidade e Suas Aplicações Tecnológicas: Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

MARTINS, M. R; BUFFON, A. D. **A História da Ciência no currículo de Física do Ensino Médio**. ACTIO: Docência em Ciências, v. 2, n. 1, p. 420-437, jan./jul. 2017 Disponível em <https://periodicos.utfpr.edu.br/view>. Acesso em 14/09/2019.

MARTINS, R. A. **Introdução: a história das ciências e seus usos na educação**. In SILVA, C.C. (Org). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 17-25, 2006.

MARTINS, R. A. **Sobre o papel da história da ciência no ensino**. Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência, n 9 p.3-5, 1990.

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

MATTHEWS, M.R. **História e Filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. - **Curso de Física - Vol. 3 - 5a. edição**. Ed. Scipione, São Paulo, 1999.

MUNFORD, D. e LIMA, M. E. C. de C. **Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo?** Revista Ensaio, v. 09, n. 01, 2007.

NASCIMENTO, F. D.; FERNAMDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. D. **O ensino de ciência no Brasil**: história, formação de professores e desafios atuais. Revista Histedbr on-line, 225-249, disponível em <https://periodicos.sbu.unicamp.br>. Campinas, setembro 2010. Acesso em 18/11/2017.

NEVES, M. C. D. **A História da Ciência no Ensino de Física**. Revista Ciência & Educação, 5(1), p. 73-81, 1998

Novak, Miguel A. **Um pouco de história**: Introdução ao Magnetismo. IF/UFRJ, 1999. Disponível em <http://www.cbpf.br/~labmag/miguel.pdf>. Acesso em 23/02/2019.

OLIVEIRA, C. M. A. de. **O que se fala se escreve nas aulas de Ciências?** In: CARVALHO, A.M.P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação**: condições para a implementação em sala de aula. São Paulo, Cengage Learning, p. 63-75, 2013.

OLIVEIRA, J. C. O; SOUZA, A. L. **Breve esboço sobre história da ciência e tecnologia da eletricidade e do magnetismo até fins do século XIX**. Disponível em <http://www.dee.ufrj.br/lanteg/abmuseu/tutorial/tutohistele.html>. Acesso em 17/03/2018.

PAIS, L. C. **Didática da Matemática: uma análise da influência francesa**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PAULA, R. C. O. **O Uso de Experimentos Históricos no Ensino de Física**: Integrando as Dimensões Histórica e Empírica da Ciência na Sala de Aula. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília, DF, 2006.

PESSOA JÚNIOR, O. **Modelo causal dos primórdios da ciência do magnetismo**. Scientiae Studia, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 195-212, 2010.

PINTO, J. A. F; SILVA, A. P. B; FERREIRA, E. J. B. **Laboratório desafiador e história da ciência**: um relato de experiência com o experimento de Oersted. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 1, p. 176-196, abr. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE IPATINGA, SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO, CENTRO DE FORMAÇÃO PEDAGÓGICA - CENFOP. **O ensino de ciências por investigação**, 2011. Disponível em: <https://cenfopciencias.files.wordpress.com/2011/07/apostila-ensino-por-investigac3a7c3a3o.pdf>. Acesso em: 04 junho 2017.

QUINTAL, J. R. **Física na História**: um caminho em direção à aprendizagem significativa. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, RJ, 2008.

RAMALHO, F. J.; SOARES, P. A. T.; FERRARO, N. G. **Os fundamentos da Física**. Volume 3, 10 ed. Editora Moderna, São Paulo, 2009.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. **O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica**. Curitiba, 2008. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/atas/resumos/T0141-1.pdf>. Acesso em: 10 junho 2017.

RODRIGUES, E. J. et al. **Implicações Didáticas de História da Ciência no Ensino de Física**: uma revisão de literatura através da análise textual discursiva. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 3, p. 769-808, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/21757941.2015v32n3p769/30636>. Acesso em 29/04/2018.

SAAD, F. D. et al. **O Cotidiano da Física**. Leituras e Atividades. V. 3 (eletricidade). Ed. Livraria da Física, 1ª edição, Rio de Janeiro, 2014.

SEPÚLVEDA, C.; EL-HANI, C. N. **Análise de uma sequência didática para o ensino de evolução sob uma perspectiva sócio-histórica**. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, SC, 2009.

SILVA, O. H. M. **Um Estudo sobre a Estruturação e Aplicação de uma Estratégia de Ensino de Física Inspirada em Lakatos com a Reconstrução Racional Didática para Auxiliar a Preparar os Estudantes para Debates Racionais entre Teorias e/ou Concepções Rivais**. Dissertação (Doutor em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências da Universidade de Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, SP, 2008.

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

TONIDANDEL, D. A. V.; ARAÚJO, A. E. A.; BOAVENTURA, W. C. **História da Eletricidade e do Magnetismo: da Antiguidade à Idade Média**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 40, nº 4, 2018.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas no Ensino de Ciências**: aspectos históricos e diferentes abordagens. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v.13, n. 3, p. 67- 80, set. /dez. 2011.

APÊNDICE A – ATIVIDADES REFERENTES À AULA 2

Texto: A bússola e as grandes navegações

A parte final do século XIII marcou um novo começo na história do mundo. Se o século XX foi a era da revolução da informação e o século XVIII foi o início da revolução industrial, o final do século XIII poderia ser propriamente denominado o início da revolução comercial. Em poucas décadas, a partir de 1280, o mundo viu um crescimento extraordinário do comércio e, com ele, maior prosperidade para potências marítimas como Veneza, Espanha e Grã-Bretanha. Uma única invenção, a bússola magnética, tornou isso possível. A bússola foi o primeiro instrumento a permitir a navegadores no mar, em terra e, muito mais tarde no ar, determinar sua direção de modo rápido e preciso a qualquer hora do dia ou da noite e sob praticamente quaisquer condições. Isso permitiu que mercadorias fossem transportadas de maneira eficiente e confiável através dos mares e abriu o mundo para a exploração marítima. A Terra nunca mais poderia ser vista da mesma maneira. A bússola foi a mais importante invenção tecnológica desde a roda. Foi inventada durante a Antiguidade na China, onde não serviu de imediato para aperfeiçoar a navegação. Depois que a ideia da bússola magnética se tornou amplamente conhecida, no fim do século XII, o terreno estava preparado para que essa invenção fosse utilizada na navegação, onde poderia produzir grandes benefícios. As potências marítimas europeias foram capazes de pôr a bússola em uso e aperfeiçoá-la o bastante para que pudesse ser empregada com eficiência na navegação. A revolução tecnológica conduziu também aos mapas e postulados, e com esses desenvolvimentos vieram navios grandes, viagens frequentes 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.

Hoje, setecentos anos após a emergência da bússola com um quadrante indicando direções, e um milênio ou mais desde a invenção da forma mais simples com agulha, toda embarcação transporta uma bússola magnética pelo menos como reserva para seus instrumentos eletrônicos.

As origens da bússola estão envoltas em mistério. Ou melhor, a história da bússola é uma série de mistérios que, até o momento, não foram satisfatoriamente contemplados. A lenda da invenção da bússola magnética abarca toda a amplitude da civilização humana. Geograficamente, a história atravessa o mundo, da China ao Mediterrâneo, envolvendo a Escandinávia, a Arábia, a África e o Novo Mundo. Como história, abrange eventos que tiveram lugar nos tempos antigos, na era medieval e prosseguiram até nosso próprio tempo.

A história da bússola é uma grande saga da engenhosidade humana. É uma história de invenção, inovação, oportunidade e capitalismo. É um relato de como uma civilização fez uma invenção importante e de como uma outra, do lado oposto do mundo, a pôs em uso, promovendo o comércio e gerando riqueza. A história da bússola é a história da civilização humana e de sua capacidade de florescer e prosperar mediante a invenção e a oportunidade, desenvolvendo uma tecnologia e explorando seu potencial. 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.

Adaptado de: Bússola: a invenção que mudou o mundo/Amir D. Aczel: tradução de Maria Luiza X. de A. Borges. — Rio de Janeiro: Zahar, 2002

Reflexões sobre as atividades propostas

Olá galera!

Após a realização das atividades propostas é importante refletirmos sobre alguns pontos que devem ser abordados durante as discussões, por isso elaborei algumas questões para nortear esse momento de construção do conhecimento.

Grupo 1

- 1 – Por que alguns materiais são atraídos pelo ímã e outros não?
- 2 – Um objeto pode se tornar um ímã?
- 3 – Como a posição do objeto em relação ao ímã interfere na interação entre eles?

4 – Os polos de um ímã podem ser separados? Justifique a sua resposta, experimentalmente, usando os materiais presentes no kit 1.

Grupo 2

1 – Qual a função do ímã encontrado no interior do alto-falante?

2 – Comente sobre a presença do magnetismo em nosso cotidiano.

Grupo 3

1 – Explique o funcionamento de uma bússola?

2 – Por que a agulha da bússola muda de direção se houver um movimento relativo entre ela e o ímã?

3 – A bússola tem sempre a mesma inclinação nas proximidades da Terra? Como justificar sua resposta?

4 – Durante muito tempo o campo magnético terrestre foi creditado à presença de materiais ferromagnéticos em seu núcleo, porém uma descoberta importante derrubou essa teoria. Que descoberta foi essa? Atualmente qual a explicação aceita para a origem do campo magnético gerado pela Terra?

Grupo 4

1 – Como o campo magnético terrestre contribui para a formação das auroras polares?

2 – Como surgem as cores que enfeitam o céu durante o fenômeno das auroras polares?

Grupo 5

1 – Como os navegantes se orientavam antes da invenção da bússola?

2 – Por que o desenvolvimento da bússola foi considerado um passo decisivo para o progresso da humanidade?

3 – A história da bússola mostra que grandes descobertas podem demorar séculos até que sejam efetivamente utilizadas em prol do bem social. Como se justifica essa assertiva?

4 – Na era do GPS ainda faz sentido o uso de bússolas manuais?

5 – Como funcionam as bússolas virtuais presentes em grande parte dos smartphones modernos?

APÊNDICE B – ATIVIDADES DA AULA 3

Texto 1: A pedra ímã

Leitor 1 – O primeiro passo para o desenvolvimento do campo do magnetismo foi a descoberta da pedra-ímã e a exploração do chamado efeito pedra-ímã, ou seja, a atração que minérios de pedra-ímã exercem sobre pedaços de ferro e de alguns minérios de ferro. O efeito é conhecido desde os primórdios das civilizações mesoamericanas, egípcia, egeia e chinesa. Autores gregos citam os estudos de Tales de Mileto (c. 570 a.C.), que associava o efeito da pedra-ímã à ação da alma, e de Empédocles que explicava o efeito a partir do princípio do amor (que junto com o ódio regeriam o cosmo). Explicações semelhantes foram oferecidas posteriormente, em torno de 200 d.C., por Alexandre de Afrodísias e por Galeno, para quem o ferro obteria nutrição da pedra-ímã, havendo, pois, um tipo de força vital que atrairia o ferro ao ímã.

Leitor 2 – Demócrito de Abdera (c. 420 a.C.) escreveu um tratado intitulado *Sobre o Magneto*, que não chegou até nós, mas foi comentado por Alexandre de Afrodísias. A explicação atomista para o magnetismo aparece também em 60 a.C. no famoso poema de Lucrécio, *Da Natureza*. Para a atração de pedaços de ferro por uma pedra-ímã, Lucrécio sugeriu um mecanismo envolvendo a emanação de minúsculas “sementes” do ímã, que criariam um vácuo na face anterior da amostra de ferro, resultando em uma pressão que atrairia o ferro para o ímã; o que explicaria também por que o ferro é repelido pelo ímã após o contato (fenômeno da repulsão magnética). Lucrécio mencionou a suspensão de uma série de anéis de ferro por uma pedra-ímã, exemplificando o fenômeno da indução magnética no ferro, ou seja, sua capacidade de ficar temporariamente imantado após contato com um ímã.

Leitor 3 – Relatos sobre o efeito da pedra-ímã na China remontam pelo menos ao ano 220 a.C., com Pu Wei; cem anos depois, já se tinha observado a atração entre ferro e ímã. Assim, por volta dessa época, o conhecimento sobre o magnetismo na China estava no mesmo estágio que na Europa, com a diferença talvez que, na Grécia, em Alexandria e em Roma, havia um debate mais intenso a respeito de como explicar o fenômeno, ao passo que na China dominava a explicação baseada no movimento do chhi (semelhante ao pneuma dos estoicos) entre a “pedra do amor” e o ferro.

Leitor 4 – O efeito da pedra-ímã também era conhecido na América Central, como é demonstrado por esculturas em pedra magnetizada encontradas na região de Soconusco, na costa do Pacífico no sul do México e oeste da Guatemala. Dentre tais esculturas, destacam-se a cabeça de uma tartaruga em Izapa, com volume em torno de 1 m³, cujo focinho localiza-se exatamente no polo norte do magneto. Outra série de esculturas, conhecida como *Fat boys*, também indica o conhecimento dos polos magnéticos da pedra-ímã esculpida. Tais esculturas têm sido datadas de 1200 a 500 a.C., e atribuídas a povos do período formativo da cultura maia. É possível que a orientação magnética das pedras ficasse evidente a partir da atração exercida sobre a limalha da pedra-ímã esculpida.

Adaptado de: Modelo causal dos primórdios da ciência do magnetismo/ Osvaldo Pessoa Júnior – São Paulo, 2010

Texto 2: A propriedade diretiva da pedra-ímã

Leitor 5 – A evolução de um campo científico pode ser comparada ao desenvolvimento de um organismo dentro de um ambiente particular. Típico de processos de desenvolvimento é a existência de um grande número de elementos em interação e a presença ocasional de *gargalos*: um novo estágio de desenvolvimento só pode surgir após alguns elementos terem atingido algum grau de amadurecimento.

A ciência do magnetismo, na Europa, não conseguiu ultrapassar o gargalo da descoberta da propriedade diretiva da pedra-ímã, ou seja, sua capacidade de orientar-se em relação ao meridiano que liga o norte e o sul, como fazem as bússolas magnéticas. Essa propriedade só viria a ser conhecida na Europa no século XII, um milênio depois da existência de sua documentação na China. Um relato da propriedade diretiva da pedra-ímã foi dado por Liu An, em 120 a.C., que descreveu uma agulha de pedra-ímã flutuando na água e, em 83 d.C., Wang Chhung descreveu uma rudimentar bússola magnética usada para adivinhação. O que se seguiu após esse avanço, ao longo dos séculos seguintes, foi um segundo estágio de desenvolvimento da ciência do magnetismo, que culminou com a bússola náutica.

Leitor 6 – Por que a propriedade diretiva do ímã foi descoberta e transmitida na China, mas não na Europa? Uma das causas foi a existência, na China, de práticas de adivinhação que forneceram um ambiente propício para que a descoberta ocorresse. Algumas peças usadas com esse objetivo eram feitas de pedra-ímã; uma delas,

parecendo uma colher de sopa, tendia sempre a apontar o seu cabo para o sul quando girada. Foi esse artefato de magia que constituiu a primeira bússola chinesa, descrita por Wang Chhung em 83 d. Vemos, assim, um exemplo de como, na Antiguidade, a ciência estava intimamente entrelaçada com outros aspectos da cultura.

Há evidências de que a propriedade diretiva da pedra-ímã era conhecida anteriormente na América Central. Tal afirmação baseia-se principalmente na descoberta de uma pequena barra cuidadosamente polida de hematita magnética em San Lorenzo, no atual estado de Veracruz, ao sul do México, datada do período formativo da cultura olmeca, entre 1400 e 1000 a.C. É possível que os olmecas colocassem a barra flutuando em mercúrio, pois sabe-se que povos mesoamericanos extraíam mercúrio líquido a partir do aquecimento de cinábrio (HgS). Dessa maneira, a barra poderia ser usada como uma bússola. Outra evidência do conhecimento da propriedade diretiva pelos povos mesoamericanos é o alinhamento sistemático de suas edificações em uma direção apontando para em torno de 10º para leste do sentido norte geográfico. Isso poderia ser explicado levando-se em consideração que o norte magnético varia com o passar do tempo.

Adaptado de: Modelo causal dos primórdios da ciência do magnetismo/ Oswaldo Pessoa Júnior – São Paulo, 2010

Texto 3: Magnetismo: um pouco de história

Leitor 7 – No desenvolvimento da humanidade é possível perceber através dos tempos que o homem sempre procurou criar modelos para explicar os fenômenos que ocorrem na natureza. Com o conhecimento da história percebe-se a mudança contínua das diferentes visões que tentam criar esses modelos. Ao longo dos séculos, imagens antigas vão sendo modificadas à medida que novos problemas surgem. A evolução histórica do estudo do magnetismo mostra que há registros desses fenômenos antes mesmo do nascimento de Jesus Cristo. Ao descrever os principais eventos de forma cronológica, desde a antiguidade até o início do século XVII, três deles se destacam.

Os primeiros estudos realizados nessa área foram feitos no **século VI a.C. por Tales de Mileto**, filósofo grego que observou a capacidade de algumas pedrinhas, que hoje são chamadas de magnetita, de atraírem umas às outras e também ao ferro. As explicações que os gregos antigos davam para a atração magnética tinham um caráter

animista (teoria que atribui às coisas sentimentos e até mesmo uma alma). Segundo eles a magnetita tinha uma “alma” que encantava o ferro. Essas explicações permaneceram válidas durante vários séculos, porém, o estudo da história mostra que as antigas visões são modificadas ao longo do tempo e novas hipóteses vão sendo criadas.

Leitor 8 – O século XIII merece destaque no desenvolvimento do magnetismo. Estudos experimentais esclareceram vários aspectos que ainda não haviam sido estudados. Há um documento fundamental que apresenta esse avanço, que é a carta de **Petrus Peregrinus** sobre o magneto, **datada de 1269**. É a obra mais antiga que conhecemos e nela aparece claramente a ideia de que as pedras magnéticas possuem dois pontos opostos, onde seu poder de atração é mais forte, e que são qualitativamente diferentes um do outro. É explicada a atração entre polos opostos e repulsão entre polos do mesmo tipo. O tratado de Petrus Peregrinus é bastante sofisticado, envolvendo inclusive a produção de pedras magnéticas redondas. Mostra como agulhas de aço podem ser magnetizadas tocando um ímã natural e analisa sua polaridade, estudando sua orientação quando são presas a um pedaço leve de madeira e colocadas para flutuar na água. Estuda o que acontece quando uma pedra magnética é quebrada, mostrando o surgimento de novos polos magnéticos na região da ruptura e indicando que esses polos desaparecem quando a pedra é reconstituída e colada. É a inseparabilidade dos polos magnéticos.

Leitor 9 – A segunda metade do século XVI marcou os trabalhos do físico e médico inglês **William Gilbert**. A posição de médico oficial da rainha Elizabeth I fez com que ele passasse a ocupar uma posição de grande prestígio junto ao sistema absolutista, uma vez que o reinado de Elizabeth I foi o exemplo máximo da monarquia absolutista inglesa, período marcado pelo crescente poder monárquico e pelo início da colonização inglesa na América do Norte. Vivendo na época das grandes navegações marítimas, Gilbert defendeu que a hegemonia inglesa dependia diretamente do domínio das técnicas de navegação e da metalurgia. E foi sob a influência desse momento histórico, de crescimento da riqueza inglesa e da intelectualidade humanista que ele desenvolveu seus trabalhos, pesquisas e experimentos. Assim, em 1600, publicou *De Magnete*, um livro que é considerado um marco na história da ciência e que versava sobre teorias e experiências elétricas e magnéticas.

Em *De magnete*, Gilbert definiu propriedades importantes do magnetismo. Por exemplo, ele foi o primeiro a chamar de polos as extremidades da agulha de uma bússola. E também verificou que o ímã não precisava de atrito para que sua propriedade magnética fosse evidenciada e observou que certos tipos de materiais não eram atraídos por ímã, mas apenas por corpos eletrizados. Essas conclusões o levaram a defender (erroneamente, veremos mais tarde) que fenômenos elétricos e magnéticos não tinham relações entre si e possuíam naturezas distintas.

Leitor 10 – Contrário aos escritores da época, que segundo Willian tratavam o assunto esotericamente, um achado miraculoso, inexplicável e místico, ele propôs em seu livro uma abordagem do estudo de fenômenos elétricos e magnéticos, através de experimentos.

Apoiado por observações dos navegadores que orientavam suas rotas pela bússola ele concluiu que se a Terra orientava uma agulha magnética ela poderia ser comparada a um grande ímã na qual um polo magnético estaria localizado no Norte geográfico e o outro no Sul. Para provar tal suposição, ele construiu uma pedra-ímã esférica chamada terrella, com a qual observou a ocorrência de desvios na bússola. E conclui que o mesmo desvio (chamado de inclinação) também deveria ocorrer na superfície da Terra.

Gilbert faleceu em 1603, provavelmente devido à peste negra (peste bubônica). Seus livros, pedras e instrumentos científicos foram doados ao Colégio Real de Médicos. Porém, as suas obras foram perdidas em uma das maiores catástrofes da história da capital inglesa, o grande incêndio de Londres. Nesse triste episódio, que ocorreu entre 2 e 5 de setembro de 1666, foram destruídas 13.200 casas, 87 igrejas, a Catedral de St. Paul e a maior parte das construções das autoridades da cidade, assim como os trabalhos de Gilbert.

Adaptado de: Física na história: um caminho em direção à aprendizagem significativa/João Ricardo Quintal – Rio de Janeiro, 2008

Texto 4:A bússola na poesia do século XIII

Leitor 11 – Passagem de um poema escrito no longínquo ano de 1208 pelo poeta e trovador francês Guyot de Provins:

“Os marinheiros empregam
Uma arte que não engana.
Uma pedra feia e marrom,
À qual se junta o ferro com gana.
Depois de lhe aplicarem uma agulha,
Eles a colocam numa vareta
E na água a lançam simplesmente
Onde pode flutuar seguramente.
Sua ponta se volta então diretamente
Para a estrela de modo tal
Que homem algum duvidará jamais, certamente.
Tampouco ela jamais errará, obviamente.
Quando o mar está escuro e brumoso,
Que ninguém vê nem estrela nem lua,
Eles iluminam a agulha
E não temem perder a trilha.
A ponta para a estrela se torna,
Ensinando os marinheiros
A seguir a correta trajetória.
É uma arte que não engana.”

História da eletricidade e do magnetismo: da antiguidade à
idade média – Revista Brasileira de Ensino de Física, vol.40, nº
4, 2018

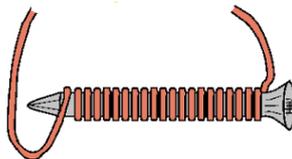
APÊNDICE C – PASSO A PASSO PARA A CONSTRUÇÃO DE UM ELETROÍMÃ

Material necessário

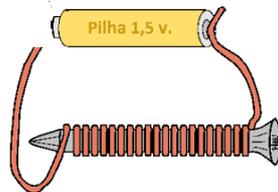
- ✓ 1 prego grande de ferro;
- ✓ 1 m de fio de cobre;
- ✓ 2 pilhas de 1,5V;
- ✓ Clipes;
- ✓ Fita isolante;

Modo de fazer

Enrole o fio no prego com as voltas bem próximas, formando uma bobina;

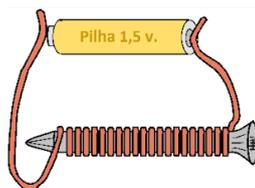


Fixe com a fita isolante uma das extremidades do fio em um dos polos da pilha.



Aproxime o prego dos clipes e observe que não haverá atração;

Fixe a outra extremidade do fio no outro polo da pilha.



Aproxime novamente o prego dos clipes e note que ele irá atraí-los.

Preste atenção!!!!

Sempre faça as voltas. Sem dar as voltas nos fios você não tem resistência e a sua pilha pode ficar muito aquecida.

Esse experimento requer uma eletricidade de baixa voltagem. Nunca conecte sua bobina na tomada, pois isso pode ser muito perigoso.

Só deixe os fios conectados na pilha enquanto estiver usando o eletroímã, caso contrário a pilha pode se descarregar ou os fios poderão entrar em curto circuito.

APÊNDICE D – ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA AULA 5

Passo-a-passo para a construção do experimento de Oersted

Material necessário

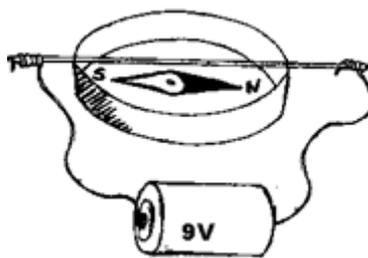
- ✓ Uma bússola;
- ✓ Uma bateria de 9V;
- ✓ 60cm de fio de cobre de 1,5mm²;
- ✓ Fita adesiva ou durex;
- ✓ Régua;

Modo de fazer

Primeiramente descasque aproximadamente 3,0 cm de ambas as extremidades do fio de cobre.

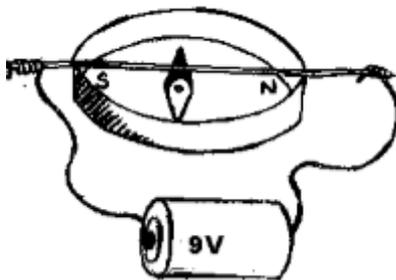
Em seguida ligue uma extremidade do fio a um dos terminais da bateria prendendo-o com firmeza com a fita adesiva.

Depois posicione o fio sobre o ponteiro da bússola (aproximadamente 2cm de distância) de modo a ficarem paralelos entre si. Encoste rapidamente a extremidade solta do fio no outro terminal da bateria sem tirar os olhos da bússola.



Anote o que observou.

Afaste o fio do terminal da bateria e repare o que acontece. Anote novamente. Agora mude a posição relativa entre o fio e o ponteiro da bússola de maneira que eles fiquem perpendiculares entre si (formando um ângulo de 90°).



Ligue novamente a extremidade do fio à bateria e anote o que observou. Agora, inverta a posição de conexão das pontas do fio na bateria e repita os procedimentos acima anotando o que foi observado.

Preste atenção!!!!

Para que a experiência seja bem-sucedida, é preciso observar alguns detalhes:

Não fique muito tempo com o circuito ligado, porque a bateria descarrega rapidamente;

Não deixe nenhum ímã, de qualquer espécie, perto da bússola;

Nas proximidades da bússola também não deve ter nenhum material de ferro;

Dispositivos elétricos em funcionamento também precisam estar o mais afastado possível da bússola;

Texto: Oersted e a relação entre eletricidade e magnetismo

É do conhecimento de muitos que Hans Christian Oersted é o descobridor do eletromagnetismo, e também muitas vezes é dito, erroneamente, que o mesmo chegou a este resultado por acaso, ou sorte. Entretanto como já mencionado esta informação é distorcida, pois na descoberta do eletromagnetismo existiram muitos fatores e também outros pesquisadores além de Oersted que tentaram chegar a relação entre eletricidade e magnetismo.

Anteriormente a Oersted, a relação entre eletricidade e magnetismo já se era observada, pois era notado que bússolas eram desorientadas de suas posições originais durante tempestades e, em alguns casos, até mesmo inverter sua polaridade. Foi registrado na *Philosophical Transactions of the Royal Society*, Londres, começo do século XVIII, que os raios eram capazes de magnetizar objetos metálicos sem ter o

contato com os mesmos. Partindo da hipótese de que os raios eram fenômenos de descarga elétrica, Franklin conseguiu magnetizar uma agulha de costura utilizando uma garrafa de Leyden, um dispositivo que armazenava eletricidade. Além de Franklin, outros pesquisadores conseguiram tal realização. Contudo, um de seus amigos chamado Kinnersley, não foi capaz de reproduzir a experiência, pois só conseguiu alguns resultados positivos na imantação da agulha quando a mesma se encontrava em uma determinada posição.

Posteriormente, Franklin acaba por aceitar a explicação de Franz Aepinus (1724-1802) que dizia que a imantação ocorria por consequência do aquecimento que a descarga elétrica provocava na agulha. Podemos pensar também que, diferentemente de Oersted, Franklin estava centrado nas descargas elétricas, por analogia aos raios, como mencionado, que eram fenômenos de descarga elétrica. Já Oersted pensava em um movimento contínuo da eletricidade e tinha um pensamento diferenciado, como veremos mais à frente.

Apesar destes resultados não positivos de Franklin, o cenário ainda era de crença na relação entre eletricidade e magnetismo, mesmo que não conseguissem demonstrar de que forma se dava essa relação. Esta atmosfera de credulidade no nexos entre eletricidade e magnetismo fez com que alguns pesquisadores como: Hatchett e Desromes; Ritter; Muschman e Hansteen realizassem experimentos com o intuito de encontrar a relação da eletricidade com magnetismo. Questões de simetria entre fenômenos elétricos e magnético direcionavam a procura. Apesar de todas estas tentativas experimentais, alguns princípios norteadores, como a simetria citada acima, são de grande importância comentar que não foram apenas estes fatores que fomentaram Oersted, mas também uma questão de acreditar na união destas duas forças, um princípio filosófico diretor, tema principal de uma corrente filosófica chamada Naturphilosophie.

Outro detalhe bastante relevante é a concepção de corrente elétrica que Oersted tinha. Ele era adepto da teoria dos dois fluidos elétricos, proposta por Charles Du Fay (1698-1739). A ideia de Oersted era a de que existia um “conflito elétrico” em um fio. Supunha ele que, por decorrência da movimentação contrária dos dois fluidos elétricos, que se movimentavam contrariamente no fio condutor, existia um embate dos mesmos, ou melhor dizendo, luta ou conflito. Quando o conflito elétrico se

encontrava em um fio muito fino o efeito produzido era o calor e ainda se o fio fosse demasiadamente fino podia-se ter um efeito luminoso.

As observações de Oersted aconteceram em uma conferência que realizou no inverno de 1819-1820 na Universidade de Copenhague, a qual versava sobre temas como eletricidade e magnetismo. Oersted supôs que o efeito magnético se propagaria lateralmente ao fio, como a luz e o calor emitidos de um fio quando percorrido intensamente pela eletricidade, e não na orientação da corrente elétrica. Como justificativa, ele se baseava na sua concepção sobre os efeitos magnéticos causados pelos raios.

Ao fechar o circuito percebeu que a bússola, teve uma pequena perturbação, mas não chamou muito a atenção dos que ali estavam presentes. Quando divulgou seus resultados em Julho de 1820, estava seguro sobre as características do fenômeno que observara, pois antes disto realizou várias experiências, chegando a conclusão de que “... o efeito magnético da corrente elétrica tem um movimento circular em torno dela” (Oersted apud Martins, 1986). Publicou seus resultados em um folheto de 4 páginas, intitulado de: “*Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam*”. Escrito em latim e não em dinamarquês, contém a síntese de uma série de experiências e observações realizadas por Oersted.

Os resultados de Oersted não foram aceitos de imediato, devido a novidade das características apresentadas pelo fenômeno, como a ideia de um campo magnético circular ao redor do fio, que levava à quebra de simetria. Físicos como, por exemplo, Berzelius, Schweigger e Precht propuseram outras teorias explicativas para o fenômeno observado por Oersted, mas que deixavam a desejar na explicação do fenômeno por completo.

Um físico francês chamado Arago, ao tomar conhecimento do trabalho de Oersted julgou ser impossível o fenômeno descrito, e que só veio a se convencer sobre os resultados quando foi lhe apresentado a repetição do trabalho de Oersted por Auguste de la Rive.

Para alguns historiadores da ciência, a primazia de Oersted sobre a descoberta do eletromagnetismo é alvo de discussões. Posteriormente aos seus trabalhos, foi mencionado em alguns textos onde se atribuía a descoberta do eletromagnetismo a outra pessoa, um certo “físico de Trento, que depois foi identificado como Gian Domenico Romagnosi (1761-1832). Romagnosi, que era advogado e nutria um certo

apreço pelas ciências exatas, chegou a publicar alguns trabalhos na área. No caso do eletromagnetismo, sua hipótese estava baseada na eletrostática e não chegou às mesmas conclusões que Oersted, não abalando sua reputação de “descobridor do eletromagnetismo”.

Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 1, p. 194-196,
abr. 2017

Reflexões sobre as atividades propostas

- 1) Quando você coloca o fio paralelo à bússola e o conecta na bateria, o que ocorre? E se o fio for disposto perpendicularmente à bússola?
- 2) Como se explica esses diferentes comportamentos quando o fio está perpendicular e quando ele está paralelo à bússola?
- 3) Como a experiência de Oersted mudou os rumos da Física?
- 4) Algumas referências bibliográficas sobre Oersted atribuem à casualidade o seu famoso experimento de 1820, quando ele observou que a corrente elétrica provocava uma deflexão no ponteiro da bússola. Você concorda com essa hipótese? Por que?

APÊNDICE E – TEXTO DA AULA 6

Como funcionam as usinas hidrelétricas

A força hidrelétrica começou a ser utilizada em meados do século 20, mas a ideia de usar a água para gerar energia existe há milhares de anos. Uma usina hidrelétrica é, na verdade, um moinho de água gigante.

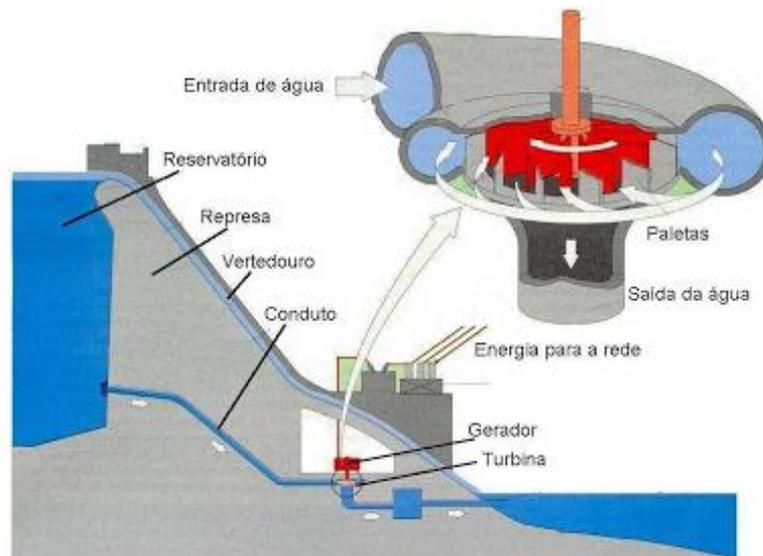
Há mais de 2.000 anos, os gregos utilizavam moinhos de água para transformar trigo em farinha. Estes antigos moinhos de água são como as turbinas modernas, que giram quando o fluxo de água atinge as lâminas. As usinas hidrelétricas são construídas em locais onde se pode melhor aproveitar as influências e os desníveis dos rios, que geralmente estão distantes dos centros consumidores. O sistema eletroenergético brasileiro opera de forma coordenada, buscando dessa forma minimizar os custos globais de produção de energia.

Um dos destaques no Brasil é a Usina Hidrelétrica de Itaipu Binacional, maior produtora de energia no mundo, e um empreendimento binacional - desenvolvido pelo Brasil e pelo Paraguai no rio Paraná. O Brasil está entre os cinco maiores produtores de energia hidrelétrica no mundo, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

A usina de Itaipu é, atualmente, a maior usina hidrelétrica do mundo em geração de energia. Com 20 unidades geradoras e 14.000 MW de potência instalada, fornece cerca de 15% da energia consumida no Brasil e abastece 86% do consumo paraguaio. Produziu em 2017 um total de 96.387.357 Megawatts-hora (96,4 milhões de MWh). **Em 2016, a produção chegou a 103.098.366 MWh (103 milhões de MWh), um recorde mundial de produção anual de energia**, o suficiente para suprir todo o consumo do Paraná por aproximadamente quatro anos. O mesmo volume seria mais que suficiente para atender a demanda de Portugal por energia elétrica durante aproximadamente dois anos.

Mas vamos ao que interessa. O princípio básico de uma usina hidrelétrica é usar a força de uma queda d'água para gerar energia elétrica. Essas usinas possuem enormes turbinas, parecidas com cata-ventos gigantes, que rodam impulsionadas pela pressão da água de um rio represado. Ao girar, as turbinas acionam geradores

que produzirão energia. No Brasil, as hidrelétricas são as principais responsáveis pela luz que não nos deixa no escuro.



Os componentes básicos de uma usina hidrelétrica convencional são:

- ✓ Barreira - a maioria das usinas hidrelétricas utiliza uma barreira que segura a água e cria um grande reservatório.
- ✓ Canal - os portões da barreira se abrem e a gravidade puxa a água através do duto que vai para a turbina. A água gera pressão ao passar pelo duto.
- ✓ Turbina - a água atinge as grandes lâminas da turbina, fazendo-as girar. A turbina é acoplada a um gerador localizado acima dela. Uma turbina pesa cerca de 172 toneladas e gira numa taxa de 90 rotações por minuto (rpm).
- ✓ Geradores - as lâminas da turbina giram e movimentam uma série de ímãs dentro do gerador. Ímãs gigantes rodam por molas de cobre e produzem o campo magnético variável necessário para a obtenção de corrente alternada.
- ✓ Transformador - o transformador dentro da casa de força transforma a corrente alternada em uma corrente de alta-voltagem que vai ser distribuída pelas linhas de transmissão.
- ✓ Linhas de transmissão: As linhas de distribuição, como próprio nome já diz, transmitem a energia gerada aos inúmeros centros de distribuição espalhados pela

sua região. São aquelas antenas enormes instaladas próximo às rodovias. As linhas de transmissão são as responsáveis por levar a energia elétrica da usina ao consumidor.

Adaptado de: <https://www.itaipu.gov.br/energia/geracao>

(acesso em 02/11/2018) e

<https://fisicanossa.blogspot.com/2011/11/como-funcionam-as-usinas-hidreletricas.html> (acesso em 02/11/2018)

APÊNDICE F – TEXTO DA AULA 7

Uma breve história da indução eletromagnética

A história da indução eletromagnética está fortemente atrelada à história do físico e químico britânico Michael Faraday, nascido em 22 de setembro de 1791. De família pobre, que sofria as consequências da Revolução Francesa, teve uma formação básica precária, aprendendo somente o necessário para ler, escrever e um pouco de Matemática. Aos 13 anos já trabalhava ajudando no transporte do material e nas encadernações em uma livraria. Esse trabalho lhe proporcionou contato com livros e despertou o interesse pelas ciências. Com a ajuda de um cliente conseguiu ser auxiliar de laboratório de Humphry Davy, químico brilhante que possuía um dos mais bem equipados laboratórios da Inglaterra. Durante vários anos apenas auxiliou Davy em seus estudos em Química e foi assim que adquiriu um enorme traquejo experimental. Até 1820 Faraday não havia se dedicado a pesquisas na área de Física. A descoberta de Oersted, publicada em artigo datado de 21 de junho de 1820, desencadeou um grande interesse na comunidade científica da época e também Davy começou a investigar o assunto. Ele realizou uma série de experimentos e Faraday foi seu assistente, tendo desta forma seu primeiro contato com o eletromagnetismo. Faraday se dedicou a ler um grande número de trabalhos que haviam sido publicados até então e redigiu dois artigos sobre eletromagnetismo. Nesses artigos Faraday não apresentou nenhuma contribuição original. Mas, estimulado pela leitura dos artigos que precisou consultar e intrigado, talvez, por alguns resultados estranhos encontrados na repetição dos experimentos começou a fazer novas investigações que o conduziram a novas descobertas.

Faraday estudou tudo o que havia sido publicado sobre magnetismo, repetindo os experimentos descritos. Essa atividade o levou ao entendimento do fenômeno relatado por Oersted, embora ainda não houvesse clareza sobre o conceito de campo magnético gerado pela corrente elétrica. Iniciou uma série de experiências inovadoras sobre rotações de ímãs e fios condutores de eletricidade utilizando os efeitos eletromagnéticos. Na prática, conseguiu produzir rotações contínuas de fios e ímãs em torno uns dos outros, transformando energia elétrica em energia mecânica.

No final de 1824, saiu em busca do efeito da indução eletromagnética: introduziu um ímã num solenoide que transportava corrente elétrica por estar conectado aos polos de uma bateria, cujas extremidades estavam ligadas a um galvanômetro, aparelho utilizado para detectar variação na corrente elétrica. Se as correntes elétricas produziam efeitos sobre os ímãs, os ímãs deveriam produzir efeitos sobre as correntes elétricas. Todavia, nada observou de interessante.

Finalmente em 1831 conseguiu que uma corrente elétrica em um circuito induzisse corrente em outro circuito. Em 17 de outubro, realizou seu experimento mais conhecido, conseguindo induzir corrente elétrica pela variação de um campo magnético. Era o primeiro gerador, conhecido como dínamo, que transforma a energia mecânica em energia elétrica. As modernas usinas hidrelétricas são uma demonstração viva desse fenômeno.

Anunciou então a formulação da lei da indução eletromagnética. Devido a sua precária formação no campo, essa lei só foi escrita em linguagem matemática por James Maxwell e constitui uma das quatro leis fundamentais do eletromagnetismo.

O trabalho realizado por Faraday no final de 1831 complementou a descoberta do eletromagnetismo por Ørsted, mostrando a existência de um fenômeno inverso (produção de efeitos elétricos pelo magnetismo) e fornecendo a base necessária para o desenvolvimento de uma nova área de pesquisas.

Faraday nunca se beneficiou pessoalmente das aplicações de suas descobertas, tendo se mantido na Royal Institution até o fim da carreira. Sem nunca ter cursado uma universidade, recebeu títulos honorários e homenagens.

No verão de 1858, Faraday se aposentou, após 38 anos de trabalho na *Royal Institution*. Morreu em 25 de agosto de 1867, em Hampton Court Green, Londres.

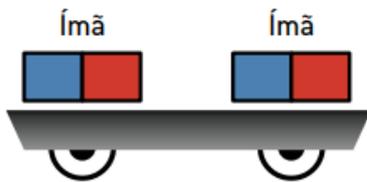
Adaptado de: Michael Faraday: o caminho da
livraria à descoberta da indução eletromagnética.
Revista Ciência e Educação, v.10, n.3, 2004

APÊNDICE G – LISTA DE EXERCÍCIOS SÉRIE CASA

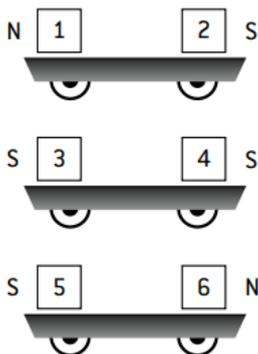
Aula 2

1) UFU-MG

Três carrinhos idênticos são colocados em um trilho, porém, não se encostam, porque, na extremidade de cada um deles, conforme mostra o esquema a seguir, é acoplado um ímã, de tal forma que um de seus polos fica exposto para fora do carrinho (polaridade externa).



Considerando que as polaridades externas dos ímãs (N – norte e S – sul) nos carrinhos são representadas por números, conforme o esquema a seguir, assinale a alternativa que representa a ordem correta em que os carrinhos foram organizados no trilho, de tal forma que nenhum deles encoste no outro.



- a) 1 - 2 - 4 - 3 - 6 - 5
- b) 6 - 5 - 4 - 3 - 1 - 2
- c) 3 - 4 - 6 - 5 - 2 - 1
- d) 2 - 1 - 6 - 5 - 3 - 4
- e) 2 - 1 - 5 - 6 - 3 - 4

2) UEMG

Em *Você verá*, Luiz Vilela valoriza os animais. Por exemplo, no conto “Quando fiz sete anos”, ele se lembra de uma bússola estragada e de como voou “como um alegre pássaro da manhã”, ao ir para casa, doido para abrir o embrulho onde estava uma bússola estragada, que ganhara do avô. Mas, por que a bússola estava estragada? Alguns candidatos aos cursos da UEMG fizeram algumas hipóteses para responder a essa pergunta.

Leonardo: um fio solto fez com que o contato elétrico da bússola estragasse e, por isso, a bússola deixou de funcionar.

Lorena: o polo norte da agulha da bússola apontava para o polo norte geográfico, e isso estava errado, pois ele deveria apontar para o polo sul geográfico, pois um polo norte é atraído por um polo sul.

Amanda: a agulha magnética poderia ter se desprendido de seu apoio e não estava girando livremente para se orientar, segundo o campo magnético da Terra.

Fez (fizeram) comentários apropriados:

- a) apenas Lorena.
- b) Leonardo e Lorena.
- c) apenas Amanda.
- d) Leonardo e Amanda.
- e) Apenas Leonardo.

3) IFSP

As bússolas são muito utilizadas até hoje, principalmente por praticantes de esportes de aventura ou por enduros a pé. Esse dispositivo funciona graças a um pequeno ímã que é usado como ponteiro e está dividido em polo norte e polo sul. Geralmente, o polo norte de uma bússola é a parte do ponteiro que é pintada de vermelho e aponta, obviamente, para o polo norte geográfico.

Na Física, a explicação para o funcionamento de uma bússola pode ser dada porque as linhas de campo magnético da Terra se orientam:

- a) do polo sul magnético ao polo leste magnético.
- b) do polo norte magnético ao polo sul magnético.

- c) na direção perpendicular ao eixo da Terra, ou seja, sempre paralelo à linha do equador.
- d) na direção oblíqua ao eixo da Terra, ou seja, oblíqua à linha do equador.
- e) na direção do campo gravitacional.

4) CPS-SP

Uma das hipóteses, ainda não comprovada, sobre os modos como se orientam os animais migratórios durante suas longas viagens é a de que esses animais se guiam pelo campo magnético terrestre. Segundo essa hipótese, para que ocorra essa orientação, esses animais devem possuir, no corpo, uma espécie de ímã que, como na bússola, indica os polos magnéticos da Terra. De acordo com a Física, se houvesse esse ímã que pudesse se movimentar como a agulha de uma bússola, orientando uma ave que migrasse para o hemisfério sul do planeta, local em que se encontra o polo norte magnético da Terra, esse ímã deveria:

- a) possuir apenas um polo, o sul.
- b) possuir apenas um polo, o norte.
- c) apontar seu polo sul para o destino.
- d) apontar seu polo norte para o destino.
- e) orientar-se segundo a linha do equador.

5) CFT-MG

Em relação às propriedades e aos comportamentos magnéticos dos ímãs, das bússolas e de nosso planeta, é correto afirmar que:

- a) a agulha de uma bússola inverte seu sentido ao cruzar a linha do equador.
- b) um pedaço de ferro é atraído pelo polo norte de um ímã e repelido pelo polo sul.
- c) as propriedades magnéticas de um ímã perdem-se quando ele é cortado ao meio.
- d) o polo norte geográfico da Terra corresponde, aproximadamente, ao seu polo sul magnético.
- e) o polo norte geográfico da Terra corresponde, aproximadamente, ao seu polo norte magnético.

6) PUC-RJ

O belo fenômeno ótico da Aurora boreal é comum no céu noturno das latitudes polares da Terra. Tal fenômeno, de grande apelo visual, é causado por contato:

- a) dos ventos solares com o campo magnético do planeta.
- b) da gravidade da Lua com a estação inverno no polo norte.
- c) dos raios solares com as águas congeladas das montanhas.
- d) das massas de ar polares com os raios do sol da meia-noite.
- e) das massas oceânicas frias com a radiação solar no inverno.

7)

Assim como a força gravitacional e a força elétrica, a força magnética é uma interação à distância, ou seja, não necessita de contato. Dessa forma, associamos aos fenômenos magnéticos a ideia de campo, assim como nos fenômenos elétricos e gravitacionais. Conseqüentemente, dizemos que um ímã gera no espaço ao seu redor um campo que chamamos de campo magnético; esse campo interage com outros ímãs, com as substâncias magnéticas e com correntes elétricas. Imagine uma agulha de costura que é atraída por um ímã quando colocada em suas proximidades. É verdade que:

- a) a agulha não aplica nenhuma força sobre o ímã;
- b) a força que a agulha aplica sobre o ímã é menor que a força com que o ímã a atrai;
- c) a força de atração entre eles tem valores iguais e sentidos iguais;
- d) a força de atração entre eles tem valores iguais e sentidos opostos;
- e) a terceira Lei de Newton (ação e reação) não se aplica a forças magnéticas;

Aula 3

1) A respeito do desenvolvimento dos estudos relacionados com o magnetismo pode-se afirmar que:

a) os primeiros estudos realizados na área do magnetismo foram feitos por Aristóteles no século VI d.C. O filósofo analisou a atração entre pedras de um minério denominado de magnetita.

b) a utilização da bússola provavelmente foi a primeira aplicação prática do magnetismo.

c) Desde os primórdios do magnetismo já se discutia a sua relação com a eletricidade.

d) a obra mais antiga que conhecemos sobre o magnetismo e onde é explicada a atração entre polos opostos e repulsão entre polos do mesmo tipo foi escrita por Gilbert em 1600.

e) a evolução do magnetismo não se mostrou importante na evolução da sociedade rumo a melhorias na qualidade de vida.

2)

O magnetismo, assim como toda a Física, é uma ciência em construção. Muitas de suas hipóteses, leis e modelos se mostram satisfatórias para explicar o mundo ao nosso redor, mas as teorias vão evoluindo e um conhecimento vai superando o outro, e novas áreas do conhecimento assim como novas tecnologias vão surgindo e tornando nosso mundo mais dinâmico e surpreendente. Eis a Física como construção humana, resultado de esforços e contribuições de mentes ora brilhantes, ora nem tão brilhantes assim.

Assinale a alternativa em desacordo com o texto acima.

a) A utilização da bússola implementou o comércio marítimo durante as grandes navegações.

b) Descobertas inúteis dificilmente contribuem para o desenvolvimento da sociedade.

c) A evolução de um campo científico pode ser comparada ao desenvolvimento de um organismo dentro de um ambiente particular.

d) Um novo estágio de desenvolvimento só pode surgir após alguns elementos terem atingido algum grau de amadurecimento.

e) Com o conhecimento da história percebe-se a mudança contínua das diferentes visões que tentam criar modelos para explicar os fenômenos que ocorrem na natureza.

3) O primeiro passo para o desenvolvimento do campo do magnetismo foi a descoberta da pedra-imã e a exploração do chamado efeito pedra-imã, ou seja, a atração que minérios de pedra-imã exercem sobre pedaços de ferro e de alguns minérios de ferro. O efeito é conhecido desde os primórdios das civilizações meso-americanas, egípcia, egeia e chinesa. Um fato pode ter contribuído para que civilizações tão remotas e distantes entre si tomassem conhecimento do efeito magnético. Assinale-o.

- a) Necessidade de se orientar.
- b) Cultura de adivinhação.
- c) Utilidade prática.
- d) Empreender o comércio.
- e) Existência de pedra-ímã nessas regiões.

4)

Há muito tempo, os seres humanos perceberam que determinadas pedras encontradas na natureza tinham a propriedade de atrair objetos de ferro, ou mesmo de interagir entre si. Tales de Mileto é a primeira referência associada à observação desses fenômenos. De acordo com ele, os habitantes de uma região da Grécia conhecida como Magnésia já observavam as interações entre esse mineral e o ferro. Hoje se sabe que esse mineral é um óxido de ferro, o Fe_3O_4 (tetróxido de triferro). Em virtude desses fenômenos terem sido relatados na região de Magnésia, as pedras são chamadas de magnetita, e seus respectivos fenômenos, de magnéticos. O segmento da Física que estuda esses fenômenos é denominado Magnetismo. É possível inferir que os gregos não se interessaram muito por esse estudo, uma vez que o primeiro relato de uma repulsão entre esses minerais data de quatrocentos anos depois da descoberta da atração. Esse desinteresse é justificável

- a) por haver uma aplicação prática para esses fenômenos.

- b) porque o estudo do magnetismo necessitava de experiências, o que não estava de acordo com a filosofia da época.
- c) pelas guerras médicas ocorridas no século V a. C, que impediram os filósofos de dar prosseguimento aos seus estudos.
- d) porque a filosofia política, enquanto análise do Estado e sua legislação era o principal problema por eles investigados.
- e) Porque os experimentos por eles realizados estavam em desacordo com os fenômenos observados.

5)

É a obra mais antiga que conhecemos e nela aparece claramente a ideia de que as pedras magnéticas possuem dois pontos opostos, onde seu poder de atração é mais forte, e que são qualitativamente diferentes um do outro. São explicadas técnicas experimentais para a localização dos polos de uma pedra magnética e sua identificação (polo norte e polo sul), bem como é explicada a atração entre polos opostos e repulsão entre polos do mesmo tipo. A autoria da obra em questão é de

- a) Tales de Mileto e remonta ao século VI a.C.
- b) Petrus Peregrinus e foi escrita final do século XIII.
- c) Willian Gilbert, lançada em 1600.
- d) Hans Christian Oersted e data de 1820.
- e) Michael Faraday, escrita em 1831.

6)

O magnetismo da segunda metade do século XVI foi marcado pelos trabalhos do físico e médico inglês Willian Gilbert. Vivendo na época das grandes navegações marítimas defendeu que a hegemonia inglesa dependia diretamente do domínio das técnicas de navegação e da metalurgia. E foi sob a influência desse momento histórico, de crescimento da riqueza inglesa e da intelectualidade humanista que ele desenvolveu seus trabalhos, pesquisas e experimentos. Faz parte biografia de Gilbert, exceto:

- a) a realização dos primeiros experimentos na área do magnetismo.
- b) a publicação da obra De Magnete, livro considerado um marco na história da ciência e que versava sobre teorias e experiências elétricas e magnéticas.

- c) defender que fenômenos elétricos e magnéticos não tinham relações entre si e possuíam naturezas distintas.
- d) a conclusão, apoiado por observações dos navegadores que orientavam suas rotas pela bússola, de que se a Terra orientava uma agulha magnética ela poderia ser comparada a um grande ímã.
- e) a construção da terrella, com a qual observou a ocorrência de desvios na bússola e a conclusão de que o mesmo desvio também deveria ocorrer na superfície da Terra.

7)

A evolução de um campo científico pode ser comparada ao desenvolvimento de um organismo dentro de um ambiente particular. Típico de processos de desenvolvimento é a existência de um grande número de elementos em interação e a presença ocasional de *gargalos*: um novo estágio de desenvolvimento só pode surgir após alguns elementos terem atingido algum grau de amadurecimento. O grande *gargalo* do magnetismo até o século XVIII foi, sem dúvida, a descoberta

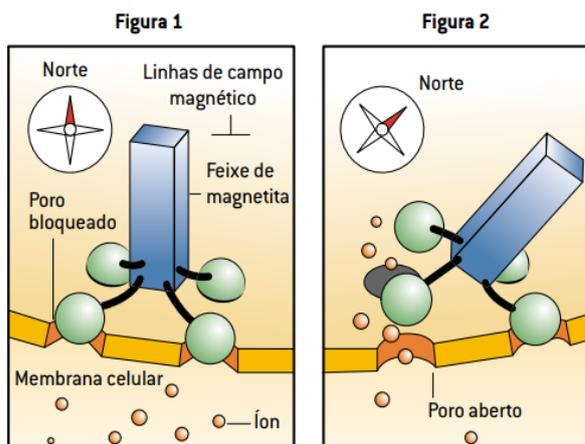
- a) de que polos iguais se repelem e polos diferentes se atraem.
- b) de que a Terra se comporta como um ímã gigantesco.
- c) da pedra-ímã.
- d) da propriedade diretiva da pedra-ímã, ou seja, sua capacidade de orientar-se em relação ao meridiano que liga o norte e o sul.
- e) de que na região dos polos de uma pedra-ímã o campo magnético é mais intenso.

Aula 4

1) UNESP (modificado)

A bússola interior

A comunidade científica, hoje, admite que certos animais detectam e respondem a campos magnéticos. No caso das trutas arco-íris, por exemplo, as células sensoriais que cobrem a abertura nasal desses peixes apresentam feixes de magnetita que, por sua vez, respondem a mudanças na direção do campo magnético da Terra em relação à cabeça do peixe, abrindo canais nas membranas celulares e permitindo, assim, a passagem de íons; esses íons, a seu turno, induzem os neurônios a enviar mensagens ao cérebro para qual lado o peixe deve nadar. As figuras demonstram esse processo nas trutas arco-íris:



Na situação da figura 2, para que os feixes de magnetita voltem a se orientar como representado na figura 1, seria necessário submeter as trutas arco-íris a outro campo magnético, simultâneo ao da Terra, que pode ter como fonte:

- a) correntes elétricas e ímãs.
- b) apenas ímãs;
- c) apenas correntes alternadas;
- d) apenas correntes contínuas;
- e) quaisquer materiais ferromagnéticos;

2) CPS-SP

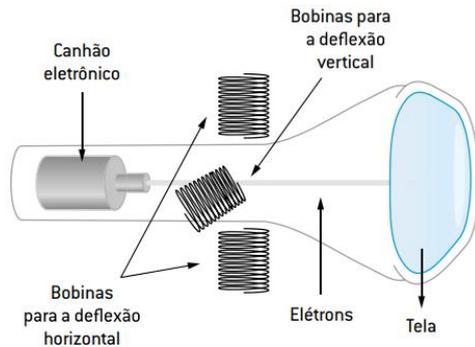


Para vender a fundições que fabricam aço, as grandes indústrias de reciclagem separam o ferro de outros resíduos e, para realizar a separação e o transporte do ferro, elas utilizam grandes guindastes, que, em vez de possuírem ganchos em suas extremidades, possuem:

- a) bobinas que geram corrente elétrica.
- b) bobinas que geram resistência elétrica.
- c) dínamos que geram campo magnético.
- d) eletroímãs que geram corrente elétrica.
- e) eletroímãs que geram campo magnético

3) ENEM

A figura mostra o tubo de imagens dos aparelhos de televisão usado para produzir as imagens sobre a tela. Os elétrons do feixe emitido pelo canhão eletrônico são acelerados por uma tensão de milhares de volts e passam por um espaço entre bobinas, onde são defletidos por campos magnéticos variáveis, de forma a fazerem a varredura da tela.



Nos manuais que acompanham os televisores é comum encontrar, entre outras, as seguintes recomendações:

- I. Nunca abra o gabinete ou toque as peças no interior do televisor.
- II. Não coloque seu televisor próximo de aparelhos domésticos com motores elétricos ou ímãs.

Essas recomendações estão associadas, respectivamente, aos aspectos de:

- a) riscos pessoais por alta-tensão / perturbação ou deformação de imagem por campos externos.
- b) proteção dos circuitos contra manipulação indevida / perturbação ou deformação de imagem por campos externos.
- c) riscos pessoais por alta-tensão / sobrecarga dos circuitos internos por ações externas.
- d) proteção dos circuitos contra a manipulação indevida / sobrecarga da rede por fuga de corrente.
- e) proteção dos circuitos contra a manipulação indevida / sobrecarga dos circuitos internos por ação externa.

4)

O **Sistema Internacional de Unidades (SI)** foi criado em 1960, na 11ª Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM), com a finalidade de padronizar as unidades de medida das inúmeras grandezas existentes a fim de facilitar a sua utilização e torná-las acessíveis a todos.

O Sistema Internacional define um grupo de sete grandezas independentes denominadas de grandezas de base. A partir delas, as demais grandezas são definidas e têm suas unidades de medida estabelecidas. A unidade de campo magnético no SI em função das grandezas de base é o $\text{Kg} \cdot \text{S}^{-2} / \text{A}$, também chamada de

- a) Weber (Wb);
- b) Tesla (T);
- c) Farad (F);
- d) Ampère (A)
- e) Newton (N)

5) UFPB

Os eletroímãs, formados por solenoides percorridos por correntes elétricas e por um núcleo de ferro, são dispositivos utilizados por guindastes eletromagnéticos, os quais servem para transportar materiais metálicos pesados. Um engenheiro, para construir um eletroímã, utiliza um bastão cilíndrico de ferro de 2,0 metros de comprimento e enrola-o com um fio dando $4 \cdot 10^6$ voltas. Ao fazer passar uma corrente de 1,5 A pelo fio, um campo magnético é gerado no interior do solenoide, e a presença do núcleo de ferro aumenta em 1 000 vezes o valor desse campo. Sabe-se que o módulo do vetor campo magnético (B) no interior do solenoide sem o núcleo de ferro é dado pela expressão $B = \mu_0 i N/L$ onde μ_0 representa a permeabilidade magnética do vácuo, i a corrente elétrica, N o número de espiras (voltas) e L o comprimento do solenoide. Adotando-se para a constante μ_0 o valor $4\pi \cdot 10^{-7}$ T.m/A é correto afirmar que, nessas circunstâncias, o valor da intensidade do campo magnético, no interior do cilindro de ferro, em tesla, é de;

- a) $24 \pi \cdot 10^2$
- b) $12\pi \cdot 10^2$
- c) $6 \pi \cdot 10^2$
- d) $3 \pi \cdot 10^2$
- e) $\pi \cdot 10^2$

6) FEI-SP

A intensidade do campo magnético produzido no interior de um solenoide muito comprido percorrido por corrente depende basicamente:

- a) só do número de espiras do solenoide.
- b) só da intensidade da corrente.
- c) do diâmetro interno do solenoide.

- d) do número de espiras por unidade de comprimento e da intensidade da corrente.
- e) do comprimento do solenoide.

7) UFPel-RS

Os fenômenos magnéticos são conhecidos desde a Antiguidade. Os antigos chineses já usavam determinadas pedras, como a magnetita, para obter orientações de rotas para viagens. Essas pedras, quando suspensas por um barbante, assumem posição definida, com uma extremidade apontando sempre para o norte e a outra, para o sul magnético da Terra.

Com base em seus conhecimentos sobre magnetismo e eletromagnetismo, analise as afirmativas a seguir.

I. Caso um ímã seja dividido em dois pedaços, de cada pedaço será obtido um novo ímã, com polos norte e sul.

II. Substâncias ferromagnéticas, paramagnéticas e diamagnéticas são assim classificadas por suas características de imantação sob a ação de um campo magnético externo.

III. A campainha elétrica é um aparelho que representa a aplicação do fato de uma corrente elétrica criar um campo magnético.

IV. Os eletroímãs possuem um núcleo, normalmente de plástico, envolto por um solenoide, que, ao ser percorrido por uma corrente elétrica, desmanta seu núcleo.

Estão corretas apenas as afirmativas:

- a) I, II e IV.
- b) II, III e IV.
- c) I e IV.
- d) II e III.
- e) I, II e III.

Aula 5

1) UFPR

Na segunda década do século XIX, Hans Christian Oersted demonstrou que um fio percorrido por uma corrente elétrica era capaz de causar uma perturbação na agulha de uma bússola. Mais tarde, André Marie Ampère obteve uma relação matemática para a intensidade do campo magnético produzido por uma corrente elétrica que circula em um fio condutor retilíneo. Ele mostrou que a intensidade do campo magnético \mathbf{B} depende da intensidade da corrente elétrica \mathbf{i} e da distância ao fio condutor \mathbf{r} e obedece a relação $\mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{i} / 2\pi \mathbf{r}$ onde μ_0 representa a permeabilidade magnética do vácuo. Com relação a esse fenômeno, assinale a alternativa correta.

- a) As linhas do campo magnético estão orientadas paralelamente ao fio condutor.
- b) O sentido das linhas de campo magnético independe do sentido da corrente.
- c) Se a distância do ponto de observação ao fio condutor for diminuída pela metade, a intensidade do campo magnético será reduzida pela metade.
- d) Se a intensidade da corrente elétrica for duplicada, a intensidade do campo magnético também será duplicada.
- e) No Sistema Internacional de Unidades (SI), a intensidade de campo magnético é A/m.

2) Unemat-MT

Segundo a experiência de Oersted: “toda corrente elétrica gera ao redor de si um campo magnético”, pode-se afirmar que as linhas do campo magnético, originadas por um condutor reto percorrido por uma corrente elétrica constante, são:

- a) linhas retas entrando no condutor.
- b) linhas paralelas ao condutor.
- c) circunferências concêntricas ao condutor, situadas em planos paralelos ao condutor.
- d) circunferências concêntricas ao condutor, situadas em planos perpendiculares ao condutor.
- e) linhas retas saindo do condutor

3) ITA-SP

Assinale em qual das situações descritas nas opções a seguir as linhas de campo magnético formam circunferências no espaço.

- Na região externa de um toroide.
- Na região interna de um solenoide.
- Próximo a um ímã com formato esférico.
- Ao redor de um fio retilíneo percorrido por corrente elétrica.
- Na região interna de uma espira circular percorrida por corrente elétrica.

4) UFU-MG

A agulha de uma bússola, inicialmente, aponta para a marcação Norte quando não passa corrente pelo fio condutor, conforme figura 1.



Ao ligar as extremidades do fio condutor a uma pilha, por onde passa uma corrente, a agulha muda de direção, conforme figura 2. Com base neste experimento, é correto afirmar que

- magnetismo e eletricidade são fenômenos completamente independentes no campo da física; o que ocorre é uma interação entre o fio e a agulha, independentemente de haver ou não corrente.
- a corrente elétrica cria um campo magnético de forma que a agulha da bússola é alinhada na direção do campo magnético resultante. Este é o campo magnético da Terra somado, vetorialmente, ao campo magnético criado pela corrente que percorre o fio.

c) a bússola funciona devido aos polos geográficos, não tendo relação alguma com o campo magnético da Terra. A mudança de posição da agulha acontece pelo fato de o fio alterar a posição dos polos geográficos da Terra.

d) a agulha muda de direção porque existe uma força coulombiana repulsiva entre os elétrons do fio e os elétrons da agulha, conhecida como lei de Coulomb.

e) efeitos térmicos da corrente elétrica modificam a inclinação da agulha da bússola.

5)

Em 1820, Hans Christian Oersted demonstrou que um fio percorrido por uma corrente elétrica era capaz de perturbar a agulha de uma bússola mudando a sua direção. Mais tarde, André Marie Ampère obteve uma relação matemática para a intensidade do campo magnético produzido por uma corrente elétrica que circula em um fio condutor retilíneo. Ele mostrou que a intensidade do campo magnético \mathbf{B} depende da intensidade da corrente elétrica \mathbf{i} e da distância ao fio condutor \mathbf{r} e obedece a relação $\mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{i} / 2\pi\mathbf{r}$ onde μ_0 representa a permeabilidade magnética do vácuo. Um fio condutor de eletricidade, retilíneo e longo, é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade 10A.

Sabendo que o fio se encontra no vácuo, cuja constante de permeabilidade magnética vale $4\pi \cdot 10^{-7}$ T m/A, pode-se dizer que a intensidade do campo de indução magnética num ponto que está a uma distância de 40 cm do fio vale:

- a) 5×10^{-6} T
- b) 5×10^{-7} T
- c) 4×10^{-6} T
- d) 4×10^{-7} T
- e) 6×10^{-8} T

6) UNEB-BA (adaptado)

Atualmente, a comunidade científica admite que certos animais detectam e respondem a campos magnéticos e que, para muitos deles, essa capacidade é útil para a sobrevivência. Um sentido magnético tem sido, de fato, bem documentado em muitas espécies – desde migrantes sazonais, como tordos e borboletas-monarcas, até mestres navegadores, como pombos-correios e tartarugas marinhas; desde

invertebrados, como lagostas, abelhas e formigas, a mamíferos, como toupeiras e focas-elefante; e de minúsculas bactérias a corpulentas baleias.

Nos anos 1970, pesquisadores demonstraram que certas bactérias contêm filamentos de partículas microscópicas de magnetitas – uma forma fortemente magnética de óxido de ferro que orienta o organismo inteiro.

CASTELVECCHI, 2012. p. 29-33

Tratando-se de fenômenos físicos oriundos de um ímã natural, a magnetita, como encontrado em certas bactérias, é correto afirmar:

- a) A magnetita encontrada nas bactérias só gera campo magnético se estas estiverem em movimento.
- b) Um fio percorrido por uma corrente elétrica gera ao seu redor um campo magnético que é inversamente proporcional à corrente que o percorre.
- c) uma espira circular não necessita de corrente elétrica para gerar campo magnético.
- d) Uma bobina chata percorrida por uma corrente elétrica forma, no seu eixo, uma região de campo magnético com as propriedades idênticas ao de um ímã natural.
- e) um ímã natural ao ser quebrado ao meio tem seus polos separados.

7) Udesc (adaptado)

Assinale a alternativa **incorreta** a respeito de fenômenos eletromagnéticos.

- a) Fios condutores paralelos e percorridos por correntes elétricas de mesmo sentido atraem-se.
- b) Um condutor percorrido por uma corrente elétrica, colocado em um campo magnético, sofre a ação de uma força exercida por este campo.
- c) Fios condutores paralelos e percorridos por correntes elétricas de sentidos opostos repelem-se.
- d) Não é possível separar os polos magnéticos de um ímã permanente, em forma de barra, quebrando-o.
- e) Cargas elétricas em repouso ou em movimento produzem um campo elétrico e um campo magnético.

Aula 6

1) UEL-PR

Em uma usina hidrelétrica, a água do reservatório é guiada através de um duto para girar o eixo de uma turbina. O movimento mecânico do eixo, no interior da estrutura do gerador, transforma a energia mecânica em energia elétrica, que chega até nossas casas. Com base nas informações apresentadas e nos seus conhecimentos sobre o tema, é correto afirmar que a produção de energia elétrica em uma usina hidrelétrica está relacionada:

- a) à indução eletromagnética.
- b) à força de Coulomb.
- c) ao efeito Joule.
- d) ao princípio de Arquimedes.
- e) ao experimento de Oersted.

2)

As usinas hidrelétricas, que utilizam a água acumulada em represas para fazer funcionar suas turbinas, são responsáveis pela perturbação no ciclo natural das cheias e secas dos rios, pela inundação de áreas de terra cada vez maiores, pela retenção de nutrientes, que, se não fosse esse uso, estariam distribuídos mais ou menos uniformemente ao longo dos rios.

A queima de carvão mineral para a geração do vapor de água que move as turbinas das usinas termelétricas lança, na atmosfera, além de dióxido de carbono, grandes quantidades de enxofre e óxidos nitrogenados, gases que formam a chuva ácida. As usinas nucleares causam impacto ambiental mesmo na ausência de acidentes, porque retiram a água do mar ou dos rios para resfriar o núcleo de seus geradores, devolvendo-a com uma temperatura bem mais alta. Esse aquecimento afeta os organismos aquáticos, pois o aumento da temperatura deixa a água pobre em oxigênio pela diminuição da solubilidade.

As usinas geradoras de energia elétrica produzem, que permite, por meio de um transformador, elevar ae, assim, diminuir ade modo a diminuir as perdas de energia por efeito Joule nas linhas de transmissão.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas.

- a) Tensão – corrente elétrica – tensão.
- b) Corrente contínua – corrente elétrica – tensão.
- c) Corrente alternada – tensão – corrente elétrica.
- d) Corrente contínua – tensão – corrente elétrica.
- e) Corrente alternada – corrente elétrica – tensão.

3) UFSCar-SP

No final do século XIX, uma disputa tecnológica sobre qual a corrente elétrica mais adequada para transmissão e distribuição da energia elétrica, gerada em usinas elétricas, tornou clara a vantagem do uso da corrente alternada, em detrimento da corrente contínua. Um dos fatores decisivos para essa escolha foi a possibilidade da utilização de transformadores na rede de distribuição de eletricidade. Os transformadores podem aumentar ou diminuir a tensão a eles fornecida, permitindo a adequação dos valores da intensidade da corrente transmitida e reduzindo perdas por efeito Joule, mas só funcionam em corrente alternada. O princípio físico em que se baseia o funcionamento dos transformadores e a característica da corrente alternada que satisfaz a esse princípio são, respectivamente:

- a) a conservação da carga e o movimento oscilante dos portadores de carga elétrica.
- b) a indução eletrostática e o movimento contínuo dos portadores de carga elétrica.
- c) a indução eletrostática e o movimento oscilante dos portadores de carga elétrica.
- d) a indução eletromagnética e o movimento contínuo de portadores de carga elétrica.
- e) a indução eletromagnética e o movimento oscilante dos portadores de carga elétrica.

4) UFOP-MG

Para escoar a energia elétrica produzida em suas turbinas, a hidrelétrica de Itaipu eleva a tensão de saída para aproximadamente 700 000 V. Em sua residência, as tomadas apresentam uma tensão de 127 V e/ou 220 V. O equipamento que realiza essa tarefa de elevar e abaixar a tensão é o transformador. É correto afirmar que:

- a) o princípio de funcionamento de um transformador exige que a tensão/corrente seja contínua.

- b) o princípio de funcionamento de um transformador exige que a tensão/corrente seja alternada.
- c) o transformador irá funcionar tanto em uma rede com tensão/corrente alternada quanto em uma com tensão/corrente contínua.
- d) o funcionamento de um transformador baseia-se na indução eletrostática.
- e) o transformador transforma corrente alternada em corrente contínua.

5) ENEM

Há vários tipos de tratamentos de doenças cerebrais que requerem a estimulação de partes do cérebro por correntes elétricas. Os eletrodos são introduzidos no cérebro para gerar pequenas correntes em áreas específicas. Para eliminar a necessidade de introduzir eletrodos no cérebro, uma alternativa é usar bobinas, que, colocadas fora da cabeça, sejam capazes de induzir correntes elétricas no tecido cerebral. Para que o tratamento de patologias cerebrais com bobinas seja realizado satisfatoriamente, é necessário que:

- a) haja um grande número de espiras nas bobinas, o que diminui a voltagem induzida.
- b) o campo magnético criado pelas bobinas seja constante, de forma a haver indução eletromagnética.
- c) se observe que a intensidade das correntes induzidas depende da intensidade da corrente nas bobinas.
- d) a corrente nas bobinas seja contínua, para que o campo magnético possa ser de grande intensidade.
- e) o campo magnético dirija a corrente elétrica das bobinas para dentro do cérebro do paciente.

6) ENEM

O manual de funcionamento de um captador de guitarra elétrica apresenta o seguinte texto:

"Esse captador comum consiste de uma bobina, fios condutores enrolados em torno de um ímã permanente. O campo magnético do ímã induz o ordenamento dos polos magnéticos na corda da guitarra, que está próxima a ele. Assim, quando a corda é tocada, as oscilações produzem variações, com o mesmo padrão, no fluxo magnético

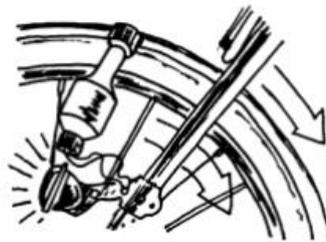
que atravessa a bobina. Isso induz uma corrente elétrica na bobina, que é transmitida até o amplificador e, daí, para o alto-falante."

Um guitarrista trocou as cordas originais de sua guitarra, que eram feitas de aço, por outras feitas de náilon. Com o uso dessas cordas, o amplificador ligado ao instrumento não emitia mais som, porque a corda de náilon:

- a) isola a passagem de corrente elétrica da bobina para o alto-falante.
- b) varia seu comprimento mais intensamente do que ocorre com o aço.
- c) apresenta uma magnetização desprezível sob a ação do ímã permanente.
- d) induz correntes elétricas na bobina mais intensas que a capacidade do captador.
- e) oscila com uma frequência menor do que a que pode ser percebida pelo captador.

7) ENEM

Os dínamos são geradores de energia elétrica utilizados em bicicletas para acender uma pequena lâmpada. Para isso, é necessário que a parte móvel esteja em contato com o pneu da bicicleta e, quando ela entra em movimento, é gerada energia elétrica para acender a lâmpada. Dentro desse gerador, encontram-se um ímã e uma bobina.



O princípio de funcionamento desse equipamento é explicado pelo fato de que a:

- a) corrente elétrica no circuito fechado gera um campo magnético nessa região.
- b) bobina imersa no campo magnético em circuito fechado gera uma corrente elétrica.
- c) bobina em atrito com o campo magnético no circuito fechado gera uma corrente elétrica.
- d) corrente elétrica é gerada em circuito fechado por causa da presença do campo magnético e do fluxo magnético.
- e) corrente elétrica é gerada em circuito fechado quando há variação do campo magnético e do fluxo magnético.

Aula 7

1) No fim da década de 1880 viveu-se nos Estados Unidos da América um período conhecido como a Guerra das Correntes. Nessa época já existia uma rede elétrica pública, usada principalmente para alimentar lâmpadas incandescentes e motores elétricos. A exploração dessa rede elétrica revertia em grandes benefícios para Thomas A. Edison, que tinha obtido várias patentes pela invenção da lâmpada e de vários dispositivos para geração de corrente elétrica. Outras pessoas tentaram entrar nesse novo negócio milionário com as suas inovações; George Westinghouse, que já tinha tido sucesso comercial com as suas próprias patentes, contratou Nikola Tesla, um cientista brilhante, imigrante da Croácia que conseguiu patentear um dispositivo utilizado para produzir e distribuir corrente elétrica. Estava declarada a guerra das correntes. Sobre esse episódio pode-se afirmar:

- a) a corrente alternada de Tesla proporcionava maior facilidade de transmissão a longas distâncias
- b) a guerra das correntes acabaria por ser ganha pelo sistema de corrente contínua de Tesla.
- c) a corrente contínua de Edison permitia aumentar ou diminuir a tensão por meio de transformadores.
- d) a corrente alternada de Edison era bem mais perigosa.
- e) a guerra das correntes acabaria por ser ganha pelo sistema de corrente alternada de Edison.

2) UFSM-RS

O alto-falante, usado na comunicação, em megafones, rádios, televisões etc., tem o seu princípio de funcionamento ligado à lei de:

- a) Coulomb.
- b) Ohm.
- c) Joule.
- d) Ampère.
- e) Faraday.

3) ENEM (modificado)

A indução eletromagnética não está presente apenas na produção de energia em usinas hidrelétricas. As usinas nucleares também se beneficiam da lei da indução de Faraday. O debate em torno do uso da energia nuclear para produção de eletricidade permanece atual. Em um encontro internacional para a discussão desse tema, foram colocados os seguintes argumentos:

I. Uma grande vantagem das usinas nucleares é o fato de não contribuírem para o aumento do efeito estufa, uma vez que o urânio, utilizado como combustível, não é queimado, mas sofre fissão.

II. Ainda que sejam raros os acidentes com usinas nucleares, seus efeitos podem ser tão graves que essa alternativa de geração de eletricidade não nos permite ficar tranquilos.

A respeito desses argumentos, pode-se afirmar que

- a) o primeiro é válido e o segundo não é, já que nunca ocorreram acidentes com usinas nucleares.
- b) o segundo é válido e o primeiro não é, pois de fato há queima de combustível na geração nuclear de eletricidade.
- c) o segundo é válido e o primeiro é irrelevante, pois nenhuma forma de gerar eletricidade produz gases do efeito estufa.
- d) ambos são válidos para se compararem vantagens e riscos na opção por essa forma de geração de energia.
- e) ambos são irrelevantes, pois a opção pela energia nuclear está se tornando uma necessidade inquestionável.

4)

Em 1831 Faraday conseguiu que uma corrente elétrica em um circuito induzisse corrente em outro circuito. Em 17 de outubro, realizou seu experimento mais conhecido, conseguindo induzir corrente elétrica pela variação de um campo magnético. Era o primeiro gerador, conhecido como dínamo, que transformava

- a) energia mecânica em energia elétrica.
- b) corrente alternada em corrente contínua.
- c) energia elétrica em energia mecânica.
- d) corrente contínua em corrente alternada.

e) energia elétrica em energia magnética.

5) UFAL

Uma corda metálica de uma guitarra elétrica se comporta como um pequeno ímã, com polaridades magnéticas norte e sul. Quando a corda é tocada, ela se aproxima e se afasta periodicamente de um conjunto de espiras metálicas enroladas numa bobina situada logo abaixo. A variação do fluxo do campo magnético gerado pela corda através da bobina induz um sinal elétrico (ddp ou corrente) que muda de sentido de acordo com a vibração da corda e que é enviado para um amplificador.

Qual o cientista cujo nome está associado à lei física que explica o fenômeno da geração de sinal elétrico pela variação do fluxo magnético através da bobina?

- a) Charles Augustin de Coulomb
- b) André Marie Ampère
- c) Hans Christian Oersted
- d) Georg Ohm
- e) Michael Faraday

6) UFT-TO

Com relação ao fenômeno de indução eletromagnética, foram feitas as afirmações a seguir.

I. Foi descoberto experimentalmente por Michael Faraday.

II. Uma força eletromotriz (fem) é sempre induzida em um laço condutor fechado quando o fluxo magnético que o atravessa varia.

III. A fem induzida nesse laço causa a aparição de uma corrente induzida.

Podemos afirmar que:

- a) nenhuma das afirmações está correta.
- b) apenas a afirmação I está correta.
- c) apenas as afirmações I e II estão corretas.
- d) apenas as afirmações I e III estão corretas.
- e) todas as afirmações estão corretas.

7) UFSM-RS

O crescimento populacional e as inovações tecnológicas do século XX criaram uma grande demanda de energia elétrica. Para produzi-la, escavamos o chão em busca de carvão ou óleo para alimentar as usinas termelétricas, extraímos, enriquecemos e fissionamos urânio para aquecer a água nas usinas nucleares, inundamos grandes extensões de terra para armazenar a água que move as turbinas das hidrelétricas e erguemos torres com imensos cata-ventos para utilizar a energia eólica. Em comum, todas essas formas de produção de energia elétrica baseiam-se na lei da indução de Faraday, descoberta ainda no século XIX, a qual expressa o fato de que:

- a) o aquecimento de uma bobina condutora induz o movimento de agitação térmica dos elétrons do condutor.
- b) o movimento de rotação de uma bobina condutora induz uma força mecânica que movimenta os elétrons do condutor.
- c) o movimento de rotação de uma bobina condutora induz uma força eletromotriz que movimenta os elétrons do condutor.
- d) a variação do fluxo elétrico através de uma bobina condutora induz uma força eletromotriz que movimenta os elétrons do condutor.
- e) a variação do fluxo magnético através de uma bobina condutora induz uma força eletromotriz que movimenta os elétrons do condutor.

APÊNDICE H – GABARITOS DOS EXERCÍCIOS SÉRIE CASA

Aula 2	1 – D	2 – C	3 – B	4 – C	5 – D	6 – A	7 – D
Aula 3	1 – B	2 – B	3 – E	4 – B	5 – B	6 – A	7 – D
Aula 4	1 – A	2 – E	3 – A	4 – B	5 – B	6 – D	7 – E
Aula 5	1 – D	2 – D	3 – D	4 – B	5 – A	6 – D	7 – E
Aula 6	1 – A	2 – C	3 – E	4 – B	5 – C	6 – C	7 – E
Aula 7	1 – A	2 – E	3 – D	4 – A	5 – E	6 – E	7 – E