

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL
Instituto de Física – UFMS
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências



– PRODUTO DE DISSERTAÇÃO –
DO MAGNETISMO AO ELETROMAGNETISMO.
SEQUÊNCIA DE ENSINO
– Material para uso do professor –



Terezinha Cabral

Campo Grande, agosto de 2016

TEREZINHA CABRAL

**– PRODUTO DE DISSERTAÇÃO –
DO MAGNETISMO AO ELETROMAGNETISMO
SEQUÊNCIA DE ENSINO**



Produto da dissertação “O Eletromagnetismo e suas relações conceituais no ensino fundamental”, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – Mestrado Profissional.



Orientadora: Prof^a Dr^a Lenice Heloisa de Arruda Silva.

Campo Grande, agosto de 2016

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	5
INTRODUÇÃO	
A perspectiva histórico-cultural e a formação de conceitos.....	6
A formação de conceitos.....	8
SEQUÊNCIA DE ENSINO.....	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
ANEXO.....	27
DISCUSSÕES TEÓRICAS DOS CONCEITOS.....	28
APÊNDICES.....	39
Apêndice A – Texto: Primeiros estudos para entender o Magnetismo... 39	
Apêndice B – Texto: O Descobrimento e o valor do Eletromagnetismo. 40	
Apêndice C – Texto: Explicação dos fenômenos magnéticos.....44	
Apêndice D – Texto: Substâncias Magnéticas.....46	
Apêndice E – Texto: Conceito Inicial de Campo Magnético.....47	
Apêndice F – Texto: Linha de Indução magnética e Indução Magnética.48	
LINKS DE VÍDEOS UTILIZADOS NESTE TRABALHO.....	50

AO (À) PROFESSOR(A)

A sala de aula é um campo riquíssimo de aprendizado sobre a docência, especialmente, se estivermos dispostos, preparados e atentos para compreender que o processo educacional não é unidirecional, ou seja, do professor que transmite para o aluno que recebe e memoriza. Nesse sentido, é fundamental, para o bom andamento de nosso trabalho, que nós professores, além de dominarmos o conteúdo, estejamos embasados por uma teoria que nos ajude a compreender os meandros do ato de ensinar e como se desenvolve a aprendizagem. Para tal, é necessário que o professor se fundamente e se atualize teoricamente, para que possa refletir de modo crítico sobre sua prática pedagógica.

Nessa perspectiva, o trabalho que deu origem a esse produto, só foi possível, por ter sido embasado em uma teoria que nos clareou essas questões, auxiliando-nos a pensar na adequação desse produto à realidade social da escola e, ainda esperando que o mesmo possa contribuir para a reflexão da prática pedagógica, bem como para a melhoria do ensino de ciências/física no Ensino Fundamental.

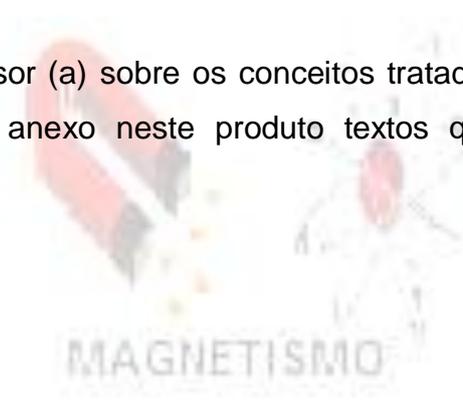
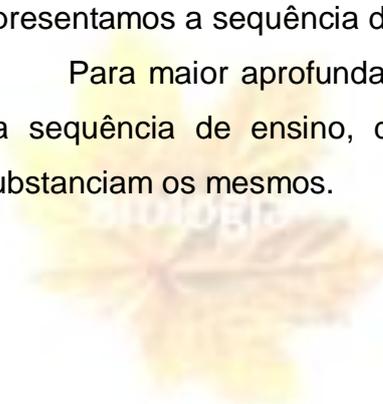


APRESENTAÇÃO

Prezado (a) professor (a), este material, produto final de dissertação de mestrado profissional, é uma proposta metodológica para abordagem de conceitos de física no Ensino Fundamental. Essa proposta, considerada uma sequência de ensino, tem o objetivo de ser uma possibilidade para professores de Ciências trabalharem esses conceitos nesse nível de ensino. Tal sequência enfoca os princípios básicos do eletromagnetismo, a partir do Magnetismo e os conceitos a ele relacionados, e, também, suas implicações tecnológicas e sociais. Ela foi elaborada para ser desenvolvida com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. As atividades contidas nessa sequência foram desenvolvidas com base na perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano, mais especificamente na teoria de formação de conceitos de Vigotski, podendo ser adequadas conforme as possibilidades cognitivas dos alunos, a realidade da sala de aula e do contexto escolar.

Neste material, além da sequência de ensino propriamente dita, na introdução apresentamos conceitos da teoria de Vigotski, que nos possibilitaram refletir sobre aspectos pedagógicos a serem considerados na proposta metodológica. Por fim, apresentamos a sequência de ensino.

Para maior aprofundamento do (a) professor (a) sobre os conceitos tratados na sequência de ensino, disponibilizamos em anexo neste produto textos que substanciam os mesmos.



INTRODUÇÃO

A perspectiva histórico-cultural e a formação de conceitos

Debruçando nos postulados de Vygotsky percebemos a abrangência de sua obra, sendo relevante, não só na área educacional, mas em tudo o que se refere aos processos que envolvem o desenvolvimento humano e, particularmente, ao evidenciar uma preocupação real com a escola, os professores, os alunos e todo o processo que leva ao aprendizado. As ideias de Vygotsky se configuram uma assertiva, quando se trata de investigar os processos de formação de conceitos.

Uma questão central na teoria de Vygotsky (2000), na aquisição de conhecimento e consequente desenvolvimento, envolvem o processo históricossocial, o papel da linguagem e a interação sujeito/ambiente. Em que as relações intra e interpessoais, necessariamente, ocorrem em um processo denominado mediação, sem a qual, a construção do conhecimento, não seria possível.

O processo de mediação é extremamente importante na área educacional e para Vygotsky essa relação dialética entre aprendizagem e desenvolvimento extrapola o âmbito escolar, sendo essencial, em termos dos processos de desenvolvimento histórico, já que grande parte dos conhecimentos por nós adquiridos foram mediados pela experiência de outros. (VIGOTSKY, 2000)

Na perspectiva Histórico-Sócio-Cultural, abordada por Vygotsky, as funções psicológicas (pensamento, linguagem, memória, imaginação, atenção, percepção, consciência, discernimento, etc.) estão diretamente associadas à espécie humana, que, por sua vez, é processo/produto do meio a que pertence, ou seja, no homem, essas funções se desenvolvem influenciadas pelos instrumentos que adquire do meio sócio/cultural em que vive. (VIGOTSKY, 2000)

No *locus* escola, a interação entre os sujeitos é primordial no processo de ensino-aprendizagem, sendo na dinâmica do ambiente escolar que um dos princípios básicos da teoria de Vygotsky se evidencia. O conceito da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). A ZDP representa a diferença entre o que a criança já faz sozinha e o que só resolve com ajuda de outrem.

Vygotsky (2000) acredita ser na Zona de desenvolvimento proximal que as chances de ocorrer o desenvolvimento intelectual da criança são maiores, desde que, lhe seja disponibilizada a devida estrutura educacional.

Conforme analisa Ivic (2010, p.32),

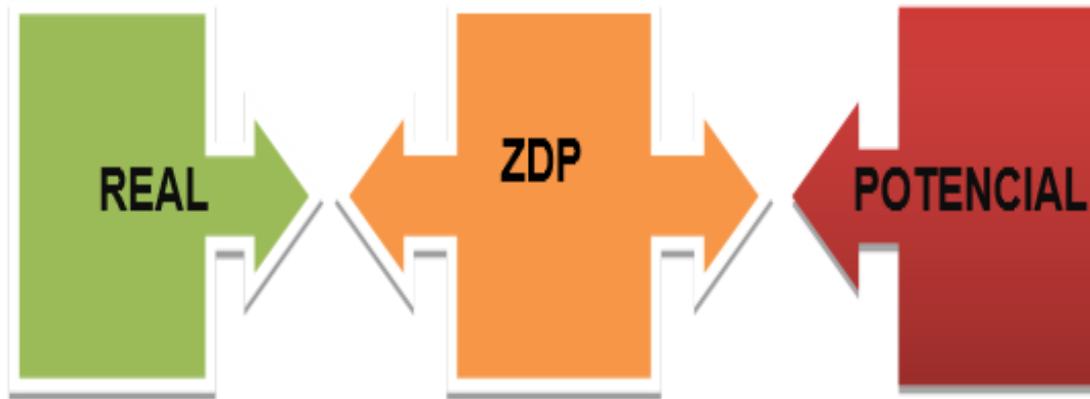
Aplicada à pedagogia, essa noção permite sair do eterno dilema da educação: é necessário esperar que a criança atinja um nível de desenvolvimento particular para começar a educação escolar, ou é necessário submetê-la a uma determinada educação para que ela atinja tal nível de desenvolvimento?

Conforme postula Vygotsky (2000), há dois níveis de desenvolvimento, o desenvolvimento real e o desenvolvimento potencial. O desenvolvimento real é aquele que já foi estabelecido. É o que o sujeito já realiza sem ajuda externa e evolui dinamicamente de acordo com o processo de aprendizagem. Já o desenvolvimento potencial é determinado pela capacidade que o sujeito tem de realizar tarefas, porém, desde que intermediado por outros. Significa que apesar de ter a habilidade de realizar tarefas ainda desconhece a maneira de como realizá-las, necessitando para isso, a ajuda de um mediador mais experiente. Dessa forma, o desenvolvimento potencial é tudo o que o sujeito é capaz de aprender, a fazer com a ajuda de alguém para futuramente fazer sozinho. E o interventor, não precisa ser necessariamente um professor, pode ser um colega, desde que este possua um nível maior de conhecimento. A natureza social do aprendizado infere que a criança desenvolve seu intelecto dentro do meio sociocultural ao qual pertence. (VIGOTSKY, 2000)

De acordo com Vygotsky (2000), a característica essencial do aprendizado é a ativação de vários processos que desencadeiam o desenvolvimento interno na interação do sujeito com o meio social em que vive.

Vygotsky (2000) acredita ser possível ao educador, orientar o aprendizado no sentido de adiantar o desenvolvimento potencial de uma criança, tornando-o real se, considerar a ZDP. Para Vygotsky (1996), é na ZDP, que a intervenção pedagógica deve ocorrer, pois é nessa zona que as aprendizagens resultam em um desenvolvimento maior e mais eficaz. Isto reforça o pressuposto de que a aprendizagem, além de ocorrer de fora para dentro, define os rumos do desenvolvimento, ou seja, a aprendizagem é que promove o desenvolvimento e, como tal, são processos indissociáveis.

Figura 1 – Zona de desenvolvimento proximal



Fonte: Elaborado pelo autor

É nessa zona que Vygotsky (2000), acredita que o papel do professor como mediador, ganha um caráter prospectivo ao se adiantar ao desenvolvimento e assim promover o processo de aprendizagem em um olhar que mire as potencialidades de aprendizado da criança. Ou seja, com o objetivo de ativar funções que já existem e apenas necessitam dos estímulos corretos para entrarem em ação.

A formação de conceitos

O desenvolvimento dos alicerces psicológicos necessários para o ensino das matérias de base desabrocha numa contínua interação com os contributos do ensino. (VYGOTSKY, 2000, p.126)

Na ótica de Vygotsky (2000), o material sensorial e a palavra são materiais indispensáveis na formação do conceito. Para ele,

O estudo separado da palavra coloca o processo num plano puramente verbal que não é característico do pensamento da criança. A relação entre o conceito e a realidade permanece por explicar; o significado de uma determinada palavra é abordado através de outra palavra e esta operação, por muito que nos permita descobrir, nunca nos dará um quadro dos conceitos da criança, mas sim um registo das relações existentes no seu cérebro entre famílias de palavras previamente formadas. (VYGOTSKY, 2000. p. 66)

Ainda segundo Vygotsky (2000), todas as funções psíquicas superiores são processos mediados, e os signos constituem o meio básico para dominá-las e dirigi-las. Na formação de conceitos, esse signo é a palavra, que em princípio tem o papel de meio na formação de um conceito e, posteriormente, torna-se o seu símbolo.

A formação de conceitos é o resultado de uma atividade complexa, em que todas as funções intelectuais básicas tomam parte. No entanto, o processo não pode ser resumido à associação, a atenção, a formação de imagens, a inferência ou as tendências determinantes. Todas são indispensáveis, porém insuficientes sem o uso do signo ou palavra, como o meio pelo qual conduzimos as nossas operações mentais, controlamos o seu curso e as canalizamos em direção à solução do problema que enfrentamos. (VYGOTSKY, 2000, p.72,73).

Mais uma vez, Vygotsky (2000) ressalta a importância do uso da palavra como chave indispensável na formação de conceitos, inferindo que é a partir da palavra que quaisquer outras associações passam a ter sentido. Esse novo e significativo uso da palavra é a causa psicológica imediata da transformação radical por que passa o processo intelectual no limiar da adolescência.

Com base nisto, Vygotsky (2000, p.73) acredita que:

O pesquisador deve ter como objetivo, compreender as relações intrínsecas entre as tarefas externas e a dinâmica do desenvolvimento e considerar a formação de conceitos como uma função do crescimento social e cultural global do adolescente, que afeta não apenas o conteúdo, mas também o seu modo de raciocinar.

Portanto, a partir daí o sujeito aprende a direcionar seus próprios processos mentais com a ajuda de palavras, sendo parte essencial à formação de conceito. Tais processos foram estudados por Vygotsky (2000), pelo método da “dupla estimulação”, desenvolvido por um de seus colaboradores, L. S. Sakharov, e consiste no uso conjunto de dois estímulos: Objeto e Signo. Nesse método a trajetória até a formação de conceitos passa por três fases. A primeira consiste em uma agregação desorganizada e sem nexos de objetos, na ótica do adulto, mas que para a criança, naquele momento, para aquele problema pode fazer todo o sentido,

contudo, não a impede de substituí-los no instante seguinte por outros que passam a ter melhor relação para resolver o problema. Isto se deve à instabilidade sincrética, característica nesta fase.

Segundo Vygotsky (2000), na fase da “agregação desorganizada” ou “amontoados”, a criança percebe, pensa e age misturando os mais diferentes elementos em uma imagem desarticulada, por força de alguma impressão ocasional. Compreendendo ao que Claparède denomina de “sincretismo”, ou ainda, denominada de “coerência incoerente”, por Blonsk. Esta fase, por sua vez, se subdivide em três estágios. O primeiro é caracterizado pela tentativa e erro, em que no desenvolvimento do pensamento, os amontoados sincréticos, podem dar significado a uma determinada palavra. No segundo estágio a criança usa elementos mais próximos e mais visíveis, caracterizado por uma organização do seu campo visual, puramente sincrética numa relação complexa pela percepção imediata da criança. O terceiro estágio consiste na reordenação dos amontoados organizados nos estágios anteriores, que para os adultos seguem em total incoerência. Ou seja, a sincrética coerência incoerente das crianças permanece, mas agora, em uma ordem agregatória maior. (Vygotsky, 2000, p.74-76).

A segunda fase, considerada por Vygotsky (2000), como uma das mais importantes na trajetória para a formação de conceitos é denominada de pensamento por complexos, é nesta fase que ocorrem processos que possibilitam a passagem para um nível mais elevado, permitindo que a criança comece a se afastar do sincretismo e caminhe em direção ao pensamento objetivo.

Continuando, conforme Vygotsky (2000), mesmo que, nesta fase, o pensamento por complexo não reflita as relações objetivas do mesmo modo que o pensamento conceitual, ele já apresenta coerência e objetividade. É interessante ressaltar que, mesmo na idade adulta, resíduos de pensamento por complexo, são observados.

Segundo Vygotsky (2000, p.77),

Uma vez que um complexo não é formado no plano do pensamento lógico abstrato, as ligações que o criam, assim como as que ele ajuda a criar, carecem de unidade lógica; podem ser de muitos tipos

diferentes. Qualquer conexão factualmente presente pode levar à inclusão de um determinado elemento de um complexo.

Se constituindo essa fase a principal diferença entre um conceito, por este agrupar os objetos de acordo com um atributo. O pensamento por complexo é subdividido em cinco tipos básicos de complexos que se sucedem entre si e, por vezes, se intercalam. O primeiro é o chamado complexo do tipo associativo, no qual, qualquer relação ou atributo serve para ser incluído em um grupo, desde que, chame atenção. Segundo Vygotsky (2000), neste estágio a palavra deixa de ser o “nome próprio” de um objeto isolado, torna-se o nome de família de um grupo de objetos relacionados entre si de muitas formas.

O segundo tipo denominado complexo do tipo “coleções”, é caracterizado pelo agrupamento de objetos que se complementam baseados na diferença. Isso levou Vygotsky (2000), a afirmar que o complexo de coleções é um agrupamento de objetos com base em sua participação na mesma operação prática – em sua cooperação funcional.

Já o terceiro complexo, denominado complexo em cadeia, tem por característica a junção dinâmica e consecutiva de elos isolados numa única corrente com a transmissão de significado de um elo para outro. Sendo próprio neste processo a alteração de critérios, justificando a articulação ora com o elo antecessor, ora com o elo sucessor, demonstrando ausência de hierarquia, em que todos os atributos são funcionalmente iguais e, portanto, de qualidade vaga e flutuante. Não possui núcleo, só relações entre elementos isolados e mais nada, sendo considerado por Vygotsky (2000), a mais pura forma do pensamento por complexo.

Na sequência, aparece o que Vygotsky (2000), chama de complexo do tipo difuso, caracterizado pela fluidez do próprio atributo, que pode ser vago, irreal e instável, mas une seus elementos em grupos de objetos ou imagens perceptualmente concretos por meio de conexões difusas, indeterminadas ou indefinidas que podem ser ilimitadas.

Finalizando a série de pensamento por complexo, considerado a “ponte” entre os estágios e, também, o mais elevado do desenvolvimento da formação de conceitos, surge o complexo de pseudoconceito, assim considerado, por ainda

possuir diferenças psicológicas diferente do conceito, propriamente dito, embora fenotipicamente possuam semelhanças entre si. Isso pode ser melhor entendido no exemplo de Vygotsky (2000, p.83),

[...] quando a amostra é um triângulo amarelo e a criança pega todos os triângulos do material experimental, é possível que se tenha orientado pela ideia ou conceito geral de um triângulo. A análise experimental mostra, porém, que a criança se orienta pela semelhança concreta visível, formando apenas um complexo associativo restrito a um determinado tipo de conexão perceptual. Embora os resultados sejam idênticos, o processo pelo qual são obtidos não é de forma alguma o mesmo que no pensamento conceitual.

Tal ideia evidencia que a generalização feita pela criança é fenotipicamente semelhante ao conceito, mas psicologicamente diferente, e se constitui um elo importante de transição entre o pensamento por complexos e a verdadeira formação de conceitos. Segundo Vygotsky (2000, p. 84 e 85),

A linguagem do meio ambiente, com seus significados estáveis e permanentes, indica o caminho que as generalizações infantis seguirão. [...] O adulto apresenta à criança o significado acabado de uma palavra, no entorno da qual, ela forma um complexo, com todas as peculiaridades estruturais, funcionais e genéticas do pensamento por complexos, mesmo que o produto do seu pensamento seja de fato, idêntico, em seu conteúdo, a uma generalização que poderia ter-se formado através do pensamento conceitual.

Essa semelhança da linguagem entre o adulto e a criança é responsável pela ilusão ou falsa ideia de que o conceito é fornecido pronto e apenas ativa o que embrionariamente está contido no pensamento infantil. Segundo esclarece Vygotsky (2000), o pseudoconceito serve de elo de ligação entre o pensamento por complexos e o pensamento por conceitos.

Com base em seus experimentos, Vygotsky (2000, p.83), conclui que,

No estágio dos complexos, o significado das palavras, da forma como é percebido pela criança, refere-se aos mesmos objetos que o adulto tem em mente – que garante compreensão entre a criança e o adulto -, e que, no entanto, a criança pensa a mesma coisa de um modo diferente, por meio de operações mentais diferentes.

A terceira fase dos processos da formação de conceitos é marcada pela função genética específica no desenvolvimento mental da criança e permite que ela consiga, de forma primitiva, abstrair ao isolar certos atributos comuns. Embora sem clareza de que características usou para isto, separa em grupos objetos que lhe chamem mais atenção dos outros que menos a atraem, evidenciando que o caráter global da percepção da criança foi rompido, abrindo passagem para o que Vygotsky (2000) denomina de conceitos potenciais, baseados em significados funcionais semelhantes que tem grande significado no pensamento infantil, já que neste ponto, qualquer traço abstraído não se perde facilmente.

Assim, para Vygotsky (2000), somente o domínio da abstração combinado com o pensamento por complexos, em sua fase mais adiantada, permite a criança progredir até a formação dos conceitos verdadeiros. E nesses processos o emprego da palavra é parte integrante dos processos genéticos e a palavra mantém a sua função orientadora na formação dos conceitos genuínos a que o processo conduz.

Conforme abordado anteriormente, Vygotsky (1993, apud SILVA, 2004), considera que a apropriação de conceitos científicos por parte do indivíduo pode levá-lo a se conscientizar dos próprios processos mentais. Segundo esse teórico,

Os conceitos científicos, com suas atitudes totalmente distintas em direção ao objeto, mediados através de outros conceitos com seu sistema hierárquico interno de relações mútuas, constituem a esfera na qual a tomada de consciência dos conceitos, isto é, a sua generalização e domínio, surgem, ao que parece, em primeiro lugar. Uma vez que a nova estrutura da generalização tenha surgido em uma esfera do pensamento, se transfere depois, como qualquer estrutura, como um determinado princípio de atividade, sem necessidade de aprendizagem alguma, a todas restantes esferas do pensamento e dos conceitos. Deste modo, a tomada da consciência vem pela porta dos conceitos científicos. (Vygotsky, 1993, apud SILVA, 2013, p. 51).

Para que um conceito possa ser submetido à consciência e ao controle deliberado, ele necessita fazer parte de um sistema, pois se consciência significa generalização, esta, por sua vez, significa a formação de um conceito superior, o qual implica a existência de uma série de conceitos subordinados. Este conceito superior pressupõe ao mesmo tempo a sistematização hierárquica dos conceitos inferiores a ele subordinados, com os quais se relaciona de novo através de um

determinado sistema de relações. Assim, “a generalização do conceito leva a localização do mencionado conceito em um determinado sistema de relações de generalidade, relações que constituem as conexões mais naturais e mais importantes entre estes. Por conseguinte, a generalização significa ao mesmo tempo a tomada de consciência e a sistematização dos conceitos” (VYGOTSKY, 1993 apud SILVA, 2004, p. 51).

Nesse sentido, Vygotsky (1993 apud SILVA, 2004, p.3) argumenta que,

(...) o processo de desenvolvimento dos conhecimentos sistematizados/científicos se produz nas condições reais do processo de ensino, que constitui uma forma de interação sistemática e deliberada do professor com o aluno. Nesta interação desenvolvem-se as funções psicológicas superiores do aluno com a ajuda e participação do professor. Esse desenvolvimento encontra sua expressão na crescente utilização dos conceitos independente do contexto no qual foram produzidos e, também, no fato de que o pensamento científico do aluno avança até alcançar um determinado nível de desenvolvimento em relação à consciência e ao uso deliberado dos mesmos.

A forma como Vygotsky explica o processo de formação dos conceitos pode contribuir para a elaboração de uma sequência de Ensino e para refletir sobre que estratégias possibilitariam abordar eletromagnetismo, a partir do conceito de Magnetismo, contextualizando-o no nível cognitivo e a realidade na qual os alunos estão inseridos, no sentido de promover neles o aprendizado e a apropriação desse conceito, de forma, que sejam capazes de transpô-los para o seu contexto social.

A seguir apresentamos a sequência de ensino.

MAGNETISMO

SEQUÊNCIA DE ENSINO

Proposta de uma Sequência de Ensino para abordagem do conceito de Eletromagnetismo, a partir do Magnetismo, no nível de ensino fundamental.

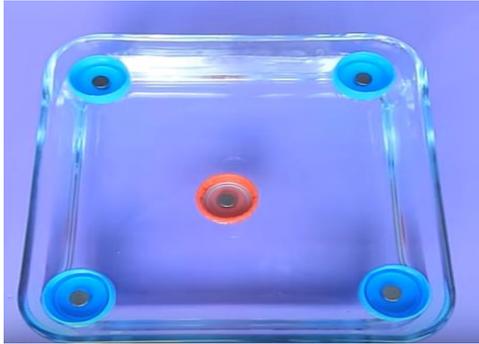
Esta sequência é proposta para ser desenvolvida em seis encontros, de 12 aulas com 50 minutos cada uma. Todas as aulas iniciarão com uma questão que será discutida e refletida sob a mediação do (a) professor (a). Os encontros são distribuídos conforme segue abaixo.

PRIMEIRO ENCONTRO: Levantamento de conceitos cotidianos dos alunos sobre magnetismo.

Nesse encontro (a) professor (a) deverá sondar os conceitos cotidianos dos alunos, com perguntas relacionadas ao que será abordado. Como por exemplo: Alguém já viu um ímã? Você sabe o que é um ímã? Em sua casa tem ímã? Se sim, onde ele está? Foi preciso colar ele nesse lugar? Você já brincou com 2 ímãs? Se sim, fale o que notou de diferente neles? Se você colocar o ímã na porta da geladeira ele gruda? Por que? Os ímãs grudam em qualquer coisa? Este questionário culmina com uma última questão que será gerada após a experiência dos ímãs flutuantes, dando início à próxima aula. (Duração desta atividade 10 minutos).

Entendendo que o aluno já vem para a escola com conhecimentos anteriores toda a metodologia levará em conta esse conhecimento, para evitar-se um erro recorrente do ensino tradicional apontado nas pesquisas e, ao mesmo tempo, permitir uma mediação mais efetiva do (a) professor (a).

Para explicar os conceitos de polos, a orientação Norte e Sul dos ímãs e a propriedade de atração e repulsão sugerimos uma atividade que permitirá abordá-los.



Fonte: Da pesquisadora.

Materiais da atividade: 1 bacia com água. Cinco tampinhas plásticas vermelhas marcadas com a letra **N** e um ímã colado no centro de cada uma. Cinco tampinhas plásticas azuis marcadas com a letra **S** e, também, com um ímã colado no centro de cada uma.

O (a) professor (a) deverá pedir que os alunos coloquem na bacia com água cinco tampinhas vermelhas e observem a disposição das mesmas. Em seguida pede a eles que tentem juntar as tampinhas. Nessa tentativa, os alunos podem perceber que elas não se unem, ao contrário, se afastam uma das outras. Depois disso, o (a) professor (a), pede que os alunos substituam essas tampinhas pelas outras cinco de cor azul. Eles podem observar o mesmo comportamento das tampinhas anteriores.

Por fim, o (a) professor (a) coloca na bacia apenas uma tampinha azul e outra vermelha, que se unem/atraem. Após as observações, ele (a) deverá estimular os alunos a criarem hipóteses lançando a seguinte pergunta: Por que vocês acham que isto aconteceu? E somente depois de ouvir suas hipóteses, iniciar a explicação dos conceitos de polos e a orientação Norte (N) e Sul (S) e a propriedade de atração e repulsão dos ímãs. (Duração desta atividade 10 minutos).

Logo após aquele primeiro momento, os conceitos de atração e a propriedade diamagnética, paramagnética e ferromagnética dos materiais poderão ser abordados pelo (a) professor (a). Para isto, ele (a) poderá distribuir peças de metal, plástico, alumínio, madeira e borracha a cada um dos alunos explicando como será desenvolvida essa atividade.

O (A) Professor (a) com uma vasilha de ferro, por exemplo, assadeira, com um ímã, deverá perguntar aos alunos: Qual dos materiais que tinham na mão se fixaria na forma? E, somente depois de suas respostas, pedirá que coloquem os objetos que receberam sobre a mesma. Espera-se com esta atividade suscitar

questionamentos que serão esclarecidos com os conceitos relativos à esta experiência. O (a) professor (a) deverá explicar porque alguns estão aderidos à forma e outros não. Inicia abordando conceitos de atração e repulsão e a propriedade diamagnética, paramagnética e ferromagnética dos materiais. (Duração desta atividade: 30 minutos).

SEGUNDO ENCONTRO: Confronto entre conceitos cotidianos e científicos, iniciando a sistematização dos conceitos relacionados ao magnetismo

Nesse momento o (a) professor (a) deverá perguntar aos alunos: Se os ímãs “grudam”, por que na bacia, da experiência anterior, estavam todos separados? Esta questão tem como objetivo confrontar os conceitos cotidianos dos alunos com o conhecimento científico, para iniciar o processo de desenvolvimento e apropriação do conceito. A partir, das respostas dos alunos o (a) professor (a) inicia o processo de sistematização dos conceitos dos alunos. Nesse processo ele (a) deverá mesclar as explicações com uma breve introdução histórica da origem dos ímãs, dipolo magnético, inseparabilidade dos polos, atração e repulsão. Nas explicações procura evidenciar a importância da descoberta do ímã, por meio do qual foi possível a invenção da Bússola que, por sua vez, foi fundamental para as grandes conquistas marítimas. A partir desta aula aconselha-se ao (a) professor (a) sempre levar uma bússola para demonstrações e comparações. (Duração desta atividade: 20 minutos)

Para demonstrar a utilidade da Bússola desde sua invenção até os dias atuais, os alunos deverão montar uma pequena bússola para que verifiquem que ela, por mais rudimentar que seja, ainda assim, se posiciona nas direções Norte e Sul. O (a) professor (a) explicará que tal conhecimento norteou, no passado, as grandes empreitadas marítimas e a consequente descoberta de novas rotas comerciais, sendo que, até hoje, apesar de todo avanço tecnológico, todos os aviões, navios, submarinos, ainda têm sua bússola convencional em seu painel de comando. (Duração desta atividade: 15 minutos)

A atividade seguinte tem como objetivo possibilitar aos alunos a compreensão do conceito dipolo magnético, a inseparabilidade dos polos e reforçar os conceitos de atração e repulsão.

Nesta atividade o (a) professor (a) deverá pedir aos alunos que observem a ação de um ímã em uma barra de ferro, a interação entre dois ímãs e, em seguida,

quebra um dos ímãs em quatro pedaços demonstrando o dipolo magnético e sua inseparabilidade.

TERCEIRO ENCONTRO: A (inter) relação de conceitos no processo de desenvolvimento e aprendizagem do conceito de Magnetismo.

Introdução ao Magnetismo.

A questão que norteará este momento é a seguinte: De onde vem o Magnetismo? Conceitos que serão abordados: Átomos, Elétrons, Domínios Magnéticos, Ponto Curie e Desmagnetização.

Neste momento, é primordial conceituar elétron, porque o Magnetismo é uma propriedade cuja natureza elétrica origina-se na estrutura eletrônica dos átomos, associada ao movimento dos elétrons. O (a) professor (a) explica que, as propriedades magnéticas da matéria, sob influência de outra força magnética, originam comportamentos diamagnéticos, paramagnéticos e ferromagnéticos à matéria, diretamente ligados à orientação dos “spins”. Estes, por sua vez, reúnem-se em grupos formando os Domínios Magnéticos, os quais, quando aumentados, conferem a um material ferromagnético imantação permanente, que pode ser revertida ao se desordenar a direção dos domínios, elevando-se a temperatura até um ponto denominado ponto Curie do material ferromagnético ou batendo vigorosamente sobre esse material. Tais conceitos podem permitir aos alunos entenderem a teoria dos domínios diretamente relacionada ao movimento dos elétrons.

Antes de dar sequência nas atividades, o (a) professor (a) certifica-se que os alunos compreendem os conceitos em questão, pois a partir deles é que podem fazer associações que os levará a formar hipóteses plausíveis para responderem à pergunta inicial, além de dar base para refletirem sobre as atividades seguintes. (Duração desta atividade 10 minutos)

Para dar início à próxima atividade, o (a) professor (a) deverá lançar uma pergunta, no intuito de orientar as reflexões: Qualquer metal pode ser imantado?

O (a) professor (a) desenvolverá uma atividade com o uso de ímãs. Para tal, os alunos deverão ser divididos em grupos.

- Primeiro grupo: esfregar o ímã sobre o metal de qualquer jeito.
- Segundo grupo: esfregar o ímã no metal somente em um sentido.
- Terceiro grupo: esfregar o ímã em um metal específico;

- Quarto grupo: apenas aproximar o ímã do metal sem tocá-lo.

O (a) professor (a) pedirá, então, que os alunos verifiquem se ocorre imantação dos metais utilizados, que façam uma descrição sobre o que observam, se notam algo diferente ou se esperam outros resultados, que entrecruzem as observações feitas, questionem os resultados e elaborem hipóteses. Isso pode permitir ao (à) professor (a) verificar, após as hipóteses levantadas pelos alunos, se conseguem relacionar a imantação dos materiais com a ordenação dos elétrons. Ou seja, se eles já têm condições de elaborar conclusões, a partir de suas próprias observações e fazer deduções.

A partir dessas hipóteses o (a) professor (a) aborda o conceito das Propriedades Magnéticas e os processos de imantação. Explica que, necessariamente, para se imantar uma substância magnetizável, devemos ordenar os seus ímãs elementares, ou seja, ordenar os átomos como foi visto no início desta atividade. Explica, também, que as três maneiras de se fazer isto é:

1. Por ATRITO: Que eles acabaram de fazer, ao friccionarem o metal magnetizável com um ímã num único sentido, e assim, ordenando os ímãs elementares e criando um novo ímã.

2. Por INDUÇÃO: Quando colocaram o ímã próximo ao metal, que foi magnetizado por influência do mesmo; um corpo situado nas proximidades.

3. Por C.C. (Corrente Contínua) – Que foi o tema da próxima aula. (Duração desta atividade: 25 minutos)

Por fim, o (a) professor (a) com esta pergunta: - Um ímã pode perder sua propriedade magnética? - aborda a desmagnetização dos materiais e os pontos Curie dos elementos ferromagnéticos. Reforça, assim, o que já fora abordado na Teoria dos Domínios ao explicar a ação da temperatura na desordenação dos elétrons. (Duração desta atividade: 15 minutos)

QUARTO ENCONTRO: Articulação conceitual entre eletricidade e magnetismo - Indícios de evolução conceitual.

Neste momento o (a) professor (a) lançará a questão: Como ocorre a imantação por eletricidade. A resposta a esta pergunta deverá ser delineada e explicada pelo (a) professor (a) por meio de reprodução análoga à experiência em que Oesterd pela primeira vez comprovou a relação entre Magnetismo e

Eletricidade. Essa explicação deverá ser feita passo a passo pelo (a) professor (a) com a participação ativa dos alunos.

Materiais a serem utilizados:

- uma pilha de 12A (essa amperagem é importante para se assegurar imantação e garantir sucesso na demonstração);
- uma base com formato de mesa com um furo central (Π ou um pote de sorvete sem as laterais maiores);
- 6 porcas de parafuso pequenas de mesmo tamanho ou 6 peças pequenas e mesmo tamanho de qualquer outro metal ferromagnético;
- 50 cm de fio calibre 10 ou 12 (grosso).

Há diversos experimentos semelhantes a este, caberá ao (à) professor (a), escolher o que melhor atenderá o propósito educacional. No caso, deste trabalho, foi escolhido devido ao baixo custo, pouco material, menos risco e pelo baixo grau de dificuldade.

Essa experiência consiste em colocar sobre a base uma folha de sulfite com um furo central coincidindo com o furo da base, introduzir o fio, que deve estar desencapado nas extremidades, através do furo. Ligar uma das extremidades do fio em um dos conectores da bateria, o outro deve ficar disponível para ser conectado somente a cada demonstração, para se evitar esgotar a bateria. Segue-se o passo-a-passo.

1º. O (a) professor (a) solicitará a um dos alunos que encoste rapidamente a outra ponta do fio no outro conector da bateria e pergunta aos alunos o que observam.

2º. A seguir o (a) professor (a) solicitará para que outro aluno arranje as porcas sobre a base, ao redor do fio, sem encostar no mesmo. Feito isso, pedirá que outro aluno encoste novamente a ponta do fio no conector. Em seguida, deverá retirar o fio, cuidadosamente, sem inclinar a base para poderem pegar e manusear as porcas com cuidado e relatem o que observam.

3. Finalizará a experiência com o (a) professor (a) pedindo que um dos alunos passe novamente o fio condutor através do furo da base e o conecte à bateria, a outro aluno para espalhar limalha de ferro sobre a folha de sulfite. Em seguida, pedirá a um terceiro aluno que encoste a outra ponta do fio no conector da bateria, com três toques rápidos. Neste momento, a corrente elétrica que percorre o fio criará

um campo magnético ao seu redor, fazendo com que a limalha de ferro, que está sobre a folha delinear as formas das linhas de força desse campo.

Com esse experimento pode-se demonstrar além da imantação por corrente elétrica, as linhas de força magnética, campo magnético e a relação entre magnetismo e eletricidade, que Oesterd observou, sendo essa descoberta, fundamental para a unificação das duas Ciências, eletricidade e magnetismo, que passaram a constituir o Eletromagnetismo.

No decorrer de cada etapa deste experimento, e antes dos resultados, o (a) professor (a) deverá perguntar aos alunos o que eles acham que pode acontecer. As hipóteses levantadas pelos alunos permitirão avaliar se há apropriação dos conceitos abordados na aula anterior e postos em prática nesta aula, tais como: linhas de indução magnética, campo magnético, indução magnética por corrente contínua. Indícios da evolução conceitual dos alunos será evidenciada se associarem o que observam ao conceito aprendido na aula teórica. Essa associação evidenciará a apropriação do conhecimento e sua evolução. (Duração desta atividade: 50 minutos).

QUINTO ENCONTRO: Magnetismo: Compreendendo sua importância para a vida terrestre. Consolidação de conceitos: apropriação do conhecimento.

Para observarem as linhas de indução magnética o (a) professor (a) sugerimos o experimento a seguir:

Materiais necessários:

- 2 ímãs médios em barra;
- 2 folhas de sulfite, limalha de Ferro (ou palha de aço moída).

Os ímãs devem ser colocados sobre a mesa, primeiramente, separados por pelo menos um palmo e sobre eles são colocadas as folhas de sulfite. Os alunos deverão espalhar de forma uniforme a limalha sobre as folhas. Depois dessa primeira observação repetem a ação, mas com os ímãs bem próximos.



Fonte: Da pesquisadora

Antes de cada uma das atividades, o (a) professor (a) perguntará aos alunos: - o que acham que vai acontecer? - Esta pergunta servirá para o (a) professor (a) observar se eles compreenderam o conceito de campo magnético, explicado e demonstrado na aula, além de reforçá-lo ao demonstrar nesta experiência as linhas de indução, que se formam sob a ação do ímã, permitindo ao aluno observar o formato das mesmas ao derramar limalha de ferro no sulfite, que estava sobre os ímãs. (Duração desta atividade: 35 minutos)

Partindo das hipóteses levantadas pelos alunos, o (a) professor (a) conceituará linhas de indução magnética, sua orientação, campo magnético e sua intensidade, campo magnético terrestre, o porquê de a Terra ser considerada um grande ímã natural e Aurora Boreal. O (a) professor (a) explica o que o campo magnético terrestre representa para nosso planeta, tal como o conhecemos. Finaliza exibindo um vídeo que mostra este fenômeno. (Duração desta atividade: 15 minutos)

Após observarem as linhas de indução magnética, o (a) professor (a) pergunta aos alunos: vocês podem afirmar de qual lado saem e para qual lado vão? Esta aula prática, sob a orientação do (a) professor (a), deverá ser totalmente preparada pelos alunos e tem como objetivo avaliar se eles conseguem relacionar o que observam ao conceito de campo magnético abordado na aula anterior, além de poderem perceber onde o campo magnético é mais forte e as linhas de indução formadas sob ação dos ímãs, agora sem corrente elétrica.

SEXTO ENCONTRO: Do magnetismo ao eletromagnetismo: O desenvolvimento das tecnologias, confortos que usufruímos e o consumo consciente.

Nesta aula o professor deverá promover um diálogo com uma abordagem CTS, por ser a formação de cidadãos em ciência e tecnologia, uma necessidade, para formá-los, mais criterioso, mais pensante, blindando-o contra a alienação massificante.

Para isto, o (a) professor (a) poderá usar uma estratégia que visa demonstrar a utilização prática no cotidiano de cada um, tomando como exemplo um equipamento presente em, praticamente, todos os lares brasileiros, **a televisão**. Por ser este, considerado um dos equipamentos que mais revolucionou o mundo das telecomunicações e, que juntamente com o rádio, o gerador, e o transformador, só foram possíveis serem criados graças ao salto tecnológico proporcionado pela descoberta do Eletromagnetismo.

Esta aula deverá ser dividida em 3 momentos:

1. A apresentação da tecnologia que só foi possível, graças ao Eletromagnetismo. A Televisão, como o invento tecnológico principal veiculador de propagandas.

2. Um tema social a ser discutido: A propaganda e sua influência no consumo e a TV como principal veiculadora. Neste momento o (a) professor (a) pergunta a seus alunos se eles já compraram algo influenciados por alguma propaganda. Explica que a escolha da televisão para abordar esse tema foi pelo alcance global que ela exerce e às propagandas por ela veiculada, influenciando o consumismo no mundo todo.

3. A sociedade e a tecnologia: Exibição de um vídeo sobre o assunto. Neste momento os diálogos ocorrem consonantes aos tópicos abordados anteriormente, agora acrescidos de reflexões críticas sobre a veiculação indiscriminada de propagandas que geram o consumismo.

Isto permitirá ao (à) professor (a) finalizar sua aula reforçando que além de necessário, interessante e prazeroso, este conhecimento deve estar aliado às reflexões críticas para que os alunos compreendam o seu papel como cidadão crítico e atuante. Em outras palavras, que os alunos, conscientes da influência dos fatores sociais, culturais e históricos determinando suas ações saibam refleti-los. E,

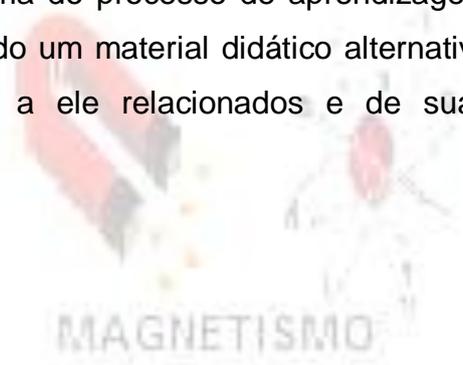
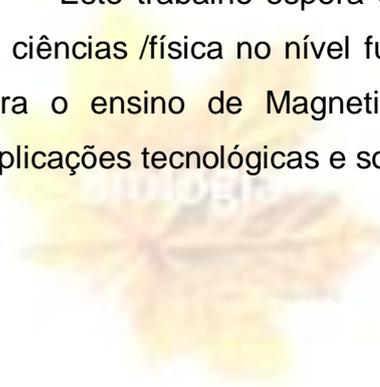
no caso específico da pesquisa, se posicionem criticamente no uso sustentável da tecnologia.

A avaliação da aprendizagem dos conceitos desenvolvidos na sequência de ensino deverá ser feita durante todo o processo, por meio da observação de como os alunos elaboram hipóteses e conceitos, pelas respostas dos mesmos às questões formuladas pelo (a) professor (a) durante a realização das atividades. Isso permitirá ao professor perceber como e se o aluno está se apropriando dos conceitos e evoluindo conceitualmente. Para avaliação o professor poderá também solicitar aos alunos que respondam um questionário abordando todos os conceitos vistos em sala de aula, afim de que os alunos reflitam sobre o que fora proposto nas aulas e o exponham em suas respostas.

Essa Sequência de Ensino foi objeto de investigação proposta na dissertação de mestrado profissional em Ensino de Ciências, por este trabalho, por meio da qual observamos contribuições importantes para o ensino dos conceitos aqui tratados.

Destacamos que toda a sequência está à cargo do (a) professor (a) reservando a ele (a) o direito de adequá-la e/ou adapta-la conforme o objetivo, às necessidades e às condições sociais do ambiente escolar a que se destinar.

Este trabalho espera contribuir para melhoria do processo de aprendizagem de ciências /física no nível fundamental oferecendo um material didático alternativo para o ensino de Magnetismo, dos conceitos a ele relacionados e de suas implicações tecnológicas e sociais.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERRAZ, A. ***A Responsabilidade Social como Estratégia Empresarial de Desenvolvimento***. Marília: Universidade de Marília, 2007.

FOUREZ, G. (1937). A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências/ Gerard Fourez; tradução de Luiz Paulo Rouanet.- p. 222 São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.- (Biblioteca básica) Acessado em 20 de março de 2015. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=1_67UeNoxvQC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q=cidad%C3%A3o%20compreender&f=false>

GOEKING, Weruska. ***O descobrimento e o valor do eletromagnetismo***. Revista Eletrônica: O SETOR ELÉTRICO. Edição 54. Atitude Editorial, 2010. Acessado em: 22 de junho de 2015. Disponível em: <<http://www.asetoreletrico.com.br/web/component/content/article/57-artigos-e-materias/409-o-descobrimento-e-o-valor-do-eletromagnetismo.html>>.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. ***Fundamentos da Física: Eletromagnetismo***. Tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. 8ª. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S/A (LTC), v. 3, 2009.

HEWITT Paul G. ***Física Conceitual***. 9ª ed., p.696. 2002. BOOKMAN COMPANHIA EDITORA divisão da ARTMED EDITORA S.A. Porto Alegre, RS.

IVIC, Ivan. ***Lev Semionovich Vygotsky***. Coleção Educadores MEC / Ivan Ivic; Trad. Edgar Pereira Coelho (org.) – Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010. Acessado em 27 dez 2015. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me4685.pdf>>

KNOBEL, Marcelo. ***Aplicações do magnetismo***. Revista CH / Revista CH – 2005. Publicado em 01/05/2005. Atualizado em 25/09/2009. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/revista-ch-2005/215/aplicacoes-do-magnetismo>>. Acessado em: 18 de junho/2014.

MORTIMER, E. F. SANTOS, W. L. P. dos, Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira Inst. de Física, UnB. Fac. de Educação, UFMG. ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências. Volume 02 / Número 2 – Dezembro, 2002

SILVA, L. H. de A. ***Modos de Mediação de um formador de área científica específica na construção docente de futuros professores de ciências biológicas***. Tese (Doutorado) -Universidade Metodista de Piracicaba. Faculdade de Ciências Humanas. Piracicaba/ São Paulo. 2004.

SILVA, L.H.A. ***A Perspectiva Histórico-Cultural do Desenvolvimento Humano: Ideias para estudo e Investigação do Desenvolvimento dos Processos***

Cognitivos em Ciências. In GULLICH, R.I.C. (org.). Didática da Ciências. Curitiba: Prismas, p.11- 35, 2013.

VYGOTSKY, L.S. Pensamento e Linguagem/ L. S. Vygotsky: tradução Jefferson Luiz Camargo: revisão técnica José Cipolla Neto. – 2ª ed. – São Paulo: Martins Fontes, 1998. – (Psicologia e pedagogia). 3ª tiragem, 2000.



ANEXO



ANEXO 1

DISCUSSÕES TEÓRICAS DOS CONCEITOS

Magnetismo – Eletricidade – Eletromagnetismo

Para desenvolver uma breve discussão sobre os conceitos em epígrafe utilizamos neste capítulo¹, basicamente as ideias de Paul G. Hewitt (2002), porque esse autor faz uma abordagem em uma linguagem que pode ser acessível ao ensino-aprendizagem de tais conceitos no nível fundamental.

Para iniciar a discussão apresento que o termo magnetismo provém da região da Magnésia, uma província da Grécia onde certas rochas, chamadas de magnetitas, possuem a propriedade surpreendente de atrair pedaços de ferro. Existe uma força devido ao movimento das partículas carregadas que chamamos de força magnética. A fonte dessa força é o movimento das partículas carregadas, normalmente de elétrons. Tanto as forças elétricas quanto as magnéticas são realmente manifestações diferentes do mesmo fenômeno: o eletromagnetismo. (HEWITT, 2002)

As forças que os ímãs exercem entre si, atraindo ou repelindo dependendo de quais extremidades dos ímãs se aproxime, sem que sejam tocadas, são parecidas com as forças elétricas, pois elas também podem atrair ou repelir sem que haja contato. Igualmente a intensidade da interação da força entre ambos, também dependem da distância de afastamento entre eles. Nas cargas elétricas a força é central e nos ímãs, as regiões que originam as forças magnéticas são chamadas de polos magnéticos. (HEWITT, 2002)

Se você suspender um ímã em barra por um barbante amarrado no centro da barra, obterá uma bússola. Que se posiciona na direção (Norte/Sul)². A extremidade

¹ Uma discussão mais aprofundada sobre os conceitos de magnetismo-eletricidade-eletromagnetismo é encontrada no apêndice desta dissertação.

que aponta para o Norte é chamada de polo norte magnético, enquanto a outra que aponta para o sul é chamada, de polo sul magnético, ou, mais simplesmente, polo norte e polo sul. Não existe ímã só com um polo norte ou com um polo sul, sua característica é a dipolaridade. (HEWITT, 2002)

Os ímãs de refrigerador, muito populares nos últimos tempos, possuem atrás tiras estreitas com polos sul e norte que se alternam ao longo do comprimento. Esses ímãs são suficientemente fortes para segurar folhas de papel contra a porta do refrigerador, mas tem um alcance muito curto devido ao cancelamento promovido entre os polos norte e sul. Em um ímã em barra simples, um único polo norte e um único polo sul situam-se na extremidade da barra. Um ímã comum do tipo ferradura é simplesmente uma barra que foi dobrada até formar a letra “U”. Seus polos estão nas duas extremidades. (HEWITT, 2002)

Se aproximarmos o polo Norte de um ímã ao polo Norte de outro ímã, eles se repelem pela Força de Repulsão. Igualmente ocorrerá se fizermos com o polo Sul de dois ímãs. Mas, se aproximarmos dois polos opostos (Polo Norte/Polo Sul), eles se atrairão. Esta força é denominada Força de Atração. Conclui-se que, polos iguais se repelem e polos diferentes se atraem. Obedecendo ao mesmo princípio da ³Lei de Coulomb, em que cargas de mesmo sinal se repelem, enquanto cargas de sinais contrários se atraem. (HEWITT, 2002)

Embora semelhantes, existe uma diferença muito importante entre os polos magnéticos e as cargas elétricas. Como dito anteriormente os polos magnéticos, são dipolares, são inseparáveis, ou seja, não existe ímã que apresente apenas um polo. Enquanto as cargas elétricas podem ser encontradas isoladamente. Os elétrons carregados negativamente e os prótons positivamente são entidades em si mesmas.

² Pierre Pélerin de Maricourt (1240-?) também conhecido como Petrus Peregrinus, que escreveu o mais antigo tratado de física experimental em 1269, fez experiências com uma magnetita esférica, colocando pedaços de ímã em várias regiões, traçou as linhas de campo magnético que se interceptavam em dois pontos. Estes pontos foram chamados de polos do ímã, como analogia aos polos (geográficos) da Terra, sendo que o polo sul de um ímã aponta aproximadamente para o polo norte do planeta.

³ Lei de Coulomb, formulada por Charles Augustin Coulomb, refere-se às forças de interação (atração e repulsão) entre duas cargas elétricas puntiformes, ou seja, com dimensão e massa desprezível. Em que, pelo princípio de atração e repulsão, cargas com sinais opostos são atraídas e com sinais iguais são repelidas, mas estas forças de interação têm intensidade igual, independente do sentido para onde o vetor que as descreve aponta.

Um aglomerado de elétrons não precisa estar sempre acompanhado de um aglomerado de prótons, e vice-versa. Mas, segundo as palavras de Hewitt (2002), um polo magnético norte jamais existe sem a presença de um polo sul, e vice-versa. Se um ímã em barra for partido em dois, cada metade ainda se comportará como um ímã completo. Se quebrar esses dois pedaços novamente, obterá quatro ímãs completos. E você pode seguir quebrando esses pedaços pela metade que dificilmente (pelo menos, até o momento, nenhuma experiência conseguiu comprovar), obterá um único polo magnético que esteja isolado. Mesmo quando o pedaço que você obteve for do tamanho de um único átomo, ainda assim, haverá nele dois polos. Isto sugere que os próprios átomos sejam ímãs. (HEWITT, 2002)

O magnetismo está intimamente relacionado à eletricidade. Da mesma forma que uma carga elétrica é rodeada por um campo elétrico, a mesma carga estará rodeada por um campo magnético se estiver em movimento. Isto significa que o campo magnético é uma espécie de subproduto relativístico do campo elétrico. As partículas carregadas em movimento têm associadas consigo tanto um campo elétrico como um magnético. Um campo magnético é produzido pela movimentação de uma carga elétrica. (HEWITT, 2002)

Ao se descobrir que o movimento de cargas elétricas produzia magnetismo, surge uma pergunta: Onde existe tal movimento em um ímã em barra? Chegou-se à conclusão que se encontrava nos elétrons que estão em constante movimentação no interior dos átomos, que constituem qualquer matéria, inclusive, o ímã em barra. (HEWITT, 2002)

Dois tipos de movimento eletrônico contribuem para o magnetismo: a rotação (*spin*) do elétron em torno de si mesmo e sua rotação em torno do núcleo atômico. Na maior parte dos ímãs, é o *spin* eletrônico que gera a principal contribuição para o magnetismo. (HEWITT, 2002)

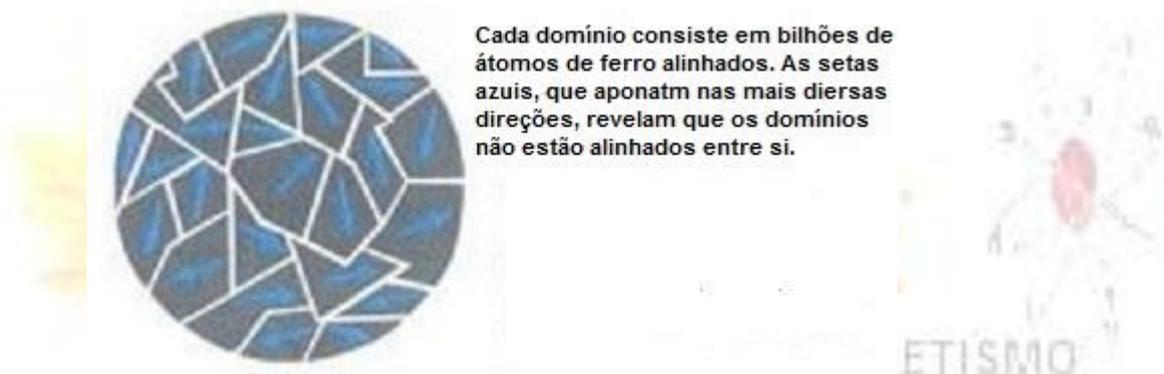
Cada elétron que gira em torno de si mesmo comporta-se como um pequeno ímã. Um par de elétrons que giram em torno de si mesmos no mesmo sentido gera um campo mais intenso. Já em um par, no entanto, onde os elétrons giram em sentidos opostos em torno de si mesmos, um funciona contra o outro. Os campos magnéticos gerados se anulam. É por isso que a grande maioria das substâncias não são ímãs. Para a maioria dos átomos, os diversos campos se anulam porque os giros dos elétrons em torno de si mesmos são em

sentidos opostos. Em materiais como o ferro, o níquel e o cobalto, no entanto, esses campos não se anulam inteiramente. Cada átomo de ferro possui quatro elétrons cujo magnetismo gerado por seus spins não se anulam. Cada átomo de ferro, portanto, é um minúsculo ímã. O mesmo é verdadeiro, em menor extensão, para os átomos de níquel e cobalto. A maior parte dos ímãs comuns são, portanto, feitos de ligas que contém ferro, níquel e cobalto em diferentes proporções. (HEWITT, 2002, p.410)

Domínios magnéticos

O campo magnético gerado por um átomo de ferro individual é tão intenso que as interações entre átomos vizinhos podem dar origem a grandes aglomerados desses átomos, alinhados uns com os outros. Esses aglomerados de átomos alinhados são chamados de domínios magnéticos. Cada domínio é formado por bilhões de átomos alinhados. Os domínios são microscópicos, e existem muitos deles num cristal de ferro (Figura 1). (HEWITT, 2002)

Figura 2 – Uma visão microscópica dos domínios magnéticos em um cristal de ferro.



Fonte: Imagem retirada do: Física Conceitual, de Paul G. Hewitt, 9ª ed., 2002. ARTEMED EDITORA S/S. p.411

Assim como ocorrem alinhamento de átomos dentro de um mesmo domínio, os próprios domínios podem se alinhar uns com os outros.

O desalinhamento dos domínios, explica o fato de nem todo ferro ser um ímã, embora continuem altamente suscetíveis à imantação, isso significa que se for exposto à um campo magnético ele facilmente se imantará, pois, seus domínios serão induzidos ao alinhamento.

Conforme exemplifica Hewitt (2002, p.411):

Os domínios se alinham da forma análoga ao alinhamento das cargas elétricas de um pedaço de papel, na presença de um bastão eletrizado próximo. Quando se afasta o prego do ímã, a agitação térmica ordinária faz com que cada vez mais domínios do prego retornem ao arranjo aleatório original. Se o campo do ímã permanente usado for muito intenso, entretanto, o prego pode manter alguma magnetização permanente depois de ser separado do ímã.

Inclusive, Hewitt (2002), menciona que se aproximarmos um ímã potente de um material que ainda esteja com os domínios desalinhados, será possível escutar os estalidos produzidos pelos domínios sendo alinhados pelo campo desse ímã.

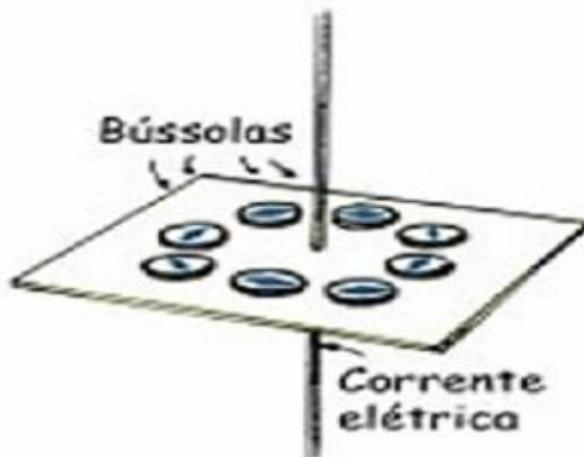
Para se fabricar ímãs permanentes, basta colocar pedaços de ferro, ou determinadas ligas de ferro, em um campo magnético intenso, esfregar ímãs permanentes em pedaços de ferro, pois o movimento de esfregar acaba alinhando os domínios existentes no pedaço de ferro. Mas, caso queira se desmagnetizar um ímã permanente, basta que ele sofra alguns impactos ou caia no chão ou, ainda, aquecê-lo, que alguns desses domínios serão chacoalhados, podendo sair do alinhamento com os demais, e com isso o ímã enfraquece. (HEWITT, 2002, p.411)

Do magnetismo ao eletromagnetismo: Correntes elétricas e campos magnéticos

Uma vez que o movimento de uma carga produz um campo magnético, segue que uma corrente de cargas também produz um campo desse tipo. O campo magnético que circunda um condutor por onde flui uma corrente pode ser visualizado com um arranjo de bússolas ao redor de um fio condutor (Figura 2). Quando uma corrente atravessa o condutor, as bússolas alinham-se com o campo magnético gerado e revelam um padrão de círculos concêntricos ao redor do fio. Quando se troca o sentido da corrente, as agulhas das bússolas giram até se invertem, o que mostra que o sentido do campo magnético também se inverteu. Esse é o efeito que Oersted demonstrou pela primeira vez em uma sala de aula. (HEWITT, 2002)

Se o fio for encurvado, formando uma espira, as linhas do campo magnético se agruparão formando um feixe na região interior à espira (Figura 3).

Figura 3: As bússolas revelam a forma circular do campo magnético que existe ao redor de um fio conduzindo uma corrente.



Fonte: Imagem retirada do Livro: Física Conceitual de Paul G. Hewitt, 9ª ed. 2002, ARTEMED EDITORA S/A. p.413

Se o fio for curvado formando outra espira, superposta à primeira, a concentração das linhas de campo magnético no interior das espiras é duplicada.

Vemos que, da mesma forma que um fio conduzindo uma corrente desvia a agulha de uma bússola (o que foi descoberto por Oersted em 1920 numa sala de aula), um ímã também desviará um fio conduzindo uma corrente (*Terceira Lei de Newton, também denominada princípio da ação e reação, ela pode ser enunciada da seguinte forma: Se um corpo **A**, aplicar uma força sobre um corpo **B**, receberá deste uma força de mesma intensidade, mesma direção e de sentido contrário*). (HEWITT, 2002, p.413)

A descoberta dessas conexões complementares entre a eletricidade e o magnetismo gerou grande excitação, e quase que imediatamente as pessoas começaram a utilizar a força magnética com fins práticos.

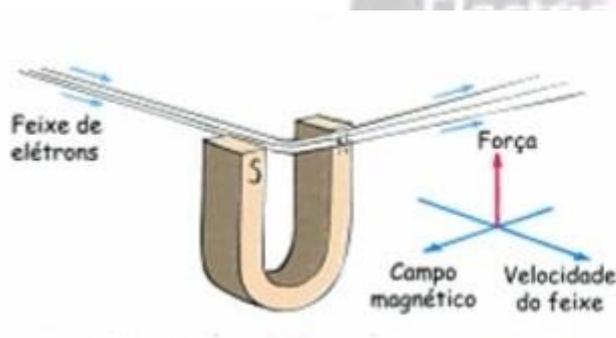
Partindo do dispositivo mais básico de galvanômetro, por exemplo, a bússola capaz de girar livremente, pode revelar a existência de corrente elétrica. Em seguida, usando essa mesma bússola, agora no interior de uma bobina, a qual aumentava sua sensibilidade, sendo capaz de detectar uma corrente muito pequena.

Partindo deste princípio, chega-se enfim, ao motor elétrico, ao conseguir que a deflexão parcial realizasse a rotação completa. (HEWITT, 2002.p.415)

Forças Magnéticas sobre Partículas Carregadas

Uma partícula carregada e em repouso não interage com um campo magnético estático. Mas, se esta partícula se mover em um campo magnético, o caráter magnético de uma carga em movimento se manifesta. Ela experimentará uma força que a desvia. A força atinge o máximo valor quando a partícula está se movendo perpendicularmente às linhas do campo magnético e à velocidade da partícula carregada (Figura 4). (HEWITT, 2002, p.415)

Figura 4: Um feixe de elétrons desviados por um campo magnético.



Fonte: Figura 24.12 do Livro: Física Conceitual de Paul G. Hewitt. 9ª ed. 2002, p.415, ARTMED EDITORA S/A

Portanto, uma carga que esteja se movimentando será desviada ao atravessar um campo magnético, a menos que se desloque paralelamente ao campo, quando não ocorre desvio algum. (HEWITT, 2002)

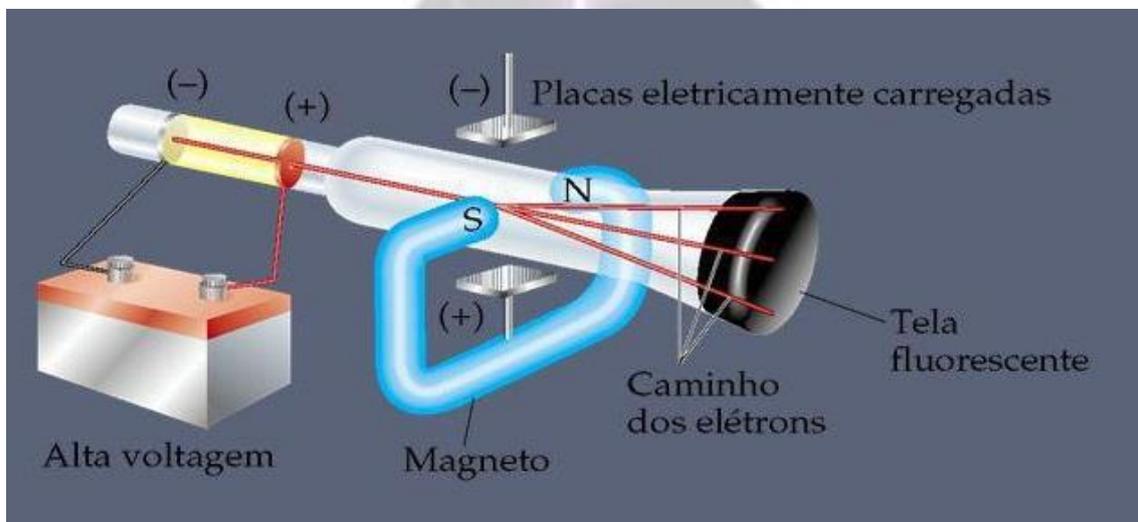
A força que atua sobre um elétron que se movimenta não atua ao longo da linha que passa pela partícula e a fonte do campo, mas, ao invés, atua perpendicularmente tanto ao campo magnético como à trajetória do elétron. (HEWITT, 2002)

Esse fato é usado para guiar elétrons em direção à superfície interna do tubo de imagens de algumas televisões e formar uma imagem sobre ela. (Fig. 5.)

O princípio físico usado para a formação de imagens dessas televisões é a atuação da força magnética agindo sobre cargas elétricas. Na parte de traz da TV encontra-se um tubo de raios catódicos onde duas placas metálicas são submetidas

a uma alta tensão, uma das placas é carregada negativamente (catodo) e emite um feixe de elétrons (processo semelhante ao funcionamento das lâmpadas incandescentes). Os raios são atraídos pela segunda placa (anodo) e logo após acelerados e viajam pelo tubo até atingirem uma tela plana revestida de fósforo. O feixe passa por um par de bobinas, que geram um campo magnético, e sofrem deflexão horizontal e vertical, devido à força magnética exercida pelo campo. Logo após, os elétrons atingem a tela coberta de material fluorescente, onde são formadas as imagens.

Figura 5: Raios catódicos e elétrons: Um tubo de raios catódicos (CRT) é um recipiente profundo com um eletrodo em cada extremidade. Uma voltagem alta é aplicada através dos eletrodos.



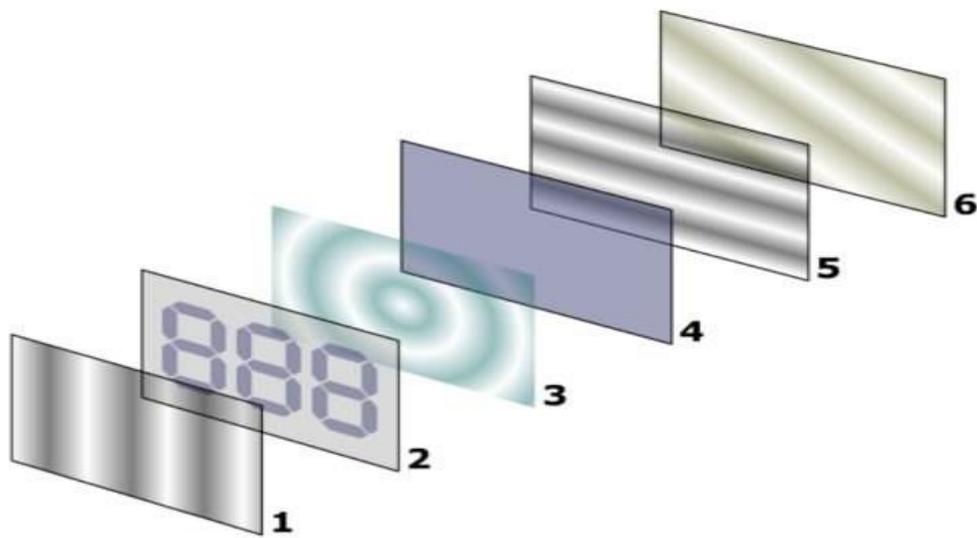
Fonte: Imagem em: <http://slideplayer.com.br/slide/76324/>

As moléculas de cristal líquido são capazes de orientar a luz. Quando uma imagem é exibida em um monitor LCD, elementos elétricos presentes nas lâminas geram campos magnéticos que induzem o cristal líquido a "guiar" a luz oriunda da fonte luminosa para formar o conteúdo visual. Sempre que necessário, uma tensão diferente pode ser aplicada, fazendo com que as moléculas de cristal líquido se alterem de maneira a impedir a passagem da luz.

Na LCD encontram-se duas chapas de vidro separadas por uma solução de cristal líquido, que é capaz de orientar a luz. Essa orientação é feita por campos eletromagnéticos, gerados por elementos elétricos contidos nas chapas, que induzem as moléculas do cristal e guiam a luz, formando dessa forma a imagem. Por fim, temos a televisão de LED que nada mais é que uma tela LCD juntamente com um painel de diodos emissores de luz, que entram para ajudar na emissão de cores

mais intensas e precisas, reforçando a formação da cor na imagem final. Dessa forma pode-se dizer que a TV de LED é uma TV de LCD retro iluminada por LED's. Há no mercado atualmente as chamadas TV OLED, que são feitas pelos chamados LED orgânico, que revolucionou os aparelhos eletrônicos uma vez que nesses aparelhos o painel do material orgânico emite a luz a partir de uma corrente elétrica, dispensando a iluminação na parte de trás. Sem a necessidade da tela de cristal líquido, gastando menos energia e tornando a tela mais fina. (Emerson Alecrim, 2014)

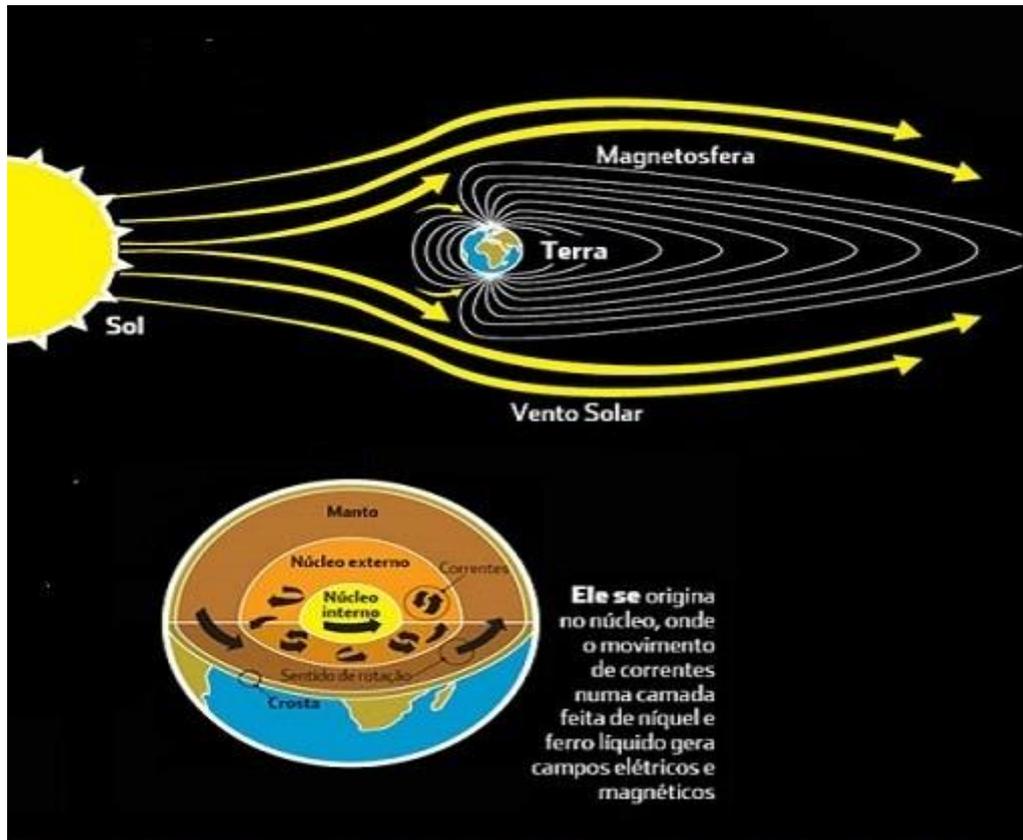
Figura 6: Composição de um monitor LCD



Fonte: Imagem da internet

No caso de nosso planeta, partículas carregadas vindas do espaço exterior são desviadas pelo campo magnético terrestre (Figura 7). (HEWITT, 2002, p.415)

Figura 7: O campo magnético terrestre repele a maior parte da radiação das partículas que vêm continuamente do Sol.



Fonte: Imagem em: <https://telescopio.com.br/magnetosfera-o-escudo-magnetico-da-terra>

De outra maneira, seria maior a intensidade dos raios solares, danosos à saúde, que incidem sobre a superfície da Terra. (HEWITT, 2002, p.415)

Conforme discutido na introdução deste trabalho, consideramos que o desenvolvimento do estudo dos conceitos acima abordados se apoia na necessidade de compreender os mecanismos dos fenômenos magnéticos que nos rodeiam, por ser de grande relevância para o homem em suas atividades. Em tempos mais remotos essa compreensão foi fundamental para o descobrimento de novas terras, rotas comerciais, guerras e muitas outras aplicações. Os séculos XIX e XX testemunharam um avanço impressionante no entendimento desses fenômenos, e, conseqüentemente, suas aplicações se multiplicaram e foram substancialmente aprimoradas, resultando em avanços tecnológicos em todos os setores da sociedade. Até que surjam novos estudos que comprovem o contrário, podemos aceitar que o eletromagnetismo encerra em si todos os fenômenos elétricos, todos os magnéticos, e mais os fenômenos associados à inter-relação explícita ou implícita entre os dois primeiros, por meio desse conhecimento o mundo se torna a cada dia

mais um mundo de comunicações e soluções tecnológicas que transpõe fronteiras e reduz distâncias. O conhecimento desses avanços tecnológicos é necessário em praticamente todas as áreas, como comunicação, transporte, saúde, indústria. Imersos nesse contexto, muitas vezes, não nos damos conta, que o não conhecimento dos conceitos básicos que levaram ao conhecimento do Eletromagnetismo, impossibilita entender e fazer um melhor uso da tecnologia, que faz parte do nosso dia-a-dia, limitando muito a sua significação para nossa vida social, profissional e econômica (GOEKING, 2010; KNOBEL, 2009; HALLIDAY, RESNICK E KRANE, 2009).

Dentro desse contexto, é importante assinalar que a finalidade do desenvolvimento tecnológico precisa ser cautelosamente refletida, e não mais acatada como sinônimo de riqueza e bem-estar social, como é amplamente divulgado pelos meios de divulgação (FERRAZ, 2007). Ademais, vivemos em um mundo automatizado, no qual as sociedades passaram a confiar na ciência e na tecnologia de forma dogmática, capaz de resolver todos os problemas sociais (MORTIMER e SANTOS, 2002). Assim, é necessário refletir seus usos e consequências, levando em conta seus mais diversos interesses, já que atingem todas as esferas sociais, ambientais, políticas, militares e econômicas e, portanto, tem norteado o desenvolvimento da humanidade. Reforçando essa reflexão, FOUREZ (1995) afirma que disponibilizar conhecimentos que permitam ao cidadão agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas, é antes de tudo, uma necessidade para o exercício da cidadania.

Em face dessas ideias, não podemos deixar de considerar que os conceitos apresentados acima, podem soar muito complexo para serem ensinados no nível de ensino fundamental. Mas, apesar disso, entendemos que se forem pedagogicamente elaborados ou, ainda, forem acompanhados por experiências em um ambiente de aprendizagem adequado, poderão promover a apropriação daqueles conceitos e gerar atitudes que orientem as decisões dos alunos em relação à tecnologia.

APÊNDICES

Apêndice A – Texto: Primeiros estudos para entender o Magnetismo.

A primeira e mais importante tentativa experimental de entender o magnetismo, foi devida a Pierre Pelerin de Maricourt (1240-?) também conhecido como Petrus Peregrinus, que escreveu o mais antigo tratado de física experimental em 1269. Este fez experiências com uma magnetita esférica, colocando pedaços de ímã em várias regiões, traçou as linhas de campo magnético que se interceptavam em dois pontos. Estes pontos foram chamados de polos do ímã, como analogia aos polos (geográficos) da Terra, sendo que o polo sul de um ímã aponta aproximadamente para o polo norte do planeta. Petrus Peregrinus inovou ao teorizar os fatos observados por meio de experimentos, registrando-os em sua “Epistola de Magnete”. Embora citado e elogiado por Roger Bacon, ele foi ignorado na Europa, até que o astrônomo William Gilbert se referiu a ele em seu trabalho De Magnete em 1600. Dos filósofos naturais que estudaram magnetismo, o mais famoso é William Gilbert de Colchester (1544 – 1603), chamado de “Pai do Magnetismo”, pois sistematizou as especulações sobre o assunto. Vinte anos antes de Sir Francis Bacon, foi um firme defensor do que nós chamamos hoje de método experimental. De Magnete foi sua obra-prima, dezessete anos do seu trabalho registrado, contendo todos os seus resultados. Nesta foi reunido todo o conhecimento sobre magnetismo digno de confiança de seu tempo, junto com suas maiores contribuições. Entre outros experimentos, foram reproduzidos aqueles executados três séculos antes por Peregrinus com a magnetita esférica que foi chamada de terrella (pequena terra), pois Gilbert a idealizou como sendo um modelo atual da Terra e assim foi o primeiro a afirmar que a Terra é um ímã, ou seja, possui um campo magnético próprio.

Bibliografia

BACHA. Maria de Lourdes; Vannucci. João. A “Epistola de Magnete”, de Petrus Peregrinus: experimento, técnica e tecnologia na construção de instrumentos magnéticos. Anais Eletrônicos do 14º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia – 14º SNHCT

Apêndice B – Texto: O Descobrimto e o valor do Eletromagnetismo

A união das ciências

Após séculos de estudos e pesquisas separados, a ligação entre magnetismo e eletricidade foi finalmente encontrada. O feito se deve ao professor dinamarquês da Universidade de Copenhague, Hans Christian Oersted, que, em 1819, observou que a agulha de uma bússola – ao se aproximar de uma corrente elétrica – mudava sua direção.

Hans Christian Oersted foi o primeiro pesquisador a observar a conexão entre eletricidade e magnetismo.

HANS CHRISTIAN OERSTED FOI O PRIMEIRO PESQUISADOR A OBSERVAR A CONEXÃO ENTRE ELETRICIDADE E MAGNETISMO.

Se a agulha magnética da bússola é guiada por um campo magnético, somente a existência de um campo como esse na corrente elétrica explicaria o fato. Assim, Oersted constatou que os dois fenômenos não são independentes, mas que um está no outro. Assim, nasceu o eletromagnetismo, que une as duas ciências que antes existiam isoladamente. A percepção da existência do eletromagnetismo levou ao desenvolvimento de transformadores, motores e geradores elétricos e até mesmo da comunicação sem fio.

A partir disso, os cientistas tiveram maior embasamento para desenvolver seus estudos, levando a novas invenções e a consequente evolução das tecnologias. Um exemplo disso foi André-Marie Ampère que, fascinado com a descoberta de Oersted, criou a eletrodinâmica, que é o estudo da energia elétrica em movimento.

A importância de Faraday

A essa altura, todos os cientistas que estudavam eletricidade e magnetismo sabiam que a corrente elétrica produzia campo magnético. Mas e o inverso? A questão foi respondida exatamente no dia 29 de agosto de 1831 pelo físico e químico inglês, Michael Faraday. Contudo, foi um longo caminho até a solução do mistério.

O futuro pesquisador teve uma infância difícil e começou a trabalhar já aos 13 anos como auxiliar em uma livraria. O contato com os livros de ciência despertou a curiosidade do garoto que até então sabia apenas ler e escrever, mas aprendeu ciência lendo todos os livros que foram permitidos em seu trabalho.

Apesar do interesse, Faraday não havia realizado nenhum experimento até saber da descoberta de Oersted. Dessa forma, a partir de 1820, Faraday – assim como diversos outros cientistas de sua época – entrou em contato com o eletromagnetismo. Seu conhecimento mais aprofundado sobre o fenômeno teve início quando se tornou assistente do professor, químico inglês e presidente do Royal Society, Humphry Davy.

Faraday registrou em um caderno todas as experiências relacionadas ao eletromagnetismo realizadas por Davy e as informações dadas por seu tutor em conferências durante sete anos. Seu trabalho em conjunto com Davy no Royal Society levou o editor da Revista *Annals of Philosophy* – importante publicação da época – a convidá-lo a escrever sobre o novo campo de pesquisas eletromagnéticas.

Para redigir seu artigo, Faraday reproduziu várias experiências que conheceu por meio de livros, dando novas interpretações aos resultados. Foi assim que o cientista conseguiu entender melhor a experiência de Oersted e deu início a novos trabalhos usando fios condutores de energia e ímãs. O resultado foi a obtenção de rotações desses materiais, ou seja, a transformação de eletricidade em energia mecânica.

A descoberta fez com que Faraday conseguisse o respeito da comunidade científica. Ele chegou a trocar correspondências com Ampère sobre as pesquisas que ambos realizavam e suceder Davy na superintendência do Royal Society. “Faraday era extremamente pobre e se tornou o cientista mais importante de sua época”, acrescenta o professor José Roberto Cardoso.

Em 28 de dezembro de 1824, ele fez uma experiência que iniciou seu caminho para a descoberta da indução magnética. O objetivo do estudo era verificar se os ímãs teriam algum efeito sobre correntes elétricas, já que o contrário já havia sido comprovado por Oersted. Para isso, colocou um ímã em um solenóide ligado aos polos de uma bateria, mas, infelizmente, não foi dessa vez que Faraday conseguiu observar algum fenômeno.

O fracasso experimental foi repetido nos anos subsequentes até que, em 29 de agosto de 1831, ele conseguiu observar a formação de uma corrente elétrica a partir de outra corrente. Meses depois, em 17 de outubro, Faraday conseguiu obter eletricidade por meio de uma variação em um campo magnético e conseguiu mais um feito: esse seria o embrião da criação do gerador, o dínamo.

Com isso, Faraday inventou a chamada “lei de indução eletromagnética” ou “lei de Faraday-Neumann-Lenz”, que levou ao desenvolvimento do transformador. Em uma tradução simples, a lei seria a seguinte: “o sentido da força eletromotriz induzida é aquele que tende a se opor à variação do fluxo magnético através da espira”. Segundo o professor Cardoso, “a engenharia elétrica propriamente dita começou a partir disso”.

Naquele mesmo ano, Faraday anunciou a criação da lei de indução eletromagnética, mas ela não foi divulgada sob a forma de uma equação, como se apresenta hoje. Isso só aconteceu com a descrição das quatro leis fundamentais do eletromagnetismo por James Clerk Maxwell, em 1860.

Maxwell estudou todo o conhecimento prévio sobre os fenômenos eletromagnéticos e compilou as pesquisas. Seu trabalho pode ser resumido em quatro equações, denominadas Equações de Maxwell, que constam no livro *Treatise of Electricity*. “O eletromagnetismo era experimental até então. Com Maxwell virou teoria”, explica Cardoso.

O cientista também “previu”, em 1865, que o campo magnético era capaz de se propagar no espaço – hoje chamado de teoria das ondas eletromagnéticas –, mas ainda não tinha condições de comprová-la. O físico alemão, Heinrich Hertz, conseguiu executar experiências e comprovar a teoria de Maxwell 23 anos depois.

Aos 30 anos, Maxwell deixou os experimentos científicos de lado para atender a um pedido do rei britânico: desenvolver e cuidar do Laboratório Cavendish, da Universidade de Cambridge. Cardoso conta que foi a partir da criação deste laboratório que as tecnologias da área se desenvolveram rapidamente. “Não eram mais pessoas trabalhando isoladamente, mas sim grupos e empresas”, conta o professor.

O Laboratório de Cavendish é muito importante para a ciência até os dias atuais e já laureou 29 prêmios Nobel. O último deles foi o Nobel de Medicina, devido à descoberta da estrutura do DNA humano, em 1959. Por todas as contribuições feitas para a sociedade científica, Cardoso considera Maxwell um dos mais

importantes cientistas da história. “No ano de sua morte, nasceu Albert Einstein, que criou a teoria da relatividade se baseando em conhecimentos prévios de Maxwell”.

Bibliografia:

GOEKING, Weruska. Revista O Setor Elétrico. Edição 54 - Julho de 2010
<<http://www.osestoreletrico.com.br/web/a-revista/edicoes/409-o-descobrimiento-e-o-valor-do-eletromagnetismo.html>>



Apêndice C – Texto: Explicação dos fenômenos magnéticos.

⁴ Todos os fenômenos magnéticos podem ser explicados pelo movimento de cargas elétricas. As propriedades magnéticas de um ímã são determinadas pelo comportamento de alguns de seus elétrons. Um elétron pode originar um campo magnético de dois modos diferentes:

- girando em torno do núcleo de um átomo (figura 16a);
- efetuando um movimento de rotação em torno de si mesmo — *spin* (figura 16b).

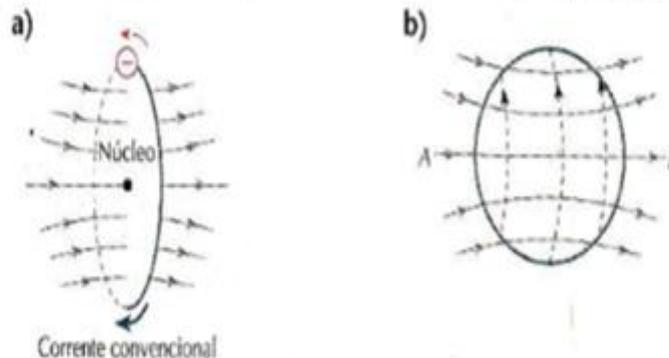


Figura 16. Modos de um elétron originar um campo magnético.

No caso **a**, o movimento do elétron é equivalente a uma espira circular percorrida por corrente; esse movimento origina um campo magnético semelhante ao da espira. Essa espira possui pólos norte e sul equivalendo a um pequeno ímã denominado **ímã elementar** (figura 16a).

No caso **b**, o elétron pode ser visualizado como uma pequena nuvem esférica de carga negativa, girando ao redor de um eixo, tal como o eixo *AB* na figura 16b. Esse efeito determina um campo magnético novamente semelhante ao de uma espira circular percorrida por corrente, equivalendo também a um ímã elementar.

⁵ A maioria das substâncias não apresenta fenômenos magnéticos externos, porque, para cada elétron girando ao redor de um núcleo em determinado sentido, existe outro elétron efetuando giro idêntico em sentido oposto, o que determina a anulação dos efeitos magnéticos. Por outro lado, para cada elétron com o *spin* em determinado sentido, há um outro com *spin* em sentido oposto, de modo que os efeitos

magnéticos são novamente anulados.

Uma espira percorrida por corrente elétrica e colocada em posição qualquer, dentro de um campo magnético uniforme de indução \vec{B} , fica sujeita a um binário que a dispõe perpendicularmente ao campo, conforme vimos no item 4. O mesmo ocorre com a espira circular da figura 17a.

Coloquemos um ímã em forma de barra em posição qualquer num campo magnético uniforme. Os elétrons responsáveis pelas propriedades magnéticas do ímã constituem pequenas espiras sujeitas à ação de um binário semelhante ao que age numa espira circular percorrida por corrente elétrica e colocada no campo (figura 17b). Por isso, o ímã fica paralelo ao vetor indução magnética \vec{B} com o pólo norte no mesmo sentido do campo. Se olharmos no sentido do pólo sul para o pólo norte, notamos que os elétrons estão girando no sentido anti-horário, sendo equivalentes à corrente elétrica convencional que passa pela espira circular, no sentido

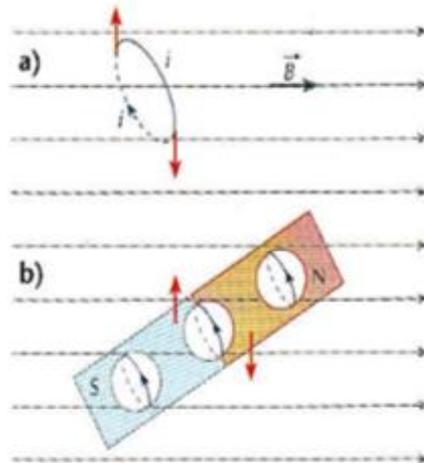


Figura 17. A disposição de um ímã em forma de barra em um campo magnético uniforme é semelhante à de uma espira percorrida por corrente. Os sentidos de rotação indicados no ímã são os dos elétrons.

Eletricidade

Quando o pólo norte de um ímã é aproximado do pólo sul de outro ímã, os elétrons dos dois ímãs giram no mesmo sentido (figura 18).

A força que se manifesta entre os pólos é, portanto, consequência da atração entre condutores percorridos por correntes de mesmo sentido.

Por outro lado, quando se aproximam os pólos norte de dois ímãs, os elétrons desses ímãs giram em sentidos opostos (figura 19). A força que se manifesta entre os pólos é, portanto, consequência da repulsão entre condutores percorridos por correntes de sentidos contrários.

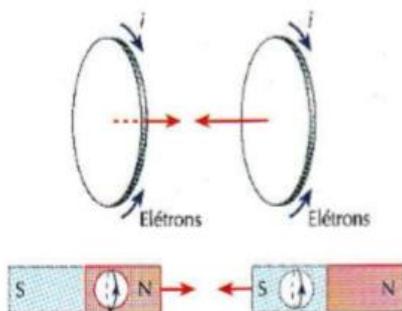


Figura 18. O pólo norte atrai o pólo sul de modo semelhante à atração entre condutores percorridos por correntes de mesmo sentido.

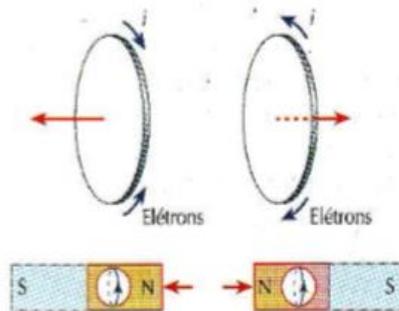


Figura 19. A repulsão entre dois pólos norte é semelhante à repulsão entre condutores percorridos por correntes de sentidos contrários.

Um dos fenômenos magnéticos é a atração de objetos de ferro pelo ímã. Os elétrons responsáveis pelas propriedades magnéticas do prego de ferro são facilmente orientados.

Bibliografia:

RAMALHO, Júnior Francisco, 1940 – Os fundamentos da física – 9. ed. ver. e ampl. – São Paulo: Moderna, 2007. pgs.328, 329.

Apêndice D – Texto: Substâncias Magnéticas.

As substâncias podem ser classificadas em três grupos como veremos a seguir.

1ª) Diamagnéticas:

Em nível microscópico, considera-se que o diamagnetismo é devido ao movimento orbital dos elétrons. Quando uma substância diamagnética é submetida a um campo magnético externo de intensidade B_0 , os movimentos orbitais dos elétrons são tais que criam um campo de polaridade oposta, de modo que o campo resultante tem intensidade $B < B_0$.

2ª) Paramagnéticas:

O paramagnetismo é devido aos *spins* dos elétrons. Normalmente existem elétrons não emparelhados que produzem campos magnéticos em todos os sentidos, de modo que o efeito magnético total é nulo (figura 23a). Quando uma substância paramagnética é submetida a um campo magnético externo de intensidade B_0 , ocorre o ordenamento dos *spins* eletrônicos, gerando um campo magnético com a mesma direção e sentido de \vec{B}_0 (figura 23b). Em consequência, o campo resultante tem intensidade $B > B_0$. Nessas substâncias existe também o efeito diamagnético, mas ele é pouco acentuado em comparação com o efeito paramagnético e pode ser desconsiderado.

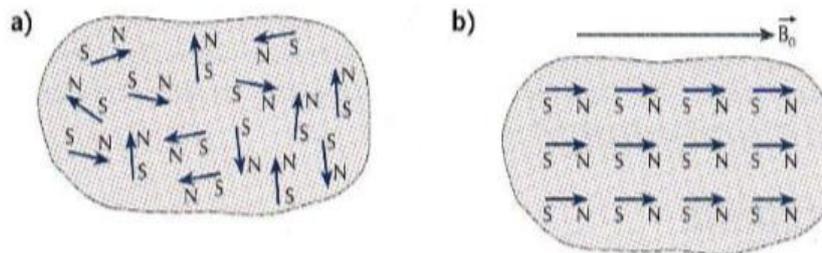


Figura 23. Comportamento de uma substância paramagnética.

3ª) **Ferromagnéticas:** São elas: ferro, cobalto, níquel, gadolínio, disprósio e ligas especiais, em particular o aço temperado da experiência descrita anteriormente.

Essas substâncias, quando imantadas, contribuem enormemente para o aumento da intensidade do campo, verificando-se que B pode ser aumentado muitas vezes.

O ferromagnetismo pode ser considerado um paramagnetismo acentuado. Nas substâncias ferromagnéticas, há regiões onde, mesmo na ausência de um campo externo, os *spins* estão espontaneamente orientados. Tais regiões são denominadas **domínios de Weiss*** (figura 24). Quando uma substância ferromagnética é submetida a um campo magnético externo de intensidade B_0 , os domínios giram para se dispor na direção e no sentido de \vec{B}_0 . Isso faz com que o campo resultante seja bem mais intenso que o campo original (B muitas vezes maior do que B_0).



Bibliografia:

RAMALHO. Júnior Francisco, 1940 – Os fundamentos da física – 9. ed. ver. e ampl.
– São Paulo: Moderna, 2007. pgs. 330,331.

Apêndice E – Texto: Conceito Inicial de Campo Magnético

Na região do espaço que envolve um ímã, na qual ele manifesta sua ação, dizemos que se estabelece um *campo magnético*. Como é feito na Eletrostática, em que a cada ponto de um campo elétrico associa-se o *vetor campo elétrico* \vec{E} , no campo magnético, a cada ponto associamos o *vetor* \vec{B} , chamado *vetor indução magnética*. A intensidade do vetor indução magnética é medida no SI em uma unidade denominada tesla (T).

A orientação do vetor \vec{B} num ponto P é determinada pela orientação de uma pequena agulha magnética colocada nesse ponto (Fig. 4). O pólo norte da agulha aponta no sentido de \vec{B} . Se a agulha for deslocada a partir de um ponto próximo do pólo norte do ímã reto da figura 4, sempre na orientação que a bússola está indicando, o seu centro traçará uma linha. Essa linha, que é *tangente* ao vetor \vec{B} e orientada no seu sentido, chama-se *linha de indução*.

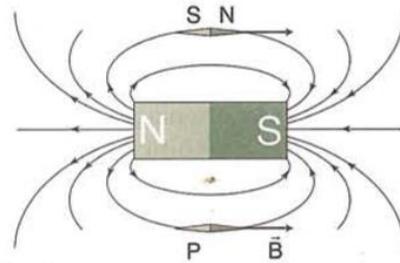
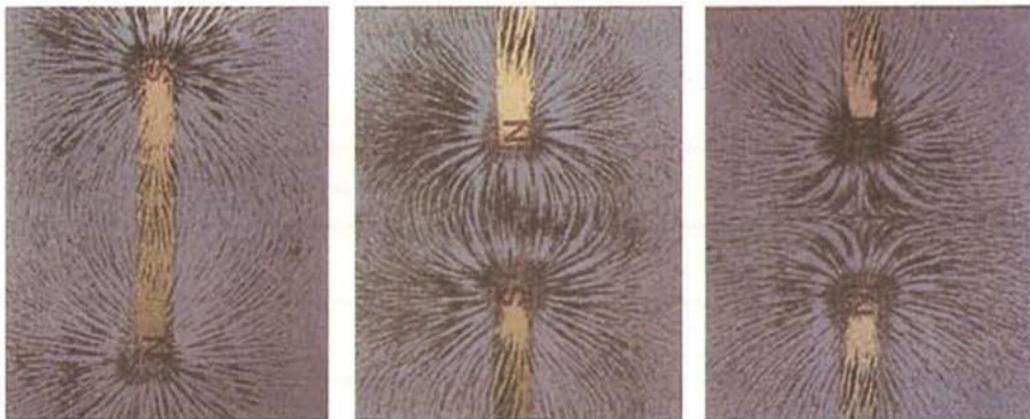


Fig. 4

Começando em vários pontos, muitas linhas podem ser desenhadas como indica a figura 4. Cada linha começa no pólo norte e termina num ponto correspondente do pólo sul. Notemos que perto dos pólos, onde as propriedades do ímã se manifestam com maior intensidade, as linhas estão mais próximas.

Quando minúsculos pedaços (*limalha*) de ferro são salpicados sobre um ímã, eles aderem conforme a figura 5. Cada limalha de ferro funciona como uma pequena agulha magnética, alinhando-se na direção das linhas de indução do campo.



a)

b)

c)

Campos magnéticos agindo sobre limalha de ferro produzidos por:

a) barra magnética

b) duas barras magnéticas (atração)

c) duas barras magnéticas (repulsão)

Fig. 5

Bibliografia:

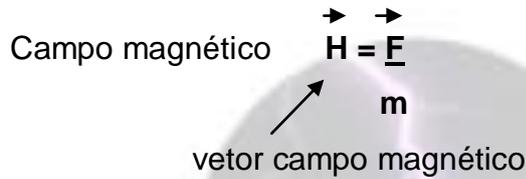
FERRARO, Nicolau Gilberto, Soares, Paulo Antonio de Toledo. 1940 – Física básica: volume único – São Paulo: Atual, 1998. pg.627

Apêndice F – Texto: Linha de indução magnética, Indução Magnética.

1. A linha de indução coincide com a linha de força. Usamos a expressão linha de força quando nos referimos ao campo magnético \vec{H} ; e a expressão linha de indução, quando nos referimos a indução magnética \vec{B} .

As linhas de indução têm características comuns às linhas de força. Assim, em campo magnético uniforme, as linhas de indução são retas e paralelas.

Suponha uma massa magnética m submetida a uma força magnética F .



$$\vec{H} = \frac{F}{m}$$

A força que atua na massa magnética m , colocada em campo magnético depende:

- da própria massa m ;
- do fator vetorial \vec{H} , que não depende de m , mas sim, do ponto onde ela é colocada.

2. Chamamos de indução magnética em um ponto, ao produto de permeabilidade magnética do meio pelo campo magnético nesse ponto.

$$\vec{B} = \mu \vec{H}$$

$$3. \vec{H} = \frac{1}{\mu} \frac{\vec{M}}{d^2}$$

massa magnética que produz o campo magnético

$$\vec{B} = \mu \frac{1}{\mu} \frac{\vec{M}}{d^2} = \frac{\vec{M}}{d^2}$$

Concluimos que, quando o campo magnético é **produzido por um ímã**, a indução B , num ponto depende exclusivamente da massa magnética que produz o campo e da distância do ponto à massa magnética, **mas não depende do meio**.

Indução e imantação representam, ambas, o quociente de uma massa magnética/área. Motivo pelo qual essas duas grandezas são avaliadas nas mesmas unidades. São grandezas físicas da mesma espécie.

4. Indução magnética é o fenômeno pelo qual um corpo se imanta quando colocado perto de um ímã já existente. O corpo que já está imantado é chamado de indutor. O corpo que se imanta por indução é chamado induzido.

Chama-se material magnético àquele que é capaz de se imantar.

Bibliografia:

Anotações: Contribuições feitas pelo Membro interno da banca – UFMS: Prof.. Dr. Hamilton Perez Soares Corrêa.



3 LINKS DE VÍDEOS UTILIZADOS NESTE TRABALHO

- Atração ímã e diferentes materiais (<https://youtu.be/usdE-cPvVrc>)
- Demonstração das linhas de um campo magnético (<https://youtu.be/Ln4JkbQI00Y>)
- Imanes "Inteligentes" / Experimento de magnetismo (<https://youtu.be/3baOE1IShwM>)
- Faça uma bússola caseira com uma agulha (<https://youtu.be/1ItwpRkaKg0>)
- Cómo imantar/magnetizar y desimantar/desmagnetizar un destornillador (<https://youtu.be/JRiSIXBV-aw>)
- Experimento con Magnetismo (<https://youtu.be/R3II7kAApzo>)
- Aurora Borealis Full [Hd] Video - Vangelis - Rachel's Song - Northern Lights- Blade Runner theme (<https://youtu.be/aa5Lc6BXIFA>)
- Publicidad en los Adolescentes (<http://www.youtube.com/watch?v=mNQ6Ds905Cw>)

