

**Física – Material de apoio – 2º MAT – 3º Bimestre – PROFª CRIS****MAGNETISMO**

Constam aqui alguns trechos de artigos.

“A força magnética e anímica ou imita uma alma;  
em muitos aspectos ela ultrapassa a alma humana uma vez  
que esta está unida a um corpo orgânico.”

De Magnete Livro V cap. 12 W. Gilbert (1600)

**Você já observou as trilhas de formigas trazendo comida para o formigueiro? Já pensou como é que o pombo se orienta para voltar ao lar quando está distante dezenas de quilômetros?**

**Introdução**

A história do magnetismo começou com um mineral chamado magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), a primeira substância com propriedades magnéticas conhecida pelo homem. Sua história anterior é obscura, mas seu poder de atrair ferro já era conhecido séculos antes de Cristo. A magnetita está amplamente distribuída. No mundo antigo, os depósitos mais abundantes ocorriam na região chamada Magnésia, localizada no que é hoje a Turquia, e a palavra magneto é derivada de uma similar grega, que se diz ter vindo do nome dessa região.

No século III a. C., adivinhadores chineses da sorte operavam com duas placas, uma sobre a outra. A placa superior representava o céu e girava num pivô colocado sobre a placa inferior, que simbolizava a Terra. Além disso, na placa superior estava representada a constelação da Ursa Maior, que gira, no céu, ao redor do eixo Norte-Sul. O adivinho atirava contra as placas algumas peças de magnetita, que simbolizavam vários objetos, e de suas posições o futuro era deduzido. Uma das peças simbolizava a constelação da Ursa Maior e tinha a forma de uma colher. Com o tempo, colheres rotativas substituíram toda a placa superior e como essas colheres sempre se orientavam na direção Norte-Sul, os adivinhos se convenceram de que eram verdadeiramente objetos mágicos. Essa é, na verdade, a essência da bússola magnética, que se tornou um objeto familiar já no século I d. C. No século VI, os chineses descobriram que pequenas agulhas de ferro podiam ser magnetizadas caso fossem esfregadas com um pedaço de magnetita. Como a utilização da agulha magnética trouxe maior precisão na observação das direções magnéticas, os chineses também descobriram que o Norte e o Sul magnéticos não coincidiam com o Norte e o Sul geográficos, descoberta que só foi feita no Ocidente após mais de setecentos anos. Ainda mais tarde os chineses perceberam que era possível magnetizar o ferro aquecendo-o ao rubro e deixando-o esfriar estendido na direção Sul-Norte. No século XII, a bússola magnética era comum nos navios chineses. No Ocidente, o seu uso se iniciou pelo menos cem anos depois.

O primeiro a escrever sobre o magnetismo no Ocidente foi Peter Peregrinus, que exercia, ao que parece, as funções de engenheiro militar no exército do rei da Sicília, no século XIII. Peregrinus escreveu um tratado datado de 1269 onde, além de descrever a magnetita e suas propriedades, definia a propriedade do ímã de apontar sempre para o Norte, mencionava pela primeira vez o termo pólo magnético e explicava como um ímã, quando partido em dois, se transformava em dois ímãs. O tratado continha, ainda, uma tentativa de aplicar a força magnética para gerar um movimento perpétuo e uma menção da declinação magnética, isto é, do fato de o ímã apontar para o norte magnético e não para o Norte geográfico.

O segundo a escrever sobre esse assunto no Ocidente foi o fabricante de instrumentos inglês Robert Norman, cujo livro apareceu em 1581 contendo um pequeno discurso sobre ímãs e uma descrição da inclinação magnética, isto é, da inclinação da agulha magnética em relação à horizontal, que difere de um lugar para outro. Mas o trabalho mais significativo desse tempo e o mais completo desde o tempo de Peter Peregrinus foi o livro De Magnete, publicado em Londres, em 1600, por William Gilbert, na época médico da rainha Elizabeth I.

O livro discutia a bússola magnética, o comportamento do ímã propriamente dito, com seus poderes de atração e repulsão, a distinção entre a ação magnética e a ação (elétrica) do âmbar e o envolvimento de cada ímã por uma "órbita invisível de virtude", que afetava qualquer pedaço de ferro que fosse colocado em sua vizinhança. O livro discutia, também, como um ímã de forma esférica poderia desempenhar o papel da Terra e com o auxílio de pequenos ímãs, demonstrava o comportamento daquilo que hoje chamamos de campo magnético terrestre, explicando a propriedade da agulha da bússola de sempre apontar para o Norte ou para o Sul, a declinação magnética e a inclinação magnética.

Por mais de um século e meio depois de Gilbert, nenhuma descoberta de importância fundamental foi realizada, embora houvessem muitos melhoramentos práticos na construção de magnetos. Assim, no século XVIII construíram-se muitos magnetos compostos de ferro, formados de muitas lâminas de ferro magnetizadas presas juntas, que levantavam corpos de ferro com pesos 28 vezes maior que seus próprios pesos. Isso é mais notável quando observamos que existia um único modo de fazer magnetos naquela época: o ferro ou o aço tinham que ser esfregados com um ímã ou com outro magneto que por sua vez tinha que ter sido esfregado com ímã.

No século XIX, o professor dinamarquês Hans Christian Oersted conseguiu provar experimentalmente, em 1820, que quando uma corrente elétrica passava ao longo de um fio aparecia um campo magnético e André-Marie Ampère, na França, entre 1821 e 1825, esclareceu o efeito de uma corrente sobre um ímã e o efeito oposto, de um ímã sobre uma corrente.

A pesquisa em materiais com propriedades magnéticas começou, pode-se dizer, com a invenção do eletromagneto, em 1825, uma vez que com ele se tornou possível obter campos magnéticos muito mais intensos do que aqueles produzidos

por ímãs ou magnetos feitos com eles. Nos anos seguintes, Michael Faraday, na Inglaterra, iniciou suas pesquisas argumentando que se uma corrente num fio produzia efeitos magnéticos, como Ampère tinha demonstrado, o inverso poderia ser verdadeiro, isto é, um efeito magnético poderia produzir uma corrente elétrica. Para testar essa hipótese, Faraday enrolou duas espiras de fio num anel de ferro, uma ligada a uma bateria e a outra, ligada a um medidor de corrente elétrica, verificando a existência, na segunda espira, de uma corrente temporária quando ligava e desligava a bateria. Noutra experiência, Faraday usou uma espira enrolada em uma haste de ferro e dois ímãs em forma de barra para demonstrar que os ímãs, por si sós, podiam produzir uma corrente. Para explicar como a eletricidade e o magnetismo podiam afetar um ao outro no espaço vazio, Faraday propôs a idéia de um campo, imaginando linhas de força magnética tanto mais próximas umas das outras quanto mais intenso era esse campo e supondo que essas linhas tendiam a se encurtar sempre que possível e a se repelir mutuamente. Mais tarde, em 1837, Faraday introduziu também a idéia de linhas de força elétrica.

A análise matemática completa dos fenômenos elétricos e magnéticos aceita hoje apareceu em 1873, quando o escocês James Clerk Maxwell publicou seu Tratado sobre Eletricidade e Magnetismo.

A palavra “magnetismo” tem origem na Grécia, pois foi na cidade grega chamada Magnésia que se descobriu uma certa “pedra” que tinha o poder de atrair objetos de ferro. Essa pedra, mais tarde denominada “magnetita”, é um ímã natural constituído de óxido de ferro. A palavra “ímã” surgiu do termo francês “aimant”, que significa amante, exatamente pelo poder de atração que o ímã possui. Observou-se que um pedaço de ferro colocado perto de ou em contato com um ímã natural, adquiria as mesmas propriedades de atração do ímã. Assim, tornou-se possível obter ímãs artificiais. Embora os ímãs possuam propriedades de atração e repulsão, semelhantes às das cargas elétricas, existe uma diferença fundamental entre o magnetismo e a eletricidade: cargas elétricas, positivas ou negativas, podem ser obtidas pelo processo simples de atrito entre dois materiais diferentes, mas jamais foram encontrados ou produzidos pólos magnéticos isolados. Isso significa que a divisão de um ímã sempre dá origem a outros ímãs.

Um interessante fenômeno magnético é a levitação magnética, ou seja, a possibilidade de se sustentar um objeto através da repulsão magnética. A aplicação mais espetacular desse efeito reside na construção de trens ultra-rápidos que se deslocam sem contato com os trilhos. A realização prática da levitação magnética pode ser feita empregando supercondutores (materiais que resfriados apresentam resistência elétrica nula) ou ímãs permanentes. Existem atualmente no mundo diversos projetos de trens empregando levitação magnética, com potencial de viajar a uma velocidade de 500 km/h (figura 4). É provável que o interesse da humanidade pelo magnetismo tenha começado há milhares de anos, quando o homem conheceu o poder dos ímãs sobre certos materiais. De lá para cá, vários novos fenômenos foram descobertos, explicados e muitos se transformaram em utensílios sem os quais nosso dia-a-dia seria muito mais difícil. Outros fenômenos, recém-descobertos, estão aos poucos revelando aplicações intrigantes e promissoras. E tudo isso é apenas parte do fascinante mundo do magnetismo.

<http://www.cbpf.br/RevistaCBPF>

## **Magnetismo**

### **CRONOLOGIA**

**Séculos antes da Era Cristã** - Gregos conheciam um mineral chamado “lodestone”, óxido de ferro, da região de Magnesia.

**2700 A.C.** - Registros do uso de bússolas rústicas feitas de Lodestone pelos chineses.

**1000-1200 D.C.** - Bússolas para navegação largamente utilizadas.

**1600** - William Gilbert considerado o pai do magnetismo publica os primeiros conhecimentos afirmando que a Terra é um grande ímã.

**1820** - Oersted descobre a relação entre eletricidade e magnetismo; Ampere determinou que duas bobinas carregando corrente elétrica agem como ímãs; Arago descobre que o ferro pode ser magnetizado e Faraday afirma que eletricidade pode ser gerada trocando o fluxo magnético dentro de uma bobina.

**1920** - Ímãs de maior capacidade magnética são desenvolvidos : o Alnico.

**1950** - Significantes desenvolvimentos de ímãs cerâmicos orientados (Ferrites).

**1970** - Impressionantes aumentos de forças magnéticas foram obtidas a partir de ligas de Samário Cobalto (Terras Raras) porém com custos muito altos.

**1980** - Da família Terras Raras os ímãs de Neodímio Ferro Boro surgiram com capacidades magnéticas ainda maiores e com menor custo, porém muito sensíveis às altas temperaturas.

## **Gilbert e o magnetismo**

Como dissemos, na antiga Grécia já era conhecido o fato de que a magnetita podia atrair pedaços de ferro. Mesmo os termos magnetismo e magnetita têm origem um tanto obscura. Ao que parece que estão ligados à região de Magnésia, lugar da Grécia onde, pela primeira vez, suas propriedades foram descobertas.

Uma outra propriedade de uma barra de magnetita era de orientar-se na direção Norte-Sul. A descoberta desse fato parece pertencer aos chineses, que usavam barras de magnetita, como as bússolas modernas, para a navegação. Como isso é importante para o comércio, seu estudo tinha grande importância econômica.

Gilbert achava que uma explicação para esse movimento da agulha de magnetita era que o planeta Terra devia ser um grande ímã. Para tentar comprovar sua teoria, construiu uma esfera usando magnetita. Ele a chamou de Terrela, isto é, a pequena Terra. Com sua Terrela, pôde verificar que, quando colocava uma pequena bússola sobre ela, a bússola se orientava numa certa direção, aproximadamente como o fazem as bússolas colocadas em qualquer lugar na Terra: mostram a direção Norte-Sul.

Esse procedimento de "mapear" a Terrela com auxílio de uma bússola, para saber em que direção estava apontando a força magnética, foi bastante importante para a construção do conceito de campo magnético. Se marcarmos todas as direções apontadas pela bússola em diferentes partes da Terrela, obteremos uma representação do campo magnético da Terrela.

Mas Gilbert também se interessava pelo estudo do campo magnético produzido por ímãs de outras formas. Por exemplo, ímãs em forma de barra.

Veja que, até agora, estamos falando de instrumentos parecidos com bússolas, ponteiros que giram em um plano. Gilbert queria conhecer mais sobre o campo magnético terrestre e se perguntou qual sua orientação espacial. Para isso, construiu uma bússola em três dimensões, ou seja, uma cujo ponteiro pode indicar qualquer posição no espaço. Quando colocada num certo lugar da Terra, ela vai apontar se o campo magnético naquele ponto está dirigido mais para cima, mais para baixo ou se, efetivamente, é horizontal. Tais bússolas são chamadas bússolas de declinação.

Todo barco e, na verdade, qualquer pessoa que se aventure em lugares desconhecidos -- pode usar o moderno sistema de GPS, no qual satélites medem qual é a posição exata da pessoa na superfície da Terra. Mas isso é só agora. Desde os chineses, há quase mil anos, até muito recentemente, a bússola foi o principal meio de os homens se orientarem sobre a Terra, com grande impacto sobre a história, as descobertas e a economia mundiais.

O nome de **magnetismo** resultou do nome de Magnésia, cidade da Ásia Menor (onde hoje é a Turquia), onde existia na Antiguidade um minério chamado magnetite (também chamada pedra-íman ou pedra magnética) que possuía a propriedade de atrair objetos ferrosos à distância (sem contato físico).

Os **materiais magnéticos** apresentam enorme gama de aplicações práticas:

- em motores,
- alto-falantes,
- microfones,
- como meio de registro magnético (memórias, discos rígidos, fitas magnéticas, etc.)
- ou registro magneto-óptico (discos ópticos regraváveis, etc).
- navegação.

### **LUCRÉCIO (60 a.C.), *De natura rerum*, 906-16, 998-1011, 1042-56.**

... Os homens admiram esta pedra; com efeito, muitas vezes se vê formar uma cadeia com vários anéis que dela pendem....

... Eu mesmo vi saltarem pedaços de ferro da Samotrácia e enfurecer-se limalha de ferro dentro de taças de bronze, sempre que se lhe punha por debaixo esta pedra magnete: a tal ponto pareciam impacientes por fugirem da pedra....

### **KHOU TSUNG-SHIH (1116), *Pên Tshao Yen I*, cap. 5, p. 5a.**

... A pedra-do-amor [*tzhu shih*] tem uma cor meio roxa, e sua superfície é um tanto áspera. Ela inala agulhas ou [pequenos pedaços de] ferro, que podem aderir uns aos outros em uma ligação em série – portanto ela é comumente chamada de pedra que atrai o ferro. A pedra-misteriosa [*hsüan shih*] é outro tipo de pedra-do-amor de cor escura ou negra, mas mais macia; seu uso médico é mais ou menos o mesmo...

## **ELETROMAGNETISMO**

Em 1820, Oersted (em sala de aula) aproximou o ponteiro de uma bússola de um fio por onde passava uma corrente elétrica. Para surpresa geral, o ponteiro mudava sua posição, deixando de indicar o pólo norte. Caso a corrente fosse invertida, invertia-se também a posição do ponteiro. Ficava claro que a presença de uma corrente elétrica no fio perturbava as propriedades magnéticas das proximidades.

Esta idéia ganhou força com os experimentos de outros eminentes físicos da época. Dessa maneira esta feita a conexão entre eletricidade e magnetismo que até então eram tratados de maneira inteiramente independente. Entretanto o extraordinário desenvolvimento científico e tecnológico do Eletromagnetismo moderno mostrou que não existe diferença alguma entre o campo magnético devido a um ímã e aquele originado por uma corrente.

## **Bibliografia:**

Eisberg, R.M., "*Fundamentos da Física Moderna*". Editora Guanabara Dois, São Paulo – SP

Ramalho, Nicolau e Toledo, "*Os Fundamentos da Física*". Vol3, Editora Moderna, São Paulo – SP

Halliday e Resnick, "*Fundamentos de Física*" Vol 3,

[www.ufsm.br/gef/Eleto.htm](http://www.ufsm.br/gef/Eleto.htm)

[www.if.ufrgs.br](http://www.if.ufrgs.br)

[www.fflch.usp.br](http://www.fflch.usp.br)

<http://educar.sc.usp.br>