

# **Produção de bússola de copo d'água utilizando um solenóide, direcionado ao ensino, e construção da bússola Olmeca.**

Emiliano Augusto Chagas: 001627

Orientador: Dirceu da Silva

Instituto de Física Gleb Wataghin

Universidade Estadual de Campinas

## **Resumo**

Neste presente trabalho em forma de guia para professores, discuto como é possível utilizar uma bússola de copo d'água para o ensino, tanto fundamental como médio, e também sua produção, com o uso de materiais de baixo custo, por meio de um material ferromagnético em um solenóide ligado a uma pilha comum.

Também a produção do que possivelmente os Olmecas já conheciam, uma bússola feita de magnetita sobre mercúrio.

## **1 - Introdução**

Conceitos ligados ao eletromagnetismo são muitas vezes difíceis de entender por não fazerem parte do dia-a-dia. Uma alternativa a este problema é levar à sala de aula experimentos de física relacionados com eletromagnetismo e desvendar os conceitos relacionados ao experimento.

A construção de uma bússola de copo d'água através de uma agulha magnetizada, por exemplo, é interessante devido ao custo baixo dos materiais, o que é muito importante para um professor do estado, e por relacionar conceitos de eletromagnetismo como por exemplo o ferromagnetismo e a criação de campo magnético através de uma corrente passando por um fio, o que pode auxiliar os alunos a uma melhor compreensão de outros fenômenos relacionados.

Para tanto, este trabalho foi dividido para atender alunos do ensino fundamental, e também médio. No último, ainda divido o experimento em dois conforme o tempo disponível para o professor que for usar este trabalho como guia.

E por último, apresento uma bússola primitiva que provavelmente foi construída pela civilização Olmeca quase mil anos antes dos chineses terem feito a sua.

## **2 - Bússola de Copo Para Ensino Fundamental**

Para executar este experimento em sala de aula, o professor de física deve lembrar que os alunos do ensino fundamental não possuem aulas de física, e sim de ciências, ou seja, física, química, biologia e geografia. É muito interessante notar que é possível juntar geografia e física neste experimento.

Por se tratar de alunos com pouca experiência escolar, seria muito difícil (para não dizer impossível) conseguir ensinar conceitos relacionados a eletromagnetismo ou ferromagnetismo, logo o experimento se justifica apenas pela curiosidade e impacto que irá causar, pois se trata de uma situação que não é cotidiana, além de mostrar que é possível localizar a direção norte sul, e assim, permitindo as grandes navegações.

Logo, como não é preciso estender conceitos, a apresentação da bússola pode ser dada em apenas uma aula, sobre geografia e física.

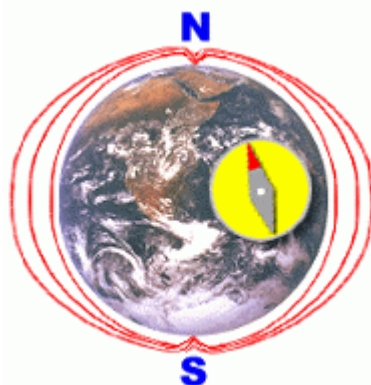
## 2.1 - Materiais

- Fio de cobre de aproximadamente 30 cm.
- Uma agulha de ferro (ainda não imantada).
- Um pedaço fatiado de rolha.
- Uma pilha do tipo AA (1,5V).
- Um copo ou pote com água.

## 2.2 - A Aula

Serão apresentados aqui apenas os pontos chaves para a apresentação do experimento.

Primeiramente o professor deve apresentar a Terra ao aluno, já que será discutido norte e sul, nada mais natural. Após esta introdução, é interessante perguntar á classe, como é possível saber onde é o norte e onde é o sul da Terra. É possível entrar na discussão da orientação pelo sol, mas ai é possível se questionar como fazemos esta orientação á noite.



É ai que entra a bússola. Neste momento já é possível montar o experimento, pode ser muito interessante e divertido construir a bússola em um tom de mágica, mas obviamente o “mágico“ (professor) deve revelar o segredo após o experimento.

Uma forma interessante de apresentar o experimento é inicialmente, sem imantar a agulha através da solenóide, tentar colocar-la em cima da rolha fatiada no copo d’água, e esperar que ela se alinhe com o campo. Após o “fracasso”, o professor irá fazer a “mágica” com a agulha através do solenóide, e este pode ser feito diante da classe, até para mostrar a simplicidade do experimento. E então, já com a agulha imantada, novamente a colocamos em cima da rolha fatiada sobre o copo d’água, e ai sim, a agulha irá se alinhar com o campo.

Neste ponto, deve se mostrar ao aluno, que não importa em que ponto da sala a bússola de copo está, ela sempre irá apontar para a mesma direção.

A explicação que do professor deve ser simples, de que existe um campo magnético na Terra, este campo pode ser explicado como linhas invisíveis, que vão do sul ao norte (geográfico) da Terra (não exatamente o sul e nem exatamente o norte), e que todos os materiais que possuem propriedades magnéticas sentem a presença deste campo. É uma explicação simples e satisfatória para o ensino fundamental.

## 3 - Bússola de Copo Para o Ensino Médio

Para o Ensino Médio, em especial para o terceiro ano, o experimento já se torna mais interessante devido á maturidade escolar dos alunos. É possível aprofundar mais os conceitos de eletromagnetismo, mas não ao nível universitário.

O professor tem diversas opções para realizar o experimento, mas primeiramente ele deve saber quantas aulas ele tem para fazer isto. Em apenas uma aula, o mais importante não é

desenvolver os conceitos de eletromagnetismo com os alunos, mas apresentar e explicar de forma resumida, como foi possível criar esta bússola.

Já em mais de uma aula, seria muito interessante desenvolver separadamente em cada aula, um conceito diferente, por exemplo, na primeira aula apresentar que uma corrente elétrica produz um campo magnético, em outra aula falar de ferromagnetismo, e finalmente apresentar a bússola, algo produzido a partir destes dois conceitos.

Para uma aula sobre o campo magnético criado pela corrente, pode-se utilizar limalhas de ferro em volta do fio, produzindo assim uma idéia das linhas de campo do fio.

Juntando conceitos de ferromagnetismo com o experimento da bússola, é possível tentar produzir uma bússola tentando imantar um palito de fósforo, ou um pedaço de alumínio, e então desenvolver um raciocínio com os alunos logo após confirmar que estas matérias não servem para se fazer uma bússola de copo.

### 3.1 - Materiais

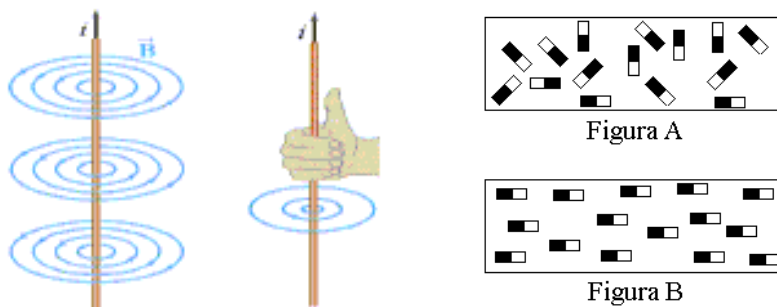
- Fio de cobre de aproximadamente 30 cm
- Uma agulha de ferro (ainda não imantada).
- Um pedaço fatiado de rolha.
- Uma pilha do tipo AA (1,5V).
- Um copo ou pote com água.
- Diversos materiais diferentes em forma de palito

#### 3.2.1 - Apresentação do Experimento Para uma Aula

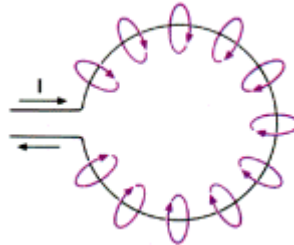
O professor pode começar a aula falando sobre a Terra, neste nível de escolaridade todos os alunos (teoricamente) já devem ter manuseado uma bússola e saber da orientação solar para achar os pontos cardinais. Alguns já podem ter ouvido falar do campo magnético terrestre.

Seria interessante para o professor falar do conceito de campo, em especial do campo magnético. Como em apenas uma aula o intuito do experimento não é efetivar o conceito de eletromagnetismo na cabeça do aluno, uma explicação satisfatória seria a mesma dada para o ensino fundamental: de que existe um campo magnético na Terra, este campo pode ser explicado como linhas invisíveis, que vão do sul ao norte (geográfico) da Terra, e que todos os materiais que possuem propriedades magnéticas sentem a presença deste campo.

Logo, deve ser concluído que uma bússola nada mais é do que um material que possui esta propriedade. A grande pergunta é: será que é possível criar estes materiais? Deve então ser introduzido um conceito de eletromagnetismo: carga em movimento gera campo magnético, e outro bem importante, de materiais ferromagnéticos, uma explicação simples seria a seguinte: os materiais ferromagnéticos são constituídos de um número muito grande de pequenos ímãs naturais, conhecidos como dipolos magnéticos elementares. Quando não estão alinhados (Figura A) e quando estão alinhados (Figura B).



Deve ser explicado para o aluno que os materiais ferromagnéticos são susceptíveis ao campo magnético e que os pequenos dipolos magnéticos elementares tentam se alinhar com o campo magnético, a pergunta é, como seria possível fazer isto da melhor maneira possível? Deve então ser apresentado ao aluno uma espira, e fazê-lo imaginar que, se um material ferromagnético estivesse no meio da espira, mais linhas de campo o atravessariam, após isto, extrapolar para várias espiras para que o aluno veja que desta forma muitas linhas de campo atravessarão o material.



Após apresentar estes conceitos, já é possível que os alunos consigam explicar por que apenas uma agulha em cima de um pedaço de cortiça não conseguiria se alinhar com o campo magnético terrestre (o professor deve fazer o teste). Após isto ele deve questionar a sala, como seria possível a partir de uma agulha, que é um material ferromagnético, criar uma bússola? Já tendo visto todos os conceitos, fica fácil.

O professor então deve fazer um solenóide em volta da agulha e passar uma corrente através de uma pilha, e então finalmente apresentar a bússola de copo.

Outro teste bem interessante é passar o solenóide em outra agulha e aproxima-la da bússola de copo, mas antes perguntar para a classe o que deve acontecer, lembrando que a agulha agora possui propriedades magnéticas, portanto linhas de campo magnético.

Após esta apresentação em apenas uma aula, o aluno do ensino médio provavelmente terá uma imagem mais motivadora da Física, e encontrar motivação para o aluno, sempre é um dos objetivos do professor.

### 3.2.2 - Apresentação do Experimento Para Mais de uma Aula – Mini Curso

O professor que tiver disponível mais de uma aula para executar o experimento, pode desenvolver bem alguns conceitos de eletromagnetismo junto com a experiência. O objetivo neste caso é fazer com que o aluno aprenda estes conceitos, e que receba motivação através de uma série de aulas experimentais e lúdicas.

É possível que o professor apresente o problema da bússola antes de começar a falar em corrente elétrica ou de materiais ferromagnéticos, ou pelo contrário, apresentar os conceitos antes e depois falar da bússola, esta escolha fica a cargo do professor. O mais importante é lembrar que neste caso a produção da bússola não é o único objetivo.

### 3.2.3 - Sobre Eletromagnetismo

O professor pode começar falando sobre o campo elétrico, que uma carga gera um campo, e que se outro material carregado for colocado neste campo, um “sente” a presença do outro, e então ocorre interação entre os dois. Analogamente, quem causa estas linhas de campo magnético, são cargas em movimento.

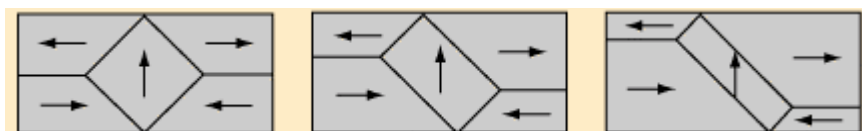
Um experimento interessante para visualizar estas linhas de campo é colocar limalhas de ferro próximas a um ímã, outro de igual importância é de colocar limalhas de ferro perto de um fio por onde passa corrente, a partir disso professor deve instigar o aluno a pensar sobre como seria um campo magnético produzido por um anel, como mostrado na seqüência.



A discussão sobre estes conceitos de eletromagnetismo deve ser bem longa e proveitosa, pois não se trata de um campo fácil da física.

### 3.2.4 - Sobre Materiais Ferromagnéticos

A explicação que pode ser apresentada sobre materiais ferromagnéticos é basicamente a mesma dada anteriormente. Deve ser perguntado aos alunos, por que nem todo material ferromagnético apresenta propriedades magnéticas. O professor neste momento pode apresentar o seguinte desenho, e questionar qual destes materiais ferromagnéticos está magnetizado, explicando que cada bloco onde existe uma seta é um grupo de dipolos magnéticos



Deve ser levado em consideração que quanto maior o grupo de dipolos, maior a resultante, então maior será o campo magnético criado.

Outro ponto importante é explicar que estes materiais ferromagnéticos possuem susceptibilidade a campos magnéticos, e que como o material é composto por diversos dipolos, estes tentam se alinhar com o campo criado por um material magnético externo. Desta forma, é possível questionar os alunos se é mais fácil magnetizar um material ferromagnético a uma temperatura menor ou maior. O professor pode ajudar perguntando em qual dos dois casos é possível criar uma maior mobilidade nos elementos do material.

### 3.2.5 - Sobre a Construção da Bússola

Basicamente a construção e a apresentação da bússola, é a mesma daquela construída para ser executada em apenas uma aula. O diferencial agora é que podemos testar se um palito de fósforo é um material ferromagnético, ou fazer isto para diversos materiais como um pedaço de alumínio e outros que a imaginação conseguir lembrar.

## 4 - Construção da Bússola Olmeca

### 4.1 - Os Olmecas, quem eram?

A antiga civilização Olmeca é chamada atualmente de civilização mãe do Novo Mundo. Parece inconcebível que o homem pôde ter prosperado, trabalhado, construído, elaborado arte e religião em meio à vegetação tropical e pântanos.

A origem dos Olmecas parece ser a mesma de todas civilizações e tribos que habitaram a América. A hipótese mais provável é que entre 25 e 40 mil anos atrás, asiáticos passaram pelo estreito de Bering e povoaram o continente. Mas diferente de outras civilizações, os Olmecas não possuem raízes e desapareceram inexplicavelmente, assim como surgiram. Esta fantástica civilização deu origem a outras duas importantíssimas, os Maias e os Astecas.

**O local onde os Olmecas viviam está hoje localizado nos estados mexicanos de Veracruz e Tabasco, e as três principais cidades deste império, onde os sítios arqueológicos foram instalados, são La Venta, San Lorenzo e Três Zapotes.**

#### **4.2 - O Conhecimento Olmeca**

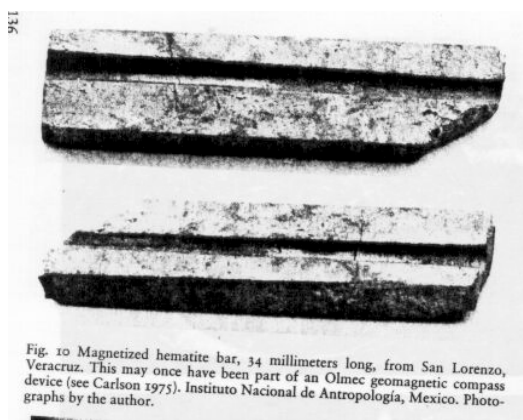
A arte Olmeca é impressionante, se tratando de uma civilização que, até onde sabemos, surgiu 1200 A.C. Entre os grandes feitos artísticos, estão as cabeças colossais, as estatuetas de jade e uma “pirâmide” com 45 metros de altura.

Extremamente interessante são os espelhos Olmecas, uma análise detalhada mostrou que estes espelhos esféricos têm uma precisão muito boa, até hoje não se sabe como eles conseguiam tal feito.

**O mais impressionante foi descoberto em uma escavação em meados da década de 60, uma bússola foi achada no sitio arqueológico de San Lorenzo (a primeira cidade Olmeca) e sua idade é anterior a mil anos antes de Cristo, ou seja, os Olmecas descobriram a bússola muitos séculos antes dos chineses.**

#### **4.3 – A Bússola Olmeca**

A bússola consistia basicamente em um pedaço de magnetita flutuando sobre mercúrio. Este mercúrio era obtido a partir do aquecimento do cinábrio natural. (HgS). Este minério era conhecido dos Olmecas pelo simples fato de que algumas de suas esculturas eram feitas com este material, assim como a magnetita.



No sitio arqueológico onde foi encontrado magnetita não foi achado mercúrio. Portanto não sabemos realmente se os Olmecas fizeram este bússola, tudo leva a crer que eles conseguiram.

Esta bússola pode ser apresentada em sala de aula como curiosidade, pois é realmente fantástico imaginar que o homem há quase tres mil anos já conseguia se orientar através do campo magnético terrestre, usando magnetita sobre mercúrio.

#### **5 – Conclusão**

O experimento da bússola de copo d'água é facil de fazer. O fato interessante é que com a corrente gerada por uma pilha de 1,5 V atravessando um fio fino de cobre, conseguimos fazer uma bússola de copo, mesmo tendo magnetizado muito pouco a agulha.

Um professor do ensino médio tem portanto, neste trabalho, um guia bem detalhado para a construção de uma bússola de copo.

## **6 – Referências Bibliográficas**

1. UNESP: Experimentos de Física para o ensino médio com materiais do dia-a-dia.
2. Halliday, David. Resnick, Robert. Walker, Jearl.; “Fundamentos de Física” LTC.
3. GREF. “Física 3 Eletromagnetismo” EdUSP.
4. Carlson, John B.; “Lodestone Compass: Chinese or Olmec Primacy?” Science, 189:760, 1975.
5. Soustelle, Jacques.;”Los Olmecas” 1979.