



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

Experimentos com o Magnetômetro de *Tablets* e *Smartphones*

Leonardo Pereira Vieira
&
Carlos Eduardo Aguiar

Material instrucional associado à dissertação de mestrado de Leonardo Pereira Vieira, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro
Outubro de 2013

Experimentos com o Magnetômetro de *Tablets* e *Smartphones*

Leonardo Pereira Vieira

Carlos Eduardo Aguiar

Resumo

Descrevemos experimentos de magnetismo baseados no magnetômetro encontrado em *tablets* e *smartphones*. Os experimentos são apropriados a cursos introdutórios de física no ensino médio ou superior.

1 O magnetômetro e sua leitura

Muitos *smartphones* e *tablets* vêm equipados com um magnetômetro capaz de medir as componentes de um campo magnético em três eixos perpendiculares (X, Y, Z). Em cada direção podem ser medidos campos de até ± 2 mT e os resultados são normalmente dados em μT , o que indica que a resolução do sensor é, provavelmente, melhor que $1 \mu\text{T}$. Para se ter uma ideia do que é possível medir com esse magnetômetro, o campo magnético na superfície da Terra varia de 20 a $70 \mu\text{T}$, dependendo do local (no Brasil ele vai de 23 a $28 \mu\text{T}$) e ímãs de porta de geladeira produzem campos da ordem de 1 mT. Os magnetos de terras raras podem gerar mais de 1 T e não devem ser aproximados do dispositivo.

Há aplicativos que leem os dados do magnetômetro e apresentam os resultados de diferentes maneiras, desde uma simples “bússola” até as componentes B_x , B_y e B_z em formato numérico ou gráfico. Um exemplo é o *MagnetMeter* para iPhone/iPad, mostrado na figura ??.

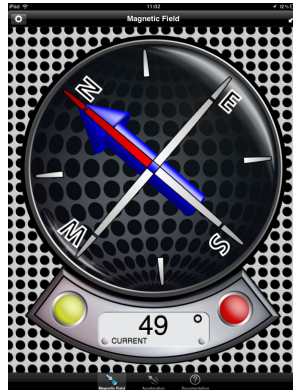


Figura 1: Tela do aplicativo *MagnetMeter*. A direção do campo magnético é dada pela seta em 3D que é vista sob o ponteiro da bússola. O número na parte de baixo da janela é a intensidade do campo magnético em μT .

Alguns cuidados que devem ser tomados no uso desses magnetômetros. Por exemplo, a capa de celulares e tablets frequentemente possui fechos magnéticos que interferem significativamente na medida de campos magnéticos fracos, como o da Terra. Outros materiais ferromagnéticos nas vizinhanças do dispositivo também podem influenciar os resultados. Para demonstrar isso podemos tomar uma tesoura de metal e a colocá-la perto do magnetômetro; como vemos na figura ?? o campo magnético medido pelo sensor do *tablet* é da ordem de $400\mu\text{T}$, muito maior que o campo geomagnético.

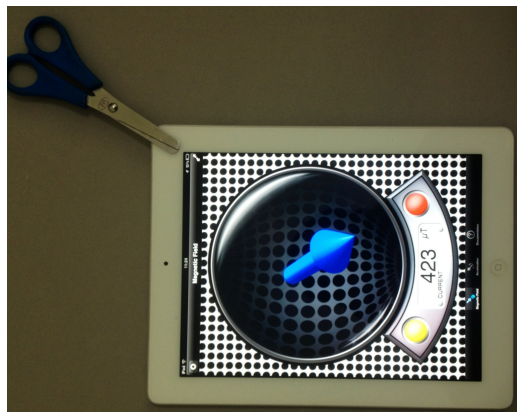


Figura 2: Tesoura sobre o magnetômetro de um *tablet*. Podemos ver que a intensidade do campo está por volta de $400\mu\text{T}$, muito maior que o campo magnético da Terra.

2 Campo magnético e corrente elétrica

O magnetômetro pode ser utilizado no estudo do campo magnético produzido por uma corrente elétrica. Para isso basta um aparato simples. Uma bobina é ligada em série a uma fonte de tensão, um potenciômetro e um amperímetro (multímetro). A corrente elétrica na bobina é medida pelo amperímetro e pode ser variada alterando-se a resistência do potenciômetro (um resistor de segurança impede o curto-circuito). A montagem mostrada na figura ?? utiliza uma bobina com cerca de 80 voltas de fio de cobre esmaltado e uma fonte de corrente contínua com capacidade para 1A e 5V. O resistor de segurança tem 10 ohms (10W) e o potenciômetro suporta 10 W. O magnetômetro pertence a um *tablet*.

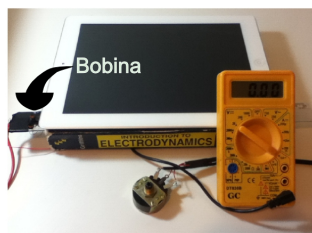


Figura 3: Montagem para medida do campo magnético de uma bobina em função da corrente.

O gráfico do campo magnético registrado pelo magnetômetro em função da corrente medida pelo amperímetro pode ser visto na figura ??. O resultado demonstra claramente que o campo magnético aumenta linearmente com a corrente elétrica na bobina.

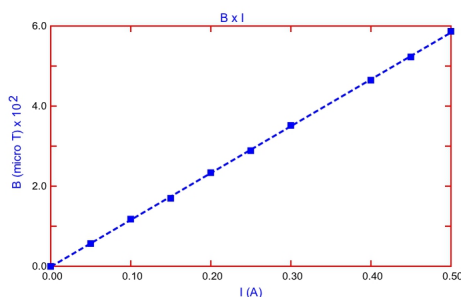


Figura 4: Campo magnético B em função da corrente elétrica I na bobina.

3 O campo magnético em função da distância

3.1 Campo de um ímã

Com o magnetômetro de um *tablet* ou *smartphone* é fácil estudar quantitativamente como o campo magnético de um ímã varia com a distância. Antes de medir a distância entre o ímã e o magnetômetro, precisamos conhecer a posição desse sensor dentro do *tablet/smartphone*. Uma forma simples de localizar o magnetômetro é passar um pequeno objeto magnetizado sobre o aparelho, procurando o ponto onde o programa de medição do campo magnético registra o maior valor. O magnetômetro deve estar logo abaixo desse ponto. A figura ?? mostra onde foi encontrado o magnetômetro do iPad (utilizando uma tesoura magnetizada), a cerca de 1,8 cm de uma das bordas do aparelho.

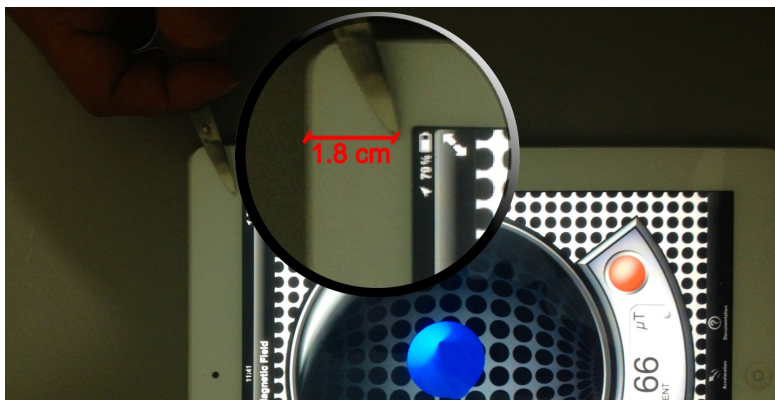


Figura 5: Uma tesoura magnetizada aponta o local onde se encontra o magnetômetro do iPad. Fazendo a tesoura “passear” pela superfície do aparelho, a localização do magnetômetro é dada pelo ponto de leitura máxima no dispositivo. No destaque vemos a distância entre uma das bordas do iPad e a posição do sensor.

A figura ?? mostra um exemplo de montagem do experimento para medir o campo magnético em função da distância. O material é um *tablet*, uma régua, um ímã e um livro. O ímã foi fixado com fita adesiva em uma das extremidades da régua, e a outra extremidade foi colocada entre as páginas do livro. O *tablet* foi posto sobre o livro, de modo que a distância entre o ímã

e o magnetômetro podia ser variada deslizando a régua. Essa distância era medida somando-se à leitura da régua o intervalo de 1,8 cm (ver figura ??) entre o magnetômetro e a borda do iPad.

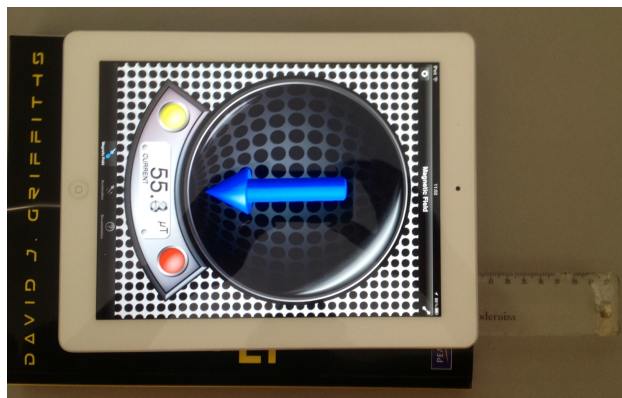


Figura 6: Montagem do experimento. Na extremidade da régua podemos observar o ímã e na tela o valor da intensidade do campo B em μT .

Antes do experimento deve-se “calibrar” o magnetômetro, para compensar o campo magnético terrestre e a influência de objetos magnéticos próximos. Isso é feito afastando ao máximo o ímã do magnetômetro e “zerando” as medições efetuadas pelo *tablet*. O programa *MagnetMeter* tem um botão com essa função: ao ativá-lo, o campo no ponto onde está o magnetômetro é subtraído das medidas posteriores.

O resultado de um conjunto de medidas do campo magnético B em função da distância x entre o ímã e o magnetômetro e está mostrado na figura ?? . A variação acentuada do campo com a distância pode ser vista claramente na figura. Os dados são muito bem descritos por uma lei de potência $B \propto x^{-n}$ com $n \approx 3$ (encontrado com um programa de ajuste por mínimos quadrados). Esse é o resultado esperado para o campo de um dipolo magnético, desde que o afastamento não altere o ângulo entre a posição do magnetômetro e o momento de dipolo.

Uma extensão simples do experimento consiste em investigar a variação do campo magnético com a orientação do ímã, a uma distância fixa.

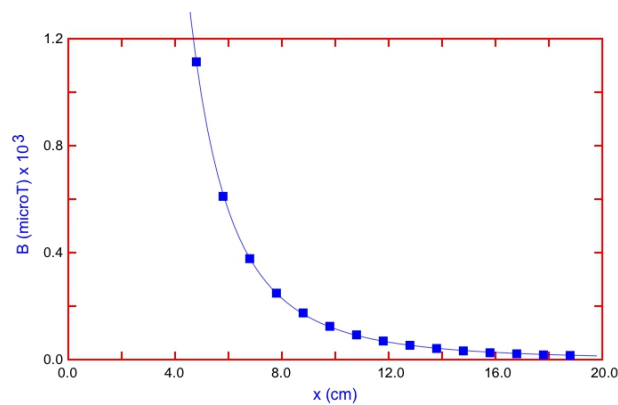


Figura 7: Intensidade do campo magnético de um ímã a diferentes distâncias. A linha representa o ajuste da lei de potência $B \propto x^{-n}$ aos dados. O melhor ajuste foi obtido com $n \approx 3$.

3.2 Campo de uma bobina

O campo magnético produzido por uma bobina é muito parecido com o de um ímã. Isso pode ser comprovado com um experimento semelhante ao anterior, em que trocamos o ímã por uma bobina pela qual passa uma corrente contínua. Um gráfico do campo magnético em função da distância à bobina está mostrado na figura ???. A curva é o resultado do ajuste de $B \propto x^{-n}$ aos dados, e novamente $n \approx 3$ foi encontrado.

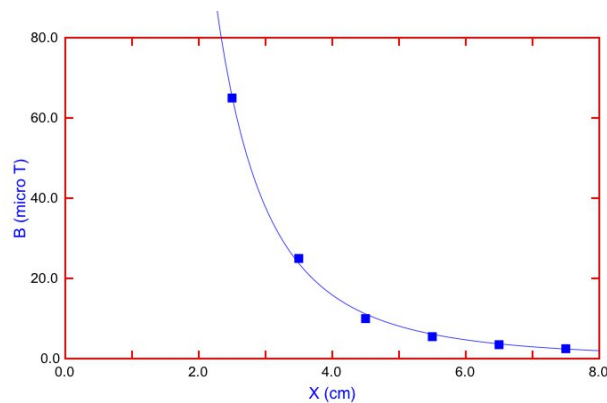


Figura 8: O campo magnético a diferentes distâncias de uma bobina. A linha representa o ajuste da lei de potência $B \propto x^{-n}$ aos dados. O melhor ajuste foi obtido com $n \approx 3$.