

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA – CCN
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF



Determinação experimental da Lei de Ampère: Proposta de sequência didática para o ensino médio

Antonio Carlos Garcez de Sousa

Prof. Dr. Célio Aécio Medeiros Borges
Orientador

Teresina-PI, 2 de agosto de 2017

PRODUTO EDUCACIONAL

Sequências didáticas aplicadas com os kits experimentais educativos da Lei de Ampère.

APRESENTAÇÃO

O Produto Educacional gerado por este trabalho dissertativo, objetiva fazendo uso de sequências didáticas acompanhadas de conjunto de kits experimentais potencialmente significativos a levar o estudante a deduzir experimentalmente a Lei de Ampère. Ele tem como suporte teórico, os pressupostos da teoria cognitiva de David Paul Ausubel, constituindo-se em um meio educacional para construção de ensino-aprendizagem em Física. O educador pode enriquecê-lo usando como modelo para outros temas de Física ou explorá-lo como recurso educacional adaptando-o à Biologia, Química,...e outros ramos da Ciência.

O produto educacional é formado por sequências didáticas composta de – pré-testes, tarefas experimentais e do kits propícios a gerar conhecimentos prévios relevantes na construção da Lei de Ampère.

O produto se encontra como *apêndices* na dissertação. Ele foi testado apresentando resultados satisfatórios e em seguida, aplicado com alunos do terceiro ano do ensino médio e ingressantes no ensino superior como forma de avaliar a proposta didática. Esperamos que o mesmo possa ser útil para a Educação.

- Aconselhamos que os caros leitores proporcionem um conhecimento ao aprendiz seguindo com fidelidade os pressupostos da Aprendizagem Significativa de Ausubel e seus colaboradores.
- Na aplicação dos questionários, tarefas, construção de tabelas e gráficos devem levados em contra a apreensão e retenção de conhecimentos explorados individualmente com cada aluno;
- Nos ensaios com os kits experimentais devem ser socializados para que os mesmos tenham nesse momento uma interação com o espaço, tempo, informações interpessoais com colegas que servirão de ancoradouros na verificação final de aprendizagens.
- Informações mais detalhadas estão na literatura da obra.

“ *O Educador deve realizar cada etapa da sequência didática na íntegra e depois passar para a seguinte*”

- *levantar **subsunçor**(pré-teste);*
- *construir subsunçor(tarefa com os kits) “**organizador prévio**” e pós-teste de verificação de aprendizagem;*
- *na etapa final, o novo conhecimento (exemplo: determinar a Lei de Ampère) deve ser aplicado com o uso do **kit chave** e pós-teste com um grau maior de abstração e complexidade envolvendo todo o estudo com relevância na retenção de significados.*

APÊNDICE I – Questionários

APÊNDICE 1.A – QUESTIONÁRIO COM TEMAS DE MATEMÁTICA

Questionário 1

Área: Matemática

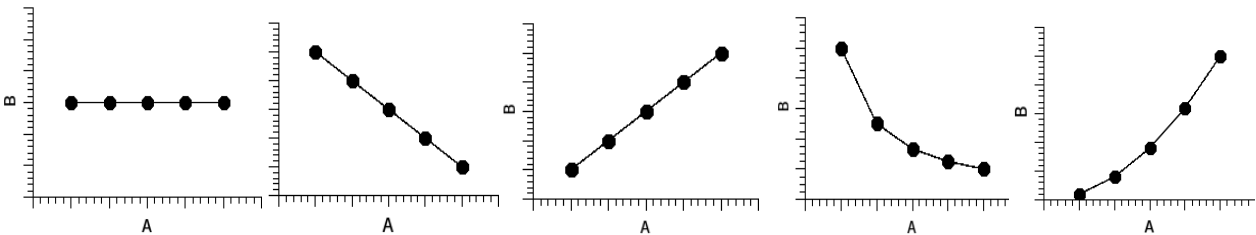
Objetivo: Levantamento de elementos subsunçores

Tópico: Funções linear e funções inversas

Caro estudante, este questionário tem como objetivo averiguar o seu conhecimento sobre o tópico funções matemáticas.

Questão 1

Dos gráficos abaixo, marque com x aquele que ilustra que as quantidades A e B são **diretamente proporcionais**?

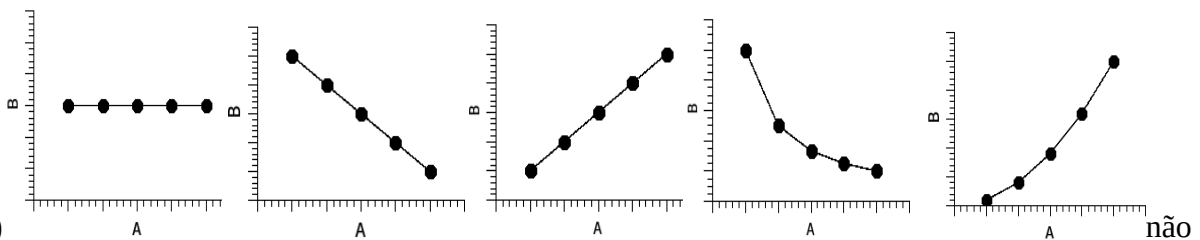


não sei opinar.

Questão 2. Quando duas quantidades y e x apresentam uma relação de proporcionalidade linear, a função matemática é expressa por:

- $y(x) = A \cdot \text{sen}(x)$
- $y(x) = A \cdot \exp(x)$
- $y(x) = A \cdot \sqrt{x}$
- $y(x) = A \cdot x$
- $y(x) = A \cdot x^2$
- não sei opinar.

Questão 3. Dos gráficos abaixo, marque com x aquele que ilustra que as quantidades A e B são **inversamente proporcionais**?



não sei opinar.

Questão 4. Quando duas quantidades y e x apresentam uma relação de **proporcionalidade inversa**, a função matemática é expressa por:

- | | | |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> $y(x) = A \cdot \text{sen}(x)$ | <input type="checkbox"/> $y(x) = A \cdot \exp(x)$ | <input type="checkbox"/> $y(x) = A \cdot \sqrt{x}$ |
| <input type="checkbox"/> $y(x) = A \cdot \frac{1}{x}$ | <input type="checkbox"/> $y(x) = A \cdot x^2$ | <input type="checkbox"/> não sei opinar. |

APÊNDICE 1.B – QUESTIONÁRIO COM TEMAS DE FÍSICA

Objetivo: Levantamento de elementos subsunçores

Tópico: Campo magnético e suas fontes

Caro estudante, este questionário tem como objetivo averiguar o seu conhecimento sobre o campo magnético e suas fontes.

Questão 1. Você sabe o que é um ímã? () sim () não

Questão 2. Você teve a oportunidade de manusear um ímã? () sim () não

Questão 3. Cite algumas propriedades do ímã. _____.

Questão 4. Você tem conhecimento sobre o que origina as propriedades do ímã?

() sim () não

Questão 5. Cite-o: _____

Questão 6. Você sabe o que é uma bússola? () sim () não

Questão 7. Você já manuseou uma bússola? () sim () não

Questão 8. Citar o que você observou ao manusear a bússola:

_____.

Questão 9. Você sabe o que é corrente elétrica? () sim () não

Questão 10. O que é corrente elétrica _____

Questão 11. Existe alguma relação entre campo magnético e corrente elétrica?

() sim () não.

Questão 12. Cite-a: _____

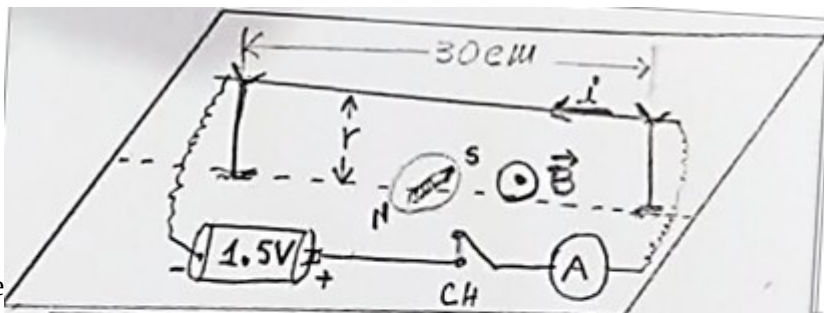
APÊNDICE 1.C – QUESTIONÁRIO COM TEMAS DE FÍSICA

Tópico: Lei de Ampères

Objetivo: Levantamento de elementos subsunçores

1. Você tem conhecimento da lei de Ampère? Sim () não ().
2. Caso afirmativo, expresse a lei de Ampère e faça comentários:

Na Fig. 1, ilustra um circuito elétrico composto por uma bateria (pilha comum), um fio de cobre ($l = 30 \text{ cm}$), um amperímetro A ligados em série e um detector de campo magnético (bússola). Neste circuito circula uma corrente elétrica. Responda o que se pede a seguir.



3. O que acontece com a deflexão angular da agulha da bússola quando **aumentamos a intensidade da corrente no fio** mantendo-se **fixa** a distância r deste fio em relação à bússola?

Figura 1. Circuito por onde circula uma corrente elétrica geradora de um campo magnético.

4. O que acontece com a deflexão da bússola quando **aumentamos a distância** r deste fio em relação à bússola, mantendo-se **constante valor** da corrente elétrica i ?

5. Explique que tipo de relação de proporcionalidade é mantida entre o campo magnético \mathbf{B} e a intensidade de corrente na alternativa da letra 2. “**a**”.

6. Explique que tipo de relação de proporcionalidade é mantida entre o campo magnético \mathbf{B} e a intensidade de corrente na alternativa da letra 2. “**b**”.

7. Escreva a função (equação) matemática que relaciona o campo magnético \mathbf{B} com a intensidade de corrente elétrica i , a distância r do fio. Observação \mathbf{B} é a variável dependente, ou seja: o módulo de $B = B(i, r)$.

APÊNDICE II – Sequências Didáticas

APÊNDICE 2.A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA I – Relação de proporcionalidade

direta

Área: Matemática

Tema: Determinação da relação de proporcionalidade direta entre quantidades

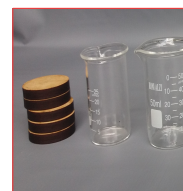
1. Objetivo: Determinar e classificar a relação matemática de proporcionalidade entre quantidades de modo que, ao término da tarefa, o aluno deverá ser capaz de identificar relação proporcionalidade linear entre quantidades.

2. Tarefa

- Medir a altura h de cada bloco;
- Montar uma pilha com os blocos, medindo altura da pilha após a adição de cada bloco;
- Construir um gráfico da relação entre altura h e número n de blocos;
- Escrever em linguagem matemática a relação de proporcionalidade entre estas quantidades.

3. Material

- 5 blocos (madeira ou borrachas apagadoras) de mesma espessura.
- 1 régua;



4. Procedimentos

- Monte uma pilha com os blocos, anotando na tabela a altura h da pilha após a adição de cada bloco.
- Construa o gráfico da altura h da pilha em função da quantidade q de blocos.

5. Resultados

Número de blocos: n	0	1	2	3	4	5
Altura: h (cm)	0					

6. Construção dos gráficos

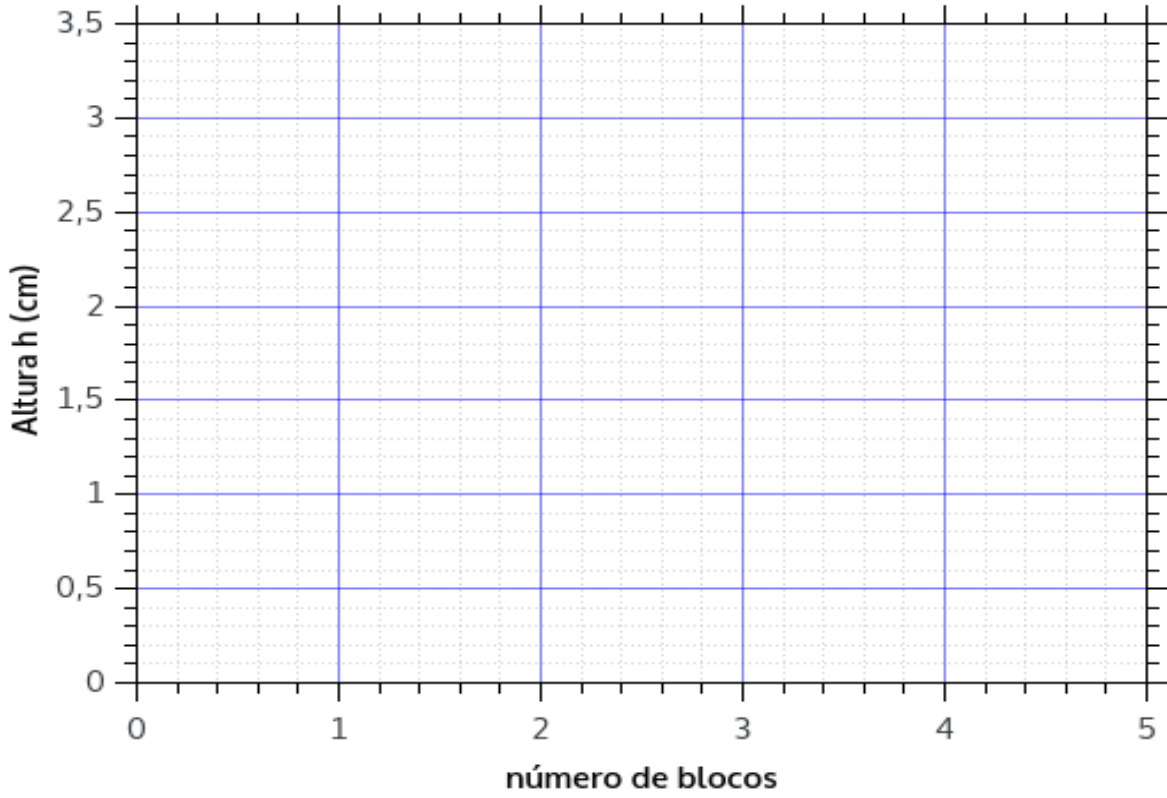
Utilize a estrutura disponibilizada a seguir para construir o gráfico solicitado.

7. Análise e discussão dos resultados

a) Que tipo de relação matemática existe entre as quantidades altura h da pilha e o número n de blocos? O professor pode auxiliá-lo nesta questão, se necessário.

b) Expresse a relação matemática de proporcionalidade (α) entre as quantidades h (altura) e n (número de blocos). O professor pode auxiliá-lo nesta questão, se necessário.

Experimento: Dependência da altura h com o número n de blocos da pilha.



APÊNDICE 2.B – SEQUÊNCIA DIDÁTICA II – Relação de proporcionalidade inversa

Área: Matemática

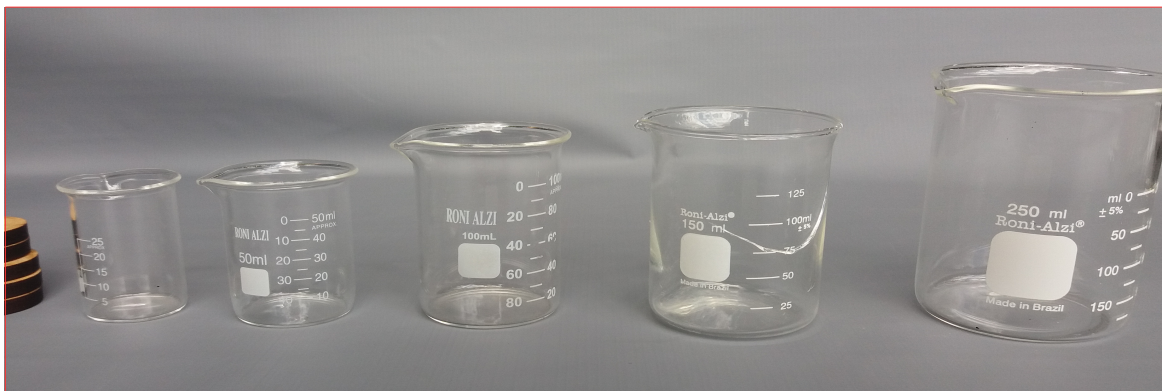
Tema: Determinação da relação de proporcionalidade inversa entre quantidades

1. Objetivo: Determinar e classificar a relação matemática de proporcionalidade entre quantidades de modo que, ao término da tarefa, o aluno deverá ser capaz de identificar relação de proporcionalidade inversa entre quantidades.

2. Tarefa (o que deverá ser feito)

- Medir a altura h do volume de um líquido (água) em vários recipientes;
- Construir um gráfico que relaciona a altura h dos volumes de água nos recipientes e as áreas A das seções transversais os recipientes;
- Escrever em linguagem matemática a relação de proporcionalidade entre estas quantidades.

3. Material



- a) 5 beakers de volumes: **25 mL, 50 mL, 100mL, 150 mL e 250 mL;**
- b) Régua milimetrada;
- c) 25 ml de água.

4. Procedimentos

- Organizar os recipientes em ordem crescente de suas áreas A da seção transversal.
- Despejar 25 mL de água no recipiente de menor volume;
- Medir a altura h do volume de água deste recipiente de 25 mL e anote na tabela;
- Transferir o volume de água (25 mL) para o recipiente de 50 mL e anote a altura h deste volume.
- Repita o procedimento anterior para os demais recipientes, anotando os resultados na tabela.

5. Resultados

Volume do recipiente	25 mL	50 mL	100 mL	150 mL	250 mL
Área da seção transversal: A (cm ²)	7	10	16	20	30
Altura do volume de água: h (cm)					

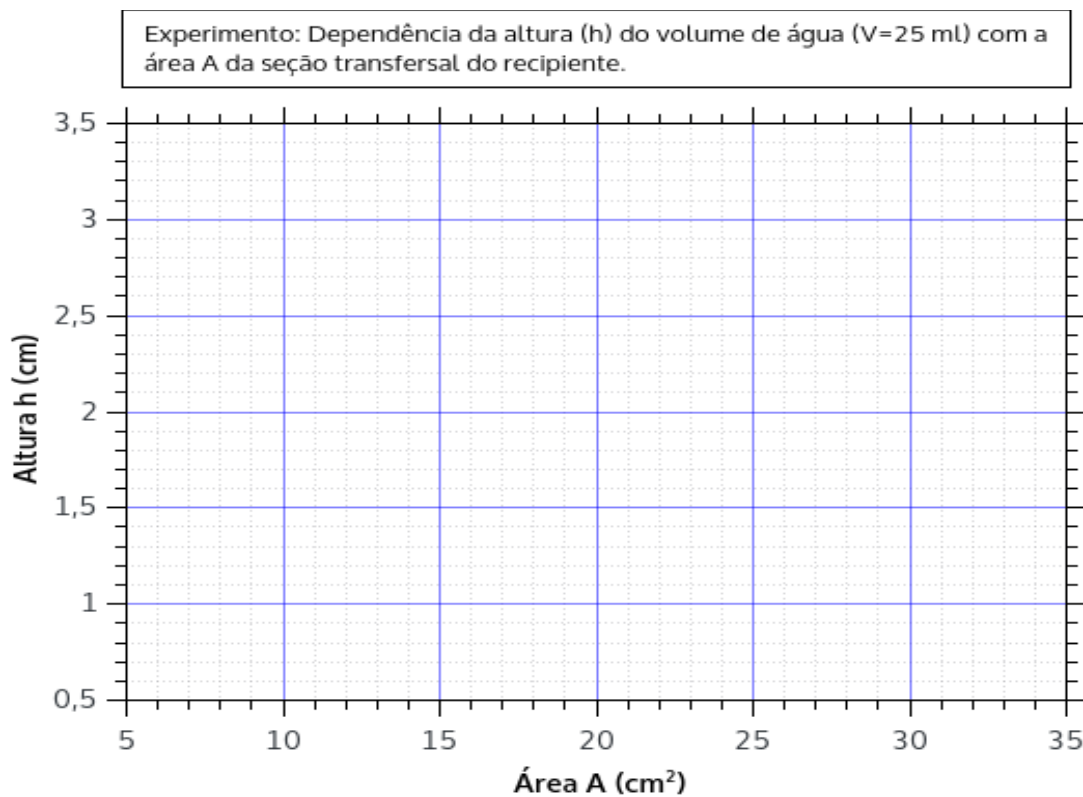
6. Construção do gráfico

Utilize a estrutura gráfica para construir o gráfico disponibilizado a seguir.

7. Análise e discussão dos resultados

a) Classifique o tipo de relação matemática existente entre as quantidades altura h do volume e área A da seção transversal. O professor pode auxiliá-lo nesta questão, se necessário.

b) Expresse a função matemática de proporcionalidade entre estas quantidades. O professor pode auxiliá-lo nesta questão, se necessário.



APÊNDICE 2.C – SEQUÊNCIA DIDÁTICA III – Deflexão da agulha da bússola

Área: Física

Tema: Deflexão da agulha de uma bússola devido a interação do campo magnético de um ímã.

1. Objetivo

- Verificar o comportamento de uma bússola sob a influência de um ímã;
- Inserir conhecimentos prévios (elementos subsunçores) sobre o efeito do campo magnético do ímã sobre o ponteiro da bússola.

2. Material utilizado: kit Magnético

- Ímã;
- Bússola;



3. Tarefa

Verificar de maneira qualitativa a deflexão o ponteiro da bússola à medidas que o ímã gradativamente aproximado. Deste modo, o ponteiro da bússola é reconhecido como um sensor de campo magnético, sendo que na ausência do campo magnético do ímã, o ponteiro da bússola orienta-se segundo a direção de outro campo, o campo magnético da terra.

4. Procedimentos e respostas aos fenômenos observados

Comportamento de uma bússola sob a influência de um ímã

1. Lentamente aproxime o ímã do ponteiro de uma bússola. Descreva o que acontece.
2. Faça movimentos com o ímã em torno do eixo. Descreva o que acontece:

APÊNDICE 2.D - SEQUÊNCIA DIDÁTICA IV – Campo magnético e suas fontes

Área: Física

Tema: Deflexão da agulha de uma bússola devido a interação do campo magnético gerado por uma corrente elétrica.

1. Objetivo: Reconhecer as fontes de campo magnético, de modo que, ao término da tarefa, o aluno deverá ser capaz de identificar o que vem a ser campo magnético e as fontes de campo magnético.

2. Tarefa

- Observar o comportamento do ponteiro da bússola com o giro o potenciômetro;
- Avaliar a relação entre corrente elétrica e campo magnético produzido em uma bobina;

3. Material: kit eletromagnético I

- 1 bateria 9 V;
- 1 lâmpada pequena;
- 1 Potenciômetro 10 K,
- 1 bobina (200 voltas, fio bitola 30);
- 1 Bússola;
- 1 chave liga-desliga;



4. Procedimentos

- Posicionar a caixa do dispositivo na orientação Norte-Sul indicado na caixa;
- Ligar a chave (posição I);
- Gire suavemente o potenciômetro no sentido horário.
- Repita quantas vezes for necessário estes procedimentos para responder às questões a seguir.

5. Resultados

A resposta a cada questões a seguir dependerá das suas observações durante este ensaio experimental.

PARTE I

a) O que acontece com o brilho da lâmpada à medida que o potenciômetro está sendo girado?

R. _____.

b) Por que ocorre esta alteração no brilho da lâmpada?

R. _____.

c) O que acontece com o comportamento da agulha da bússola com o giro do potenciômetro?

R. _____.

d) O que faz a bússola girar neste experimento? R. _____.

e) Quem é responsável pela criação dos fenômenos que fez a bússola girar? R.

_____.

PARTE II

a) Gire o potenciômetro até obter brilho máximo na lâmpada.

Desligue a chave.

Afaste a bobina da bússola.

Com a bobina nesta posição, ligue a chave novamente e observe o que acontece com a bússola.

Ligue e desligue quantas vezes achar necessário para observar o efeito.

R. _____.

b) Com a chave desligada, aproxime a bobina da bússola.

Com a bobina nesta nova posição, ligue a chave e observe o que acontece com a bússola. Ligue e desligue quantas vezes achar necessário para observar o efeito.

R. _____.

APÊNDICE 2.E – SEQUÊNCIA DIDÁTICA V – Lei de Ampère

Área: Física

Tema: Deflexão da agulha de uma bússola e função do campo magnético gerado por uma corrente elétrica em um fio de cobre.

1. Objetivo: Determinar a relação matemática da lei de Ampère.

2. Tarefa

- Medir a deflexão da agulha da bússola variando da intensidade da corrente elétrica.
- Medir a deflexão da agulha da bússola variando da distância do fio à bússola.
- Determinar as relações de proporcionalidade entre:
 - O campo magnético B e a corrente elétrica, $B=B(i)$;
 - O campo magnético B e a distância do fio à bússola, $B=B(r)$

3. Material

A Fig.1 mostra a imagem do arranjo experimental composto pelo gabarito, fio de cobre (30 cm, bitola 10), ponte de 10 resistores (5,6 Ohms, 10 W de cerâmica) em um *protoboard*, amperímetro, fonte de tensão (carretador de celular, 5V, 1 A), entrada USB com garras jacaré e dois cabos com pino banana e uma garra jacaré.

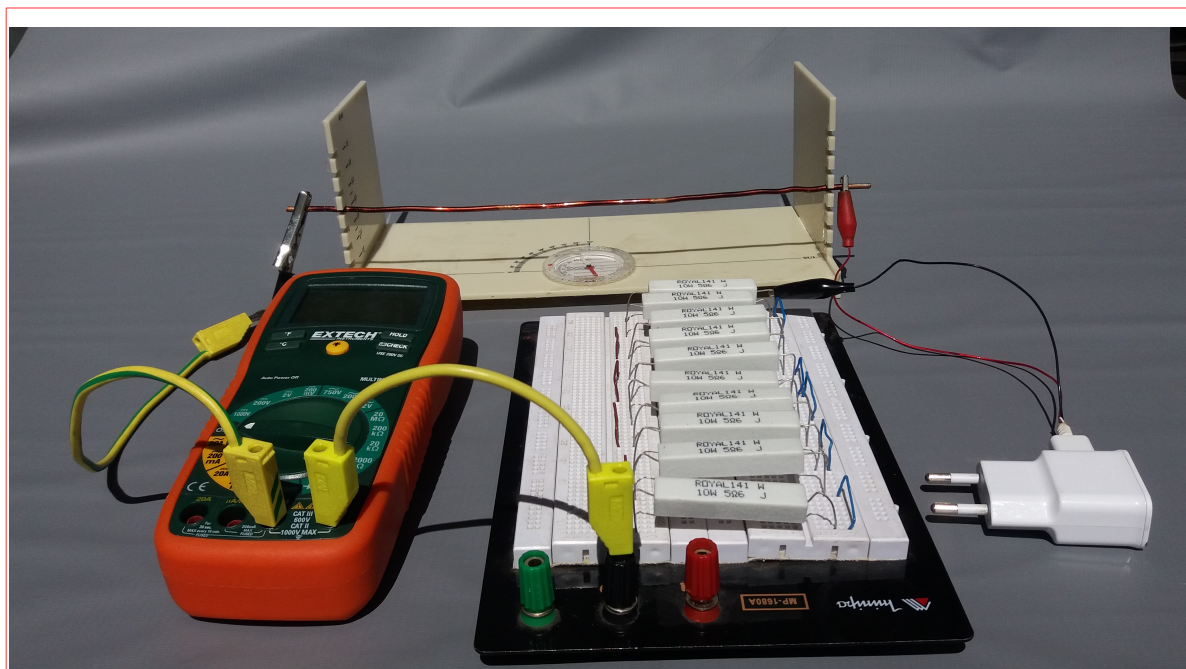


Fig. 1. Arranjo experimental para determinação da Lei de Ampère.

Observação: a escolha por resistores cerâmicos foi por oferecerem maior potência térmica item que viabiliza com segurança os testes com os kits, mostrando resultados confiáveis.

As conexões para execução do experimento são mostradas na Fig. 2

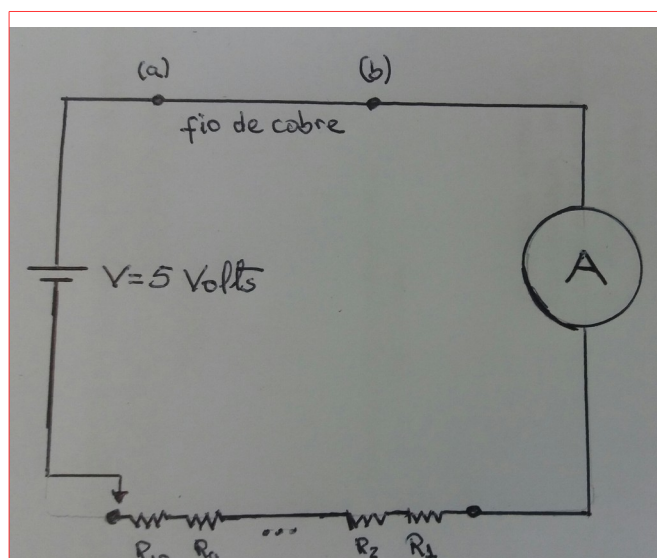


Fig. 2. Conexões do arranjo experimental circuito Lei de Ampère.

4. Procedimentos¹

Posicione o gabarito de tal modo que a agulha da bússola (fixa ao gabarito) esteja na direção norte-sul (linha do gabarito);

Primeira Parte.

1. Definir o fundo de escala amperímetro em 10 ou 20 A (dependendo do multímetro);
2. Ligar a fonte em uma tomada disponível;
3. Conectar um dos terminais do cabo da fonte no fio de cobre (de 30 cm);
4. Conectar o outro terminal do cabo da fonte na ponte de resistores (10º resistor);
5. Medir a deflexão da agulha da bússola e a corrente elétrica correspondente. Anote na tabela disponibilizada a seguir;
6. Repetir os passos 4 e 5 até o último resistor, anotando os valores de deflexão da agulha e corrente elétrica correspondente.

5. Resultados e análise

Primeira Parte:

1. Anotar os resultados da primeira parte na Tab.1;
2. Traçar o gráfico correspondente na estrutura 1;
3. Determinar o tipo de relação matemática.

Segunda Parte:

1. Anotar os resultados da primeira parte na Tab.2;
2. Traçar o gráfico correspondente na estrutura 2;
3. Determinar o tipo de relação matemática.

1 . Este protocolo orienta o aluno a executar o experimento. No entanto, a supervisão e orientação do professor é fundamental para o andamento e efetiva coleta de dados.

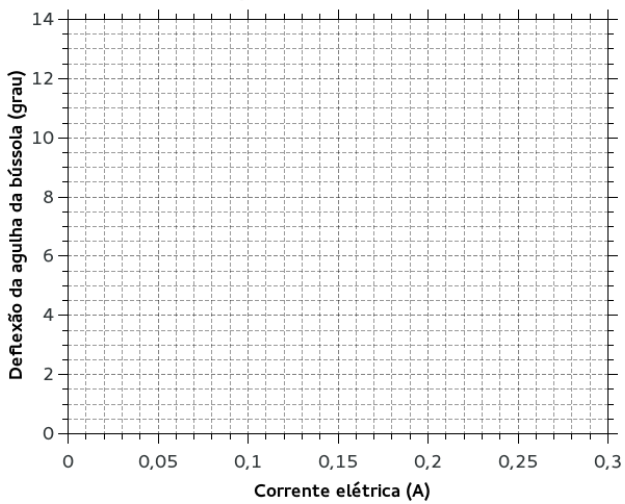
Tabela 1. Relação entre a deflexão da agulha da bússola $\Delta\theta$ e a corrente elétrica i (distância fixa de 1,0 cm do fio).

$\Delta\theta$ (grau)	i (A)

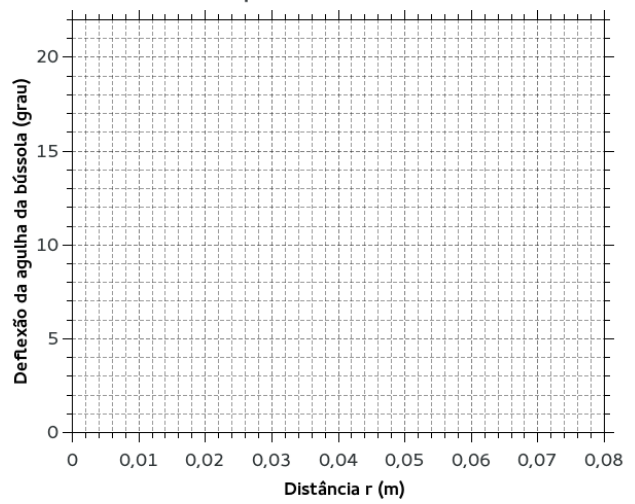
Tabela 2. Medidas da deflexão da agulha da bússola $\Delta\theta$ e da distância r do fio (mantida constante a corrente elétrica em 0,8 A e resistência total 5,6 Ω).

$\Delta\theta$ (grau)	r (m)

Estrutura para os dados da Tabela 1



Estrutura para os dados da Tabela 2



GABARITO

MATERIAL: Acrílico 3 mm

