

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO – UFERSA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
MNPEF – POLO 09

**Sequência Didática Utilizando Laboratório com Materiais de Baixo
Custo em Calorimetria, Óptica e Eletromagnetismo.**

RONALDO ZACARIAS DE SOUZA
ORIENTADORA: Dra. JUSCIANE DA COSTA E SILVA

**MOSSORÓ – RN
2020**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. EXPERIMENTOS REALIZADOS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	5
3. EXPERIMENTOS 2ª SÉRIE	5
3.1. EXPERIMENTO 1: PROCESSOS DE PROPAGAÇÃO DO CALOR	5
3.1.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	6
3.1.2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL SOBRE PROPAGAÇÃO DE CALOR.....	8
3.2. EXPERIMENTO 2:DILATAÇÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS	10
3.2.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	11
3.2.2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL SOBRE A DILATAÇÃO DOS SÓLIDOS	14
3.3. EXPERIMENTO 3: ÓPTICA GEOMETRICA DA CAMARA ESCURA	17
3.3.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
3.3.2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL SOBRE A CAMARA ESCURA.....	19
4. EXPERIMENTOS 3ª SÉRIE	20
4.1. EXPERIMENTO 1: ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES	21
4.1.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
4.1.2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL SOBRE A ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES	23
4.2. EXPERIMENTO 2: PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO	26
4.2.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	26
4.2.2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL SOBRE OS PROCESSOS DE ELETRIZAÇÃO	29
4.3. EXPERIMENTO 3: ELETROÍMÃ	32
4.3.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	32
4.3.2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL SOBRE O ELETROÍMÃ.....	34
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
6. REFERÊNCIAS	36

Apresentação

Prezado colega professor,

O presente trabalho foi pensado com o objetivo de amenizar a carência de laboratórios de Física na rede pública de ensino no Brasil. A motivação aconteceu pelo fato do autor nunca ter tido a oportunidade de realizar aulas práticas durante o seu ensino médio, e ver a importância de aulas práticas para vida acadêmica de um estudante.

A proposta é uma sequência didática para laboratórios de física utilizando materiais reciclados e de baixo custo para que alunos e professores do ensino médio das escolas públicas possam ter vivência de práticas experimentais de física, já que a maioria dessas escolas não dispõe de laboratórios com equipamentos e materiais para realizar experimentos relacionados com o conteúdo estudado. Além disso, realização dos experimentos possui características científicas e didáticas facilitando o entendimento do aluno a respeito de conceitos abstratos através do lúdico dentro do contexto do educando, possibilitando assim uma melhor compreensão da teoria.

O produto oferece apoio no planejamento e execução das aulas nas turmas de 2ª e 3ª séries do ensino médio, nos temas de Calorimetria, Óptica e Eletromagnetismo através na perspectiva das teorias de aprendizagens sócio-interacionista de Vygotsky e da aprendizagem significativa de Ausubel.

A sequência didática proposta é amparada por roteiros que consiste em um material de apoio ao professor e não há nenhum impedimento de realização de adequações para construção dos experimentos. Este material não supre as necessidades didáticas experimentais, mas surge como suporte no desenvolvimento da rotina de aulas práticas de Física. O material aqui apresentado constitui o produto educacional integrante do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Sociedade Brasileira de Física (SBF), polo 9, vinculado à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

Na certeza de estarmos contribuindo com o ensino e aprendizagem dos temas das 2ª e 3ª série do ensino médio, nos colocamos sempre à disposição.

1. INTRODUÇÃO

Este produto visa trabalhar os mais diversos temas da física com os alunos do Ensino Médio através da construção e demonstrações de experimentos usando materiais de baixo custo e acessível a quem tiver interesse em aplicá-lo, utilizando uma sequência didática (SD).

Segundo Zabala (1998) sequência didática é um conjunto de atividades que se articulam em torno de um objetivo didático, que no caso, é a apropriação dos conceitos dos temas sugeridos. Esta estratégia de ensino precisa ser muito bem organizada para que os objetivos a que se propõe sejam atingidos. Assim, definir o assunto a ser abordado, o tempo dedicado e as atividades que serão realizadas são etapas importantes na construção de uma sequência didática.

Esse trabalho foi motivado devido a necessidade de ser possível a realização de aulas práticas de física nas escolas públicas que não dispõem de laboratórios e com o intuito de tornar o ensino de física mais atrativo para os alunos, como sugere os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's),

“É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável.”

Foram realizados três experimentos nas 2ª e 3ª séries, abordando os seguintes assuntos na 2ª série: Calorimetria e Óptica e na 3ª série: Eletricidade e Eletromagnetismo, sendo um experimento a cada bimestre a partir do 2º bimestre em cada série. Ao final deste trabalho ficamos muito feliz com os resultados alcançados principalmente no tocante ao envolvimento dos alunos durante as aulas de física e no crescimento do rendimento escolar, como se era esperado.

Portanto, esses procedimentos serão parte operante desse trabalho. Além disso, com a finalidade de orientar o professor no desenvolvimento e a aplicação dos experimentos, a metodologia utilizada será descrita detalhadamente de forma a facilitar a compreensão deles.

Na próxima seção será descrito os roteiros dos temas citados. Cada roteiro é composto por uma fundamentação teórica, objetivos, materiais utilizados, procedimento

experimental e questões teóricas a respeito dos conteúdos utilizados nos experimentos realizados.

2. EXPERIMENTOS REALIZADOS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática foi aplicada na 2ª e 3ª séries do ensino médio, onde foram realizados três experimentos em cada série, sendo um por bimestre a partir do segundo bimestre letivo. A sequência foi aplicada na Escola Helenita Lopes Gurgel Valente na cidade de Fortim-CE, durante o ano letivo de 2018.

Os conteúdos abordados estão na ementa anual e foram escolhidos de forma aleatória dentro do conteúdo programático.

Os experimentos adotados na 2ª série foram:

1. Processos de Propagação de Calor;
2. Dilatação Térmica dos Sólidos;
3. Óptica geométrica.

Os experimentos adotados na 3ª série foram:

1. Associação de Resistores;
2. Processos de Eletrização;
3. Campo Magnético.

A seguir serão apresentados os seis experimentos realizados com as sete turmas, sendo quatro turmas de 2ª séries, e três turmas de 3ª série.

3. EXPERIMENTOS REALIZADOS NA 2ª SÉRIE

3.1 Experimento 1: Processos de Propagação do Calor

Antes da abordagem teórica sobre o assunto que seria estudado no experimento era feito questionamentos que envolvesse o conteúdo com o cotidiano do aluno, com o objetivo de extrair o que os mesmos sabiam a respeito do conteúdo (conhecimentos prévios) que seriam estudados no experimento. Iniciamos a aula de processos de propagação do calor com as seguintes perguntas:

1. Por que a maçaneta da porta parece mais fria que o restante da porta?

2. Por que o ar condicionado é instalado no alto da parede, enquanto os aquecedores são utilizados no chão?

Feito os questionamentos, os alunos debatem e discutem entre si. O professor que nesse momento ocupa lugar de mediador intervém somente de forma a direcionar o aluno definições corretas, mas não dar respostas prontas. Após algumas discussões a fundamentação teórica será apresentada.

3.1.1. Fundamentação Teórica

A propagação do calor entre dois sistemas pode ocorrer através de três processos diferentes: **condução**, **convecção** e **irradiação**.

Condução térmica é um processo lento de transmissão de energia, de molécula para molécula através da agitação atômico-molecular. Logo, só é possível em meios materiais e tende a ser mais acentuada em sólidos, onde a interação entre as moléculas é maior e sempre no sentido das temperaturas mais altas para as mais baixas.

Convecção térmica as massas de ar diferentemente aquecidas de um fluido movimentam-se no seu interior devido às diferenças de densidades das porções quente e fria do fluido, ou seja, o ar quente tendo densidade menor sobe, em contrapartida o ar frio tem densidade maior, desce, formando correntes de convecção. Tanto a convecção como a condução não podem ocorrer no vácuo, pois necessitam de um meio material para que possam ocorrer. É uma forma de transferência de calor que acontece somente em fluidos, isto é, em líquidos, gases e vapores, uma vez que há movimentação das partículas diferentemente aquecidas no interior do meio, não podendo ocorrer nos sólidos, sua causa é a mudança de densidade dos fluidos com a temperatura.

Irradiação é a propagação de energia através de ondas eletromagnéticas. Quando a energia dessas ondas é absorvida por um corpo, intensifica-se a agitação de suas moléculas, acarretando aumento de temperatura. Esse tipo de propagação energética pode ocorrer no vácuo. As características dessa radiação dependem da

temperatura que o corpo se encontra, verificando-se que quanto maior a temperatura maior a frequência e maior a intensidade de energia irradiada.

As ondas eletromagnéticas podem se apresentar sob diversas formas: luz visível, raios X, raios ultravioletas, raios infravermelhos etc. Dessas as que apresentam efeitos térmicos mais acentuados para o corpo humano são os raios infravermelhos. A figura 1 mostra os três tipos de processos de propagação de calor.

Figura 1: Representação dos três tipos de propagação de calor.



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/processo-propagacao-calor.htm>

Objetivos

Entender calor como energia térmica em transferência e compreender os fenômenos de transferência de calor.

Materiais Utilizados

- Pedaco de fio de rígido de aproximadamente 50 cm;
- Cinco percevejos metálicos;
- Uma vela;
- Uma caixa de fósforos;
- Um grampo de prender roupa no varal;
- Uma lata de refrigerante vazia;
- Um estilete, régua, compasso, tesoura, fio de linha;



3.1.2. Procedimento Experimental Sobre a Propagação de Calor

O procedimento experimental será dividido em duas partes: na primeira será realizado o experimento sobre a condução térmica e na segunda sobre a convecção térmica.

Condução Térmica

- Fixe os percevejos, com pingos de parafina da vela, mantendo uma distância de 5 cm entre eles, a partir de uma das extremidades do fio;
- Acenda a vela, com cuidado;
- Com o auxílio do grampo segure o fio e coloque uma das extremidades em contato com a chama da vela, como mostra a figura 2.

Figura 2: Realização do experimento.



Fonte: Próprio autor.

Convecção Térmica

- Recorte a parte superior e a parte inferior da latinha;
- Abra o cilindro que restou da latinha e faça um retângulo;
- Corte ao meio formando dois quadrados;
- Faça um furo, com a ponta do compasso, no centro de um dos quadrados;
- Coloque a ponta de grafite nesse furo e risque um círculo, no quadrado, com a ponta de metal;
- Recorte o círculo;
- Usando a régua e o estilete, faça riscos no círculo, conforme a figura 3:

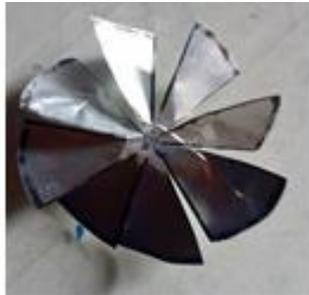
Figura 3: Corte da tampa para fazer o cata-vento.



Fonte: Próprio autor.

- Faça cortes sobre os traços, não cortando até o centro, de forma a obter um cata-vento.

Figura 4: Construção do cata-vento.



Fonte: Próprio autor.

- Afine a ponta de um palito de fósforo e a encaixe no furo do cata-vento. Amarre a linha no palito;
- Acenda a vela e observe a orientação da chama da vela;
- Movimente a vela mudando sua orientação: incline-a, coloque-a na horizontal, na borda da mesa, por exemplo. Houve alguma modificação na chama da vela? Sua orientação mudou?

- O que você pode concluir sobre a orientação do deslocamento dos gases aquecidos, a partir do visualizado no experimento?

- Suspenda o cata-vento a uns 15 cm da chama da vela, conforme a figura a 5.

Figura 5: Realização do experimento.



Fonte: Próprio autor.

- O que acontece com o cata-vento?

3.2 Experimento 2: Dilatação Térmica dos Sólidos

Iniciamos o experimento com questionamentos que relacionem o conteúdo abordado com o cotidiano, de forma a incitar uma discussão entre os alunos.

- Por que ao colocar cerâmica no chão de uma residência não se deve colocar uma colada na outra?

- Por que entre os trilhos de uma linha de trem existe um pequeno espaço?

Abre uma discussão entre os alunos e em seguida o professor apresenta a fundamentação teórica.

3.2.1. Fundamentação Teórica

Dilatação térmica é a variação que ocorre nas dimensões do objeto quando submetido a uma variação de temperatura.

Uma vez que os corpos são constituídos por átomos ligados entre si, a exposição ao calor faz com que eles se agitem, aumentando a distância entre eles, portanto, expandindo ou até mesmo quando exposto ao frio, comprimindo o seu tamanho, pois as partículas diminuem o seu movimento em busca do seu estado de menor energia. Dependendo das dimensões dilatadas mais significativamente nos corpos (comprimento, largura e profundidade), a dilatação é classificada em: linear, superficial e volumétrica.

Dilatação Linear

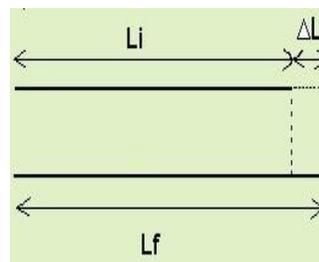
Ocorre quando o corpo tem expansão em apenas uma dimensão. Por exemplo, os fios de telefone ou luz expostos ao Sol nos dias quentes do verão variam suas temperaturas consideravelmente, aumentando o seu comprimento, fazendo com que o fio se estenda causando um envergamento maior, como pode ser visto na figura 6. O processo semelhante acontece com uma barra de ferro exposto ao calor, figura 7, onde o comprimento inicial (L_i) difere do comprimento final (L_f) devido à variação do comprimento (ΔL) causado pela variação de temperatura, Logo:

$$\Delta L = L_f - L_i \quad (1)$$

Figura 6: Rede elétrica entre dois postes



Figura 7: Exemplo de dilatação no fio de cabelo.



Fonte: http://www.apoioescolar24horas.com.br/salaaula/estudos/fisica/212_dilatacao2/

Observa-se que a dilatação do fio depende de três fatores:

- Substância (material) que é feito o fio;

- Variação de temperatura sofrida pelo fio;
- Comprimento inicial do fio.

Com base nesses três fatores, conclui-se que para grandes variações da temperatura a dilatação é grande, ou seja, a variação do comprimento é diretamente proporcional a sua variação temperatura, portanto:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T \quad (2)$$

Onde:

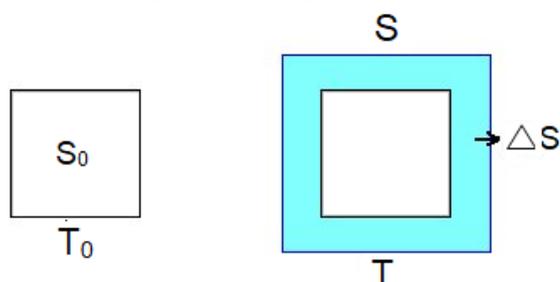
- ΔL é variação de comprimento do fio, ou seja, é a dilatação linear;
- α é o coeficiente de dilatação linear, que é uma característica da substância (material);
- L_0 é o comprimento inicial;
- ΔT é a variação de temperatura, ou seja, $\Delta T = T - T_0$, onde T_0 representa a temperatura inicial do fio e T a temperatura final.

Dilatação Superficial

Há corpos que podem ser considerados bidimensionais, por exemplo, uma chapa. Neste caso, a expansão ocorre nas suas duas dimensões lineares, ou seja, na área total do corpo.

Na figura 8 é possível observar uma chapa retangular que, quando aquecida, tem toda a sua superfície aumentada, passando de uma área inicial (S_0) a uma área final (S), de modo que a dilatação superficial é (ΔS , sendo $\Delta S = S - S_0$).

Figura 8: Ilustração da dilatação superficial numa placa.



Fonte: Próprio autor.

A dilatação superficial, de forma semelhante à dilatação linear, depende:

- Variação de temperatura sofrida pelo corpo (ΔT);

- Área inicial (S_0);
- Material de que é feito o corpo, porém, o coeficiente utilizado é o "coeficiente de dilatação superficial" (β) que vale duas vezes o coeficiente de dilatação linear, isto é: $\beta=2\alpha$.

Assim, pode-se calcular a dilatação ocorrida na superfície usando:

$$\Delta S = S_0\beta\Delta T \quad (3)$$

Onde:

ΔS é a dilatação superficial ou o quanto a área da superfície varia;

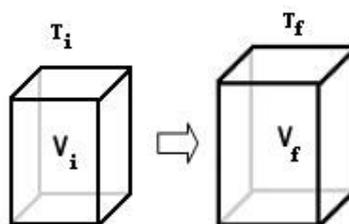
- β é o coeficiente de dilatação superficial;
- S_0 é a área inicial;
- ΔT é a variação de temperatura.

Dilatação Volumétrica

A maioria dos corpos sólidos possui três dimensões: altura, comprimento e espessura, conforme mostra a figura 9, e quando aquecidos, sofrem expansão nessas três dimensões o que proporciona um aumento no volume total do corpo.

A dilatação ocorre de modo semelhante às dilatações linear e superficial, porém dependente do coeficiente de dilatação volumétrica o que é igual a três vezes o coeficiente de dilatação linear, ou seja, $\gamma = 3\alpha$.

Figura 9: Ilustração da dilatação volumétrica em um cubo.



Fonte: Próprio autor.

Portanto, calcula-se a dilatação ocorrida no volume pela equação 4:

$$\Delta V = V_0\gamma\Delta T \quad (4)$$

onde:

- ΔV é a dilatação volumétrica, ou seja, $\Delta V = V - V_0$;
- γ é o coeficiente de dilatação volumétrica;
- V_0 é o volume inicial;

- ΔT é a variação de temperatura.

Objetivos

Estudar os processos de dilatação linear, superficial e volumétrica dos corpos com a variação de temperatura;

Compreender a relevância da dilatação dos corpos quando há variação de temperatura.

Materiais Utilizados

- Fio rígido (50 cm);
- Pedaco de madeira (50x20) cm;
- Dois pedacos de cabo de madeira (pode ser de vassoura) de 50 cm cada;
- Régua, pregos, linha;
- Um objeto que sirva de peso (um bloco de madeira, por exemplo).
- Placa metálica (retirada de lata de refrigerante);
- Uma esfera metálica;
- Uma moeda;
- Uma lata com tampa (lata de leite, por exemplo);
- Um pegador de roupa;
- 15 cm de arrame de 3 mm de diâmetro;
- Fósforos;
- Uma fonte térmica (vela ou lamparina);



3.2.2. Procedimento Experimental Sobre a Dilatação dos Sólidos

O procedimento experimental dessa aula será dividido em três partes: na primeira será realizado o experimento mostrando a dilatação linear, em seguida a dilatação superficial e na terceira a dilatação volumétrica.

Dilatação Linear

- Fixe o fio de cobre nos dois pedacos de madeira. Fixe a madeira em um ponto de apoio, esticando o fio, como na figura 10.

- No cubo de madeira crave o prego e prenda um pedaço de fio nele.
- Pendure o bloco de madeira no fio de cobre, de modo que fique a certa altura da base.

Figura 10: Experimento montado.



Fonte: Próprio Autor.

- Meça a distância entre a base e o bloco pendurado. Anote essa medida (____) cm.
- Acenda a vela e aqueça o fio, por algum tempo. Observe a posição do bloco de madeira.
- Meça novamente a distância do bloco à base e compare com a medida inicial. (____) cm.
- Conhecendo o coeficiente de dilatação linear do fio utilize a dilatação do fio para determinar a variação de temperatura atingida ($\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$).

Dilatação Superficial

- Corte a tampa da lata e faça uma fenda, de modo que a moeda passe exatamente por ela (principalmente em relação ao diâmetro).
- Aqueça a moeda na chama da vela ou da lamparina segurando-a com o pegador (ver figura 11).
- Em seguida coloque a moeda aquecida na fenda da lata.
- Deixe a moeda esfriar e coloque novamente a moeda na fenda da lata.

Figura 11: Dilatação na moeda.



Fonte: Próprio autor.

- O que ocorreu quando colocou a moeda quente na fenda?

- O que aconteceu quando colocou a moeda depois de esfriar na fenda?

- Explique o que aconteceu nos dois casos.

Dilatação Volumétrica

- Faça um anel utilizando o arrame, usando como forma a esfera, como mostra a figura 12;
- Em seguida coloque a esfera sobre o anel feito;
- Depois aqueça o anel utilizando a vela ou lamparina e coloque a esfera novamente;
- Espere o anel esfriar e coloque novamente a esfera;

Figura 12: Experimento montado.



Fonte: Próprio autor.

- O que aconteceu quando a esfera estava fria e quando ela estava quente?

- Qual a correta explicação para o fenômeno ocorrido com a esfera?

3.3 Experimento 3: Óptica Geométrica da Câmara Escura

Novamente a aula é iniciada com uma discussão sobre o assunto abordado.

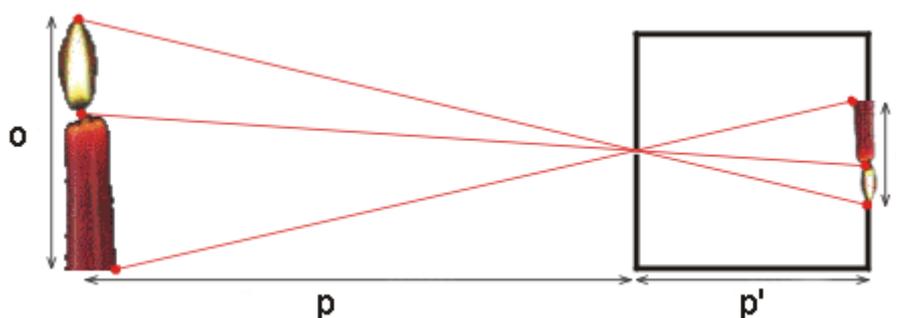
- É possível se obter uma imagem normal de um objeto na câmera fotográfica de filme? Justifique sua resposta.

3.3.1. Fundamentação Teórica

A câmara escura é uma caixa de paredes opaca, existindo em uma delas um pequeno orifício. Um objeto luminoso ou iluminado é colocado na frente da câmara. O experimento mostra como a imagem é formada comprovando que a luz propaga em linha reta. O comportamento da luz na câmara escura de orifício é semelhante ao da luz no olho humano, onde o orifício central se comporta como a pupila. Quando a luz penetra nesta, chega à região oposta chamada de retina, onde a imagem é formada.

Ao longo do tempo as técnicas de produção e obtenção de imagens com uma câmara escura foram aperfeiçoadas, o que acabou resultando nas modernas câmeras fotográficas. A câmara de orifício funciona em decorrência da luz se propagar em linha reta. Por isso é que, os raios de luz, ao passarem pelo orifício, vão projetar no anteparo uma imagem invertida do objeto, como esquematizado na figura 13.

Figura 13: Imagem invertida na câmara escura.



Fonte: <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Otica/Fundamentos/camaraescura.php>

Considerando o a altura do objeto, i a altura da imagem, p a distância entre o objeto e o orifício da câmara e p' a profundidade da câmara, por semelhança de triângulo temos:

$$\frac{i}{o} = \frac{p'}{p} \quad (5)$$

A imagem observada será maior quanto mais próximo estiver, e será mais nítida quanto menor for o orifício da câmara.

Objetivos

Construir uma câmara escura de orifício e constatar a propagação retilínea da luz e estudar as relações ópticas e geométricas da luz.

Figura 15: Câmara escura com janela de visualização.



Fonte: Próprio autor.

- Acenda a vela e coloque a frente da face com o orifício, como mostra a figura 16.

Figura 16: Câmara escura pronta.



Fonte: Próprio autor.

- Coloque a vela a 30 cm do orifício da câmara e calcule o valor aproximado do tamanho de sua imagem: _____
- Se reduzirmos pela metade a distância, do item anterior, o que acontece com a altura da imagem?

4. EXPERIMENTOS REALIZADOS NA 3ª SÉRIE

Assim como feito nas 2ª séries, foram realizados três experimentos nas 3ª séries, sendo realizado um experimento por bimestre, a partir do segundo bimestre. Os conteúdos foram escolhidos de forma aleatória dentro do conteúdo programático anual. A seguir serão mostrados os três experimentos, que envolve os seguintes assuntos: associação de resistores, processos de eletrização e campo magnético.

4.1 Experimento 1: Associação de Resistores

Antes da abordagem teórica sobre o assunto relacionado com o experimento, foram realizadas perguntas que envolvesse o conteúdo com o cotidiano para extrair os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do conteúdo. Os seguintes questionamentos foram feitos:

- O que acontece em um circuito paralelo de lâmpadas se uma delas queimar? É aconselhável fazer a instalação elétrica de uma residência usando circuito paralelo nas lâmpadas?

- O que acontece em um circuito em série de lâmpadas se uma delas queimar? Você sabe qual o tipo de instalação elétrica é utilizado na sua residência e o porquê utilizá-lo?

4.1.1. Fundamentação Teórica

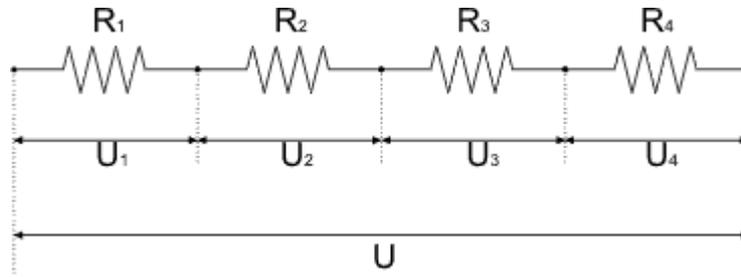
Um circuito elétrico é a ligação de elementos elétricos, tais como resistores, indutores, capacitores, fontes de tensão, fontes de corrente e interruptores, de modo que forme, pelo menos um caminho fechado para a corrente elétrica. Um circuito elétrico simples, alimentado por pilhas, baterias ou tomadas sempre apresenta uma fonte elétrica, um condutor elétrico, um receptor e um interruptor para ligar e desligar o receptor. Quando o circuito elétrico é ligado, uma corrente elétrica passa por ele. Esta corrente pode produzir vários efeitos, como: luz, movimento, aquecimento, sons etc. Os circuitos elétricos podem ser dispostos em Série ou Associados.

Circuito em Série: É o tipo de associação onde os resistores são ligados sequencialmente, como mostra a figura 17, de modo a serem percorridos pela mesma corrente elétrica, e a tensão elétrica é dividida entre o número de resistências. A resistência equivalente, para esse tipo de associação, é dada pela soma de todas as

resistências que fazem parte do circuito. Esse tipo de associação pode ser representado por:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (5)$$

Figura 17: Representação de uma associação em série.

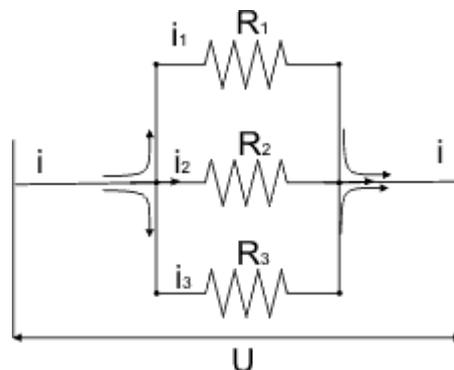


Fonte: <https://www.sofisica.com.br>

Circuito em Paralelo: Nesse tipo de associação, os resistores são ligados um do lado do outro, como mostra a figura 18, de forma que todos os resistores fiquem submetidos à mesma diferença de potencial, e a corrente elétrica total que circula por este tipo de circuito é igual à soma da corrente elétrica que atravessa cada um dos resistores. A resistência equivalente desse tipo de circuito elétrico é sempre menor do que o valor de qualquer uma das resistências que compõem o circuito, esse tipo de associação é representado matematicamente por:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (6)$$

Figura 18: Representação de uma associação em paralelo



Fonte: <https://www.sofisica.com.br>

Objetivos

Verificar o comportamento da corrente elétrica, diferença de potencial (ddp) e a potência elétrica em circuitos elétricos compostos de lâmpadas em série e paralelo.

Materiais Utilizados

- Dois pedaços de tabua (40 x 50) cm;
- Um multímetro digital;
- Seis soquetes (bocal) para lâmpadas;
- Quatro interruptores simples;
- Seis lâmpadas incandescentes, 40 W e 60 W, três de cada;
- Fita isolante;
- Cinco metros de fio de cobre flexível 2,5 mm;
- Martelo, estilete, parafusos, pregos;
- Dois *plugs*;
- Alicate de corte;
- Chave de fenda.



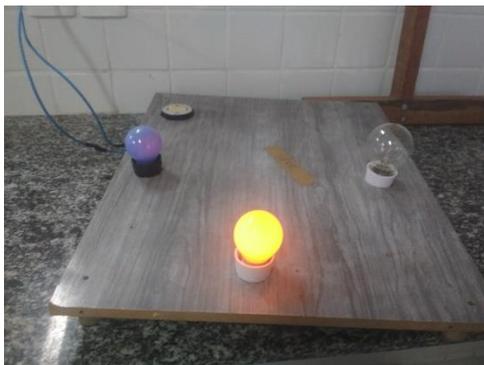
4.1.2. Procedimento Experimental Sobre associação de resistores

O procedimento experimental será dividido em duas partes: na primeira será realizado o experimento mostrando a associação de lâmpadas em série e na segunda a associação de lâmpadas em paralelo.

Associação de Lâmpadas em Série

- Utilizando o alicate corte dois pedaços do fio de 10 cm cada, depois utilizando o estilete desencape as pontas;
- Utilizando a chave de fenda fixe as extremidades dos pedaços dos fios em um dos polos do soquete, como vemos na figura 19;

Figura 19: Ligação das lâmpadas em Série.



Fonte: Próprio Autor.

- Utilizando o alicate corte dois pedaços de fio um com 40 cm e outro com 50 cm, depois com o estilete desencapem as pontas e conecte aos terminais dos soquetes das pontas;
- Fixe os soquetes na tabua;
- Conecte um interruptor na ponta do fio de 40 cm e depois corte um pedaço de fio de 10 e conecte no outro polo do interruptor;
- Fixe os fios e o interruptor na tabua e depois conecte as duas pontas de fio no *plug*.
- Explique como identificar uma associação em série de lâmpadas.

Utilizando o multímetro, responda:

- A diferença de potencial do circuito?

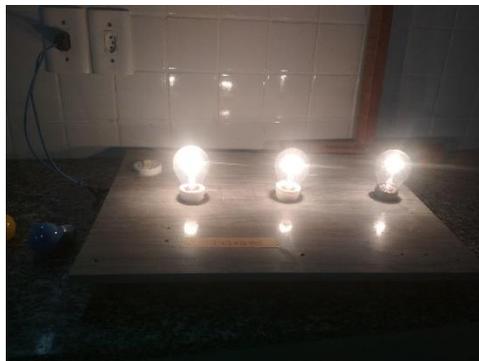
- A intensidade da corrente elétrica?

- A Diferença de potencial em cada lâmpada?

Associação de Lâmpadas em Paralelo

- Utilizando o alicate corte dois pedaços de fio de 60 cm cada, com o estilete desencape as pontas e depois conecte uma das pontas em cada polo de um soquete.
- Utilizando o alicate corte quatro pedaços de fio de 15 cm cada, com o estilete desencape as pontas e depois conecte uma das pontas em cada polo de um soquete.
- Utilizando o estilete desencape o fio de 60 cm, que conectou soquete a exatamente 30 cm do soquete, nos dois pedaços conectados ao soquete e depois meça mais 15 cm em cada ponta e desencape novamente.
- Conecte os dois soquetes nos fios no local onde desencapou no passo anterior e depois isole utilizando a fita isolante.
- Fixe os soquetes na tabua utilizando parafusos e em seguida os fios.
- Conecte os fios em cada um em um polo do *plug*.

Figura 20: Circuito de lâmpadas em paralelo.



Fonte: Próprio Autor.

- Explique como é possível identificar uma associação em paralelo de lâmpadas.

Utilizando o multímetro, responda:

- a) A diferença de potencial do circuito?

b) A intensidade da corrente elétrica do circuito?

c) A Diferença de potencial em cada lâmpada?

d) A intensidade da corrente elétrica que passa por cada lâmpada?

4.2 Experimento 2: Processos de Eletrização

No experimento de eletrização, antes e começar a explanação dos conteúdos foram feitos os seguintes questionamentos para discussão dos alunos:

- Porque, às vezes, tomamos choque quando vamos abrir a porta do carro?

- Porque há o arrepio dos pelos do braço quando ligamos a televisão de tubo e aproximamos da tela?

4.2.1. Fundamentação Teórica

Processos de eletrização: Considera-se um corpo eletrizado quando o mesmo possui número diferente de prótons e elétrons. O processo de retirar ou acrescentar elétrons em um corpo neutro para que o mesmo seja eletrizado denomina-se eletrização. Alguns dos processos de eletrização mais comuns são: eletrização por atrito, contato e indução, como mostra a figura 21.

Figura 21: Processos de eletrização em um corpo.



Fonte: <https://exerciciosweb.com.br/fisica/questoes-de-fisica-sobre-os-processos-de-eletrizacao/>

Eletrização por atrito: é o processo simples de retirada de cargas eletrostáticas de um determinado corpo neutro. Ocorre sempre que dois corpos de materiais diferentes são esfregados um no outro.

Eletrização por contato: diferentemente da eletrização por atrito, necessita de pelo menos um dos corpos carregado eletricamente. Para entender o funcionamento do processo da eletrização por contato, considere um condutor carregado positivamente e outro condutor neutro. Aproxime o condutor positivo do condutor neutro até que ocorra o contato entre eles. Quando isso acontece, haverá uma transferência de elétrons do corpo neutro para o corpo carregado positivamente. Essa transferência irá ocorrer de maneira rápida até que ambos os condutores fiquem com o mesmo potencial elétrico.

Indução eletrostática: ocorre quando um corpo eletrizado redistribui cargas de um condutor neutro. O corpo eletrizado, o indutor, é colocado próximo ao corpo neutro, o induzido, e isso permite que as cargas do indutor atraiam ou repilam as cargas negativas do corpo neutro, devido a Lei de Atração e Repulsão entre as cargas elétricas. A distribuição de cargas no corpo induzido mantém-se apenas na presença do corpo indutor. Para eletrizar o induzido deve-se colocá-lo em contato com outro corpo neutro e de dimensões maiores, antes de afastá-lo do indutor.

Os processos de eletrização serão demonstrados através do experimento do pêndulo eletrostático e do eletroscópio de folha.

Pêndulo Eletrostático

O pêndulo eletrostático é formado por um suporte uma base isolada que não conduz corrente elétrica e por um fio de seda com uma esfera metálica pendurada, como mostra a figura 22. A Esfera eletrizada, com carga positiva ou negativa, aproxima-se do

corpo o qual se deseja saber a carga. Caso a bola seja eletrizada positivamente, aproxima-se dela o material com carga desconhecida. Se esta esfera atrair-se para o corpo, este estará eletrizado negativamente; se ao contrário, a esfera repelir-se, o corpo estará eletrizado positivamente.

Figura 22: Pêndulo eletrostático.



Fonte: Próprio autor.

Eletroscópio de Folhas

O eletroscópio de folhas é composto por uma garrafa transparente isolante, fechada por uma rolha igualmente isolante, como mostra a figura 23. Na parte de cima, uma esfera metálica. No interior, duas finíssimas folhas metálicas, de ouro ou de alumínio. Se o eletroscópio estiver neutro, suas folhas estarão abaixadas. A aproximação de um corpo carregado à esfera superior induz cargas no sistema, e as folhas se separam, por possuírem cargas de mesmo sinal. Se esse corpo carregado tocar a esfera superior, o eletroscópio também ficará eletricamente carregado.

Figura 23: Eletroscópio de folha.



Fonte: Próprio autor.

Objetivos

Observar e identificar os processos de eletrização por atrito, contato e indução.

Materiais Utilizados

- Pedaco de isopor;
- Fio (grosso) de cobre esmaltado (20 cm aproximadamente);
- Canudos;
- Régua;
- Pano feltro ou papel higiênico;
- Rolha de cortiça ou massa de modelar;
- Linha (nylon ou costura, ou mesmo fio dental desfiado);
- Lixa fina;
- Papel alumínio;
- Alicate de bico;
- Garrafa PET de 200 ml;
- Tesoura.



4.2.2. Procedimento Experimental sobre os processos de eletrização

O procedimento experimental será dividido em duas partes: na primeira será realizado o experimento mostrando o pêndulo eletrostático e em seguida o experimento do eletroscópio de folhas.

Pêndulo Eletrostático

- Dobre o canudo no formato de L.
- Recorte um disco de folha de alumínio muito fina com diâmetro aproximado de 3,0 cm.
- Suspenda esse disco por um fio de nylon prendendo o fio no disco com um pedaço pequeno de fita adesiva ou cola. Observe que o pedaço de fita adesiva deve ser o menor possível para não aumentar a massa do conjunto.

- Amarre a outra extremidade do fio em um canudo de refresco que deve permanecer em uma direção aproximadamente horizontal.
- Tome o pedaço de isopor e fixe o canudo nesta base. O canudo deve permanecer na posição vertical.
- Friccione a régua com o pedaço de pano ou papel higiênico e depois aproxime do pêndulo. O que você observou?

- Toque com seu dedo o disco suspenso e aproxime a régua atritada com o pedaço de lã. Agora o que você observou?

- Friccione um canudo com uma meia de nylon ou seda e aproxime a placa do pêndulo eletrostático. O que você observa?

- Como você explica o observado no caso da régua e do canudo, em termos de cargas elétricas?

- Quais os processos de eletrização utilizados acima?

Eletroscópio de Folhas

- Lixe as extremidades do fio de cobre (cerca de 3 cm cada extremidade) até retirar todo o esmalte.
- Faça uma bolinha metálica amassando um pedaço de papel alumínio. Fixe a bolinha em uma das extremidades do fio.

- Perfure a rolha usando a outra extremidade do fio de cobre, atravessando-a completamente com o fio (se desejar substitua-a por massa de modelar). Deixe à mostra a extremidade com a bolinha de papel alumínio.
- Usando o alicate de ponta, dobre a extremidade inferior do fio de cobre formando um pequeno gancho pontiagudo.
- Recorte dois retângulos de papel alumínio com 4 cm de comprimento por menos de 0,5 cm de largura.
- Usando o ganchinho pontiagudo criado no item 4, perfure cuidadosamente as lâminas de papel alumínio (os dois retângulos ficarão pendurados livremente no gancho metálico).
- Com bastante cuidado, introduza o sistema acima na garrafa. As lâminas metálicas ficarão no interior da garrafa e a bolinha de papel alumínio estará na parte externa.
- Feche a garrafa pressionando a rolha ou usando massa de modelar. O fio de cobre (haste condutora) deve ficar completamente na vertical, assim como as folhinhas penduradas.
- Passe vigorosamente a régua nos cabelos a fim de eletrizá-la (você pode também atritá-la com papel toalha ou papel higiênico). Em seguida, aproxime a régua da bolinha de papel alumínio situada na extremidade superior do eletroscópio. O que você observou?

- Afaste a régua da bolinha, e agora o que aconteceu?

- Qual o processo de eletrização ocorreu?

- Como podemos fazer para descobrir a carga do eletroscópio de folhas após você encostar o canudinho na bolinha?

- Como você pode fazer para descarregar o eletroscópio de folhas?

4.3. Experimento 3: Eletroímã

A questão para discussão dos alunos, antes do conteúdo ser explanado, foi:

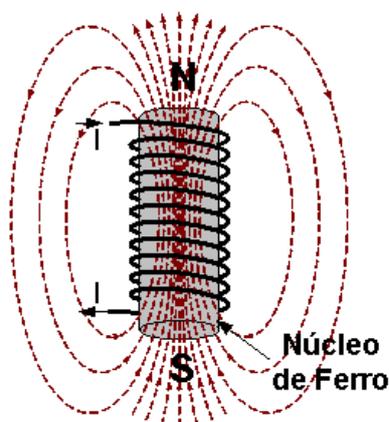
- Qual importância do eletromagnetismo na sua vida?
-
-

4.3.1. Fundamentação Teórica

Quando uma corrente elétrica atravessa um fio condutor, cria em torno dele um campo magnético. Este efeito foi verificado pela primeira vez por Hans Christian Orsted em abril de 1820. Ele observou que a agulha de uma bússola defletia de sua posição de equilíbrio quando havia próximo a ela um fio condutor pelo qual passava uma corrente elétrica.

Um solenoide constitui-se de um fio condutor enrolado de tal modo que forme uma sequência de espiras em forma de tubo. Se por ele passar uma corrente elétrica, gera-se um campo magnético no sentido perpendicular à uma seção reta do solenoide. Este arranjo em forma de tubo faz com que apareçam no solenoide polaridades norte e sul definidos. O resultado final é que o solenoide possui polos norte e sul, tal como um ímã natural. Como podemos ver na figura 24.

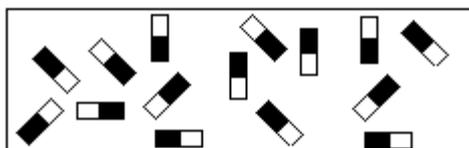
Figura 24: Representação de um solenoide.



Fonte: <https://www.sofisica.com.br>

Os materiais ferromagnéticos são constituídos de um número muito grande de pequenos ímãs naturais, conhecidos como dipolos magnéticos elementares. Este número é da mesma ordem do número de moléculas ou átomos que constituem o material. Sem a influência de um campo magnético externo, estes dipolos estão todos desalinhados, de forma que a soma total de seus campos magnéticos é nula, como mostra a Figura 25.

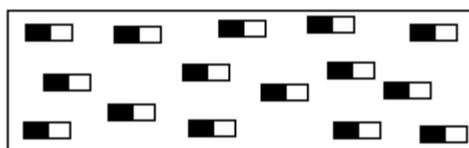
Figura 25: Dipolos magnéticos desalinhados



Fonte: <http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1151>

Se inserirmos um prego, que é feito de um material ferromagnético, dentro de um solenoide, o campo magnético deste irá alinhar os dipolos do prego, como mostra a Figura 26.

Figura 26: Dipolos magnéticos alinhados



Fonte: <http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1151>

Os campos magnéticos dos dipolos se somam e temos então um novo campo magnético devido ao prego. No total, teremos a soma dos campos do solenoide mais o do prego. O conjunto de um solenoide com um núcleo de material ferromagnético é chamado de eletroímã.

Objetivos

Observar as forças de origem magnética produzida a partir de corrente elétrica e compará-las com um ímã.

Comparar o efeito de uma mesma corrente elétrica em presença e ausência do núcleo ferromagnético.

Materiais Utilizados

- Uma bússola;
- Um pedaço de fio esmaltado N° 26 (cerca de 2 metros);
- Uma pilha de 1,5V ou 9,0 V;
- Um prego grande;
- Clipes, pregos pequenos;
- Porta pilhas;
- Garras tipo jacaré;

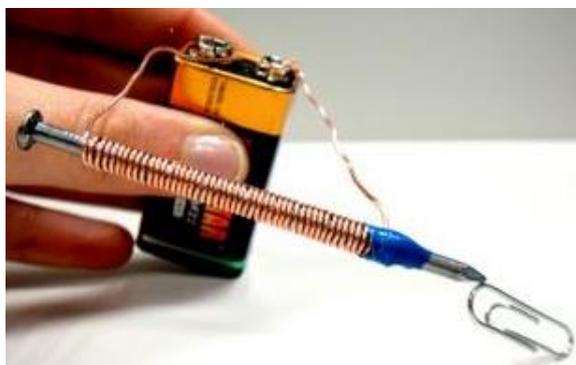


4.3.2. Procedimento Experimental sobre o eletroímã

Eletroímã

- Enrole um metro de fio no prego, deixando as duas extremidades livres;
- Utilizando o estilete ou a tesoura raspe as extremidades do fio;
- Ligue os jacarés as extremidades dos fios do porta pilhas, em seguida ligue os jacarés a as extremidades dos fios;
- Coloque a pilha na porta pilha;
- Aproxime a bússola da ponta do prego e anote os polos do eletroímã.

Figura 27: Eletroímã montado.



Fonte: Próprio autor.

- Com o eletroímã montado, aproxime a ponta do prego dos pregos pequenos e dos cliques em seguida descreva o que ocorreu.

- Agora aproxime a ponta do prego dos pedaços de alumínio e descreva o que aconteceu.

- Explique o que aconteceu nos dois casos anteriores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de sequências didáticas para desenvolver um tema específico ou até um tema mais abrangente é uma boa estratégia pedagógica, pois mobiliza diversas atividades que se complementam. A utilização de aulas experimentais é um dos métodos importantes para a construção do conhecimento, principalmente o conhecimento científico, e por isso, aulas experimentais são de suma importância para o ensino de Ciências, em especial a física.

Embora simples, o produto foi capaz de proporcionar aos alunos momentos de interação com conteúdo de forma prazerosa. As atividades que compõe essa sequência didática foram utilizadas com o objetivo de estimular aos alunos a participarem das aulas. Notamos que quando iniciamos a aula com uma pergunta relacionada ao cotidiano, eles tendem a participar mais ativamente. Dentre desse quadro, de maior participação dos alunos, e maior entusiasmo na realização do experimento, acreditamos que a sequência didática se mostrou como boa estratégia de ensino. Uma ferramenta muito útil, apesar de bastante simples, nessa direção, conseguiu atingir o propósito ao qual foi pensado, que é auxiliar o aluno na sua aprendizagem.

Com o desenvolvimento deste trabalho fica muito perceptível que o ensino de física se torna mais atrativo, quando se trabalha com o lúdico através de aulas práticas, quando conseguimos mostrar ao aluno que a Física está presente em seu cotidiano, bem como aumentar a interação entre os envolvidos, como propõe Vygotsky.

Obviamente que este trabalho não se encerra aqui, pois permite que novas possibilidades de ensino sejam incrementadas, ampliando as possibilidades de uso deste produto educacional.

Assim, o produto educacional aqui aplicado pode ser utilizado com outros experimentos de mesma finalidade, ou pode ser usado para trabalhar outros assuntos da física.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino Médio – 2000, vol III.

Gaspar, Alberto. **Atividades experimentais no ensino de Física: Uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**. Livraria da Física, 2014 – São Paulo.

Gaspar, Alberto. **Experiências de Ciências**. / Alberto Gaspar. 2ª ed. São Paulo: Ed. Livraria da Física 2014.

Peruzzo, Jucimar. **A Física Através de Experimentos: Mecânica**. V.I./ Jucimar Peruzzo. Irani (SC): 2013.

Peruzzo, Jucimar. **A Física Através de Experimentos: Termodinâmica, ondulatória e óptica**. / Jucimar Peruzzo. São Paulo: Ed. Livraria da Física 2012.

Peruzzo, Jucimar. **A Física Através de Experimentos: Eletromagnetismo**, Física Moderna e Ciências Espaciais. V.III./ Jucimar Peruzzo. Irani (SC): 2013.

Ximenes, Daniel Ricardo. **Manual de Práticas laboratoriais: Física**. / Sec. Da Educação do Ceará. Fortaleza: SEDUC 2010.

ZABALA, Antonio. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.