

EXPLORANDO FENÔMENOS DA ELETRICIDADE



COORDENADOR:

Prof.Dr.Fuad Daher Saad

AUTORES:

Prof. Dr. Fuad Daher Saad
Prof. Dr. José Henrique Vuolo
Prof. Paulo Yamamura
Prof. Cláudio H. Furukawa
Profa. Denise Gomes dos Reis

Instituto de Física
USP
2008



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA

FÍSICA COM DEMONSTRAÇÕES

Explorando a Eletricidade

através de

Experimentos Simples

Coordenador
Prof. Dr. Fuad Daher Saad

AUTORES

Fuad Daher Saad
Denise Gomes dos Reis
Cláudio H. Furukawa
Paulo Yamamura
José Henrique Vuolo

2008

APRESENTAÇÃO

REPENSANDO A AÇÃO DOCENTE.

A educação formal, nos últimos séculos, perseguiu e ainda persegue, o chamado conhecimento – racional, axiomático quantificável – de cada área do saber científico. Pouca atenção tem sido dedicado aos comportamentos tradicionalmente atribuídos às áreas afetivas dos estudantes. Observa-se que a “dimensão emocional” não tem merecido a atenção que muitos pesquisadores reconhecem como fundamental para a construção do conhecimento por parte do estudante. O desconhecimento por parcela considerável de nossos educadores da chamada inteligência emocional, como elemento integrante do comportamento inteligente, pode estar prejudicando o desempenho escolar criando, nos estudantes, uma verdadeira rejeição pelo conhecimento científico e aplicado.

Focalizando, basicamente, os conteúdos e as metodologias subjacentes ao processo de planejamento/desenvolvimento de aulas, a ação docente tem deixado em segundo plano, os aspectos emocionais de cada estudantes. Assim, o planejamento/execução das aulas tem voltado, basicamente, para os aspectos mensuráveis obviamente exigidos nas avaliações.

Torna-se necessário aprofundar as investigações no campo do conhecimento afetivo, visando novos cenários capazes de interagir mais intimamente com o domínio emocional dos estudantes. Parece imperioso que estes novos cenários educacionais criem condições para a transformação e transposição dos limites frios e áridos do ensino formal. que tem sido, descritivo, axiomático, para se estimular o imaginário, o interesse e a procura dos significados, potencializando o estudante para aprender os conceitos formais das estruturas subjacentes das Ciências.

Neste contexto, coloca-se o desafio da **transformação da sala de aula**, que na maioria das escolas, ainda reproduzem os paradigmas que exigiam a formação em massa e em série, como numa linha de montagem de veículos, para ambientes mais favoráveis para o processo da “criação e desenvolvimento do conhecimento “, base de um paradigma educacional emergente.

O desenvolvimento das chamadas potencialidades dos estudante, implica também, em leva-los da dimensão de espectadores passivos e armazenadores de informações – verdadeiros bancos de dados computacional – para o de reconstrutor de parcela relevante do saber, com um novo papel no contexto educacional. Assim, ao lado das preocupações com o desenvolvimento cognitivo, urge privilegiar a dimensão emocional no ato educativo nas salas de aulas.

CONHECIMENTO E INFORMAÇÃO

Para muitos educadores, constitui um elemento útil, para o planejamento das ações docentes, refazer as leituras críticas sobre e/ou aprofundar os conceitos de CONHECIMENTO e de INFORMAÇÃO, conceitos estes, muitas vezes, considerados como sinônimos.

“Conhecimento”, no sentido mais amplo, pode ser entendido como atributo geral que os seres vivos possuem no sentido de reagir ativamente ao mundo circundante, na medida da sua organização biológica e no sentido da sua sobrevivência. Também pode ser a apropriação do objeto pelo pensamento, como quer que se conceba esta apropriação: como definição, como percepção clara, apreensão completa, análise, etc. “Conhecimento” está intrinsecamente ligado à vida humana : é idéia, prática de vida, ou seja, um patrimônio de cada ser humano.

“Informação” constitui elementos, dados, símbolos, coleção de fatos nos mais variados campos da criação humana, teorias, descrições, notícias, relatos escritos ou orais, etc e que se encontram disponíveis sob as mais variadas formas : na escrita (livros, revistas, jornais, etc), nos filmes, nos discos, nos disquetes, nos CD, na memória do computador, na Internet, etc.

Um estudante que vive num mundo que transforma continuamente não pode ser considerado como “ um banco de dados “, mas um ser único, com uma característica impar : portador da capacidade de compreender e absorver “informações” para recriá-lo como um novo “conhecimento”, embora não necessariamente inédito, mas que lhe permita melhor compreender e interagir com o mundo da ciência e suas aplicações.

FUNÇÕES DA EDUCAÇÃO FORMAL

Um das funções da Educação Formal consiste, através das ações docentes planejadas, em transformar em conhecimento, parte das informações disponíveis em determinadas áreas do saber. Neste contexto é importante refletir sobre estas ações:

- Como situar, neste contexto, as informações/conteúdos - considerados relevantes - numa determinada disciplina e o estudante?
- Apenas os aspectos cognitivos, mensuráveis devem ser enfocados? E os aspectos emocionais?
- Como organizar e disponibilizar os conteúdos para melhor atingir as importantes áreas afetivas visando potencializar o interesse dos estudantes?
- Como motivar os estudantes?
- Como ativar a “inteligência emocional” visando a transformação de informações em conhecimentos ?

AULAS COM DEMONSTRAÇÕES

A utilização de AULAS COM DEMONSTRAÇÕES em Ciências, com ampla participação coletiva, tem-se mostrado constituir em importante ferramenta para despertar o interesse dos estudantes pelos fenômenos exibidos e pelos desafios em conhecer os respectivos “porquês”.

Investigações têm reforçado as já conhecidas constatações de que “Demonstrações em Ciências”, isoladas ou articuladas, podem se constituir em cenários que priorizam aspectos emocionais dos estudantes, diferencialmente, potencializando-os para apreender conceitos formais/rationais ou axiomáticos das estruturas sofisticadas das Ciências.

As “Demonstrações em Ciências “ é um meio/ferramenta que merece novas investigações e reflexões acerca de seu papel dentro do atual contexto educacional, em particular no do Ensino de Ciências e de Física, em suas múltiplas dimensões: professor - aluno- material instrucional demonstrativo – cenário de ensino.

As “aulas com demonstrações” objetivam a transposição dos limites frios atualmente delineados para o ensino formal, descritivo e axiomático, para um novo cenário, rico de estímulos e fortemente interativo, capaz de atingir o emocional de cada espectador, dentro de um contexto coletivo/social. As observações iniciais têm indicado que os estudantes participantes deste cenário de ensino apresentam maiores interesses na busca de explicações e dos significados subjacentes aos fenômenos demonstrados. É importante destacar que uma “aula com demonstração” pode Ter lugar na própria sala onde o professor ministra suas aulas. O professor deve ser capaz de intermediar os fenômenos, socialmente com os estudantes, e convidá-los à participação, explorando os aspectos inesperados e do mágico, inerentes em muitas das demonstrações .

Vários são os cenários desejáveis no desenrolar de uma “aula com demonstração”:

- A participação e a interação social;
- A informação correta subjacente à “demonstração”;
- Os desafios/questionamentos inerentes;
- Os interesses despertados;
- A curiosidade aguçada
- E muitos outros aspectos que a sensibilidade de cada professor possa agregar.

Estas expectativas poderão ou não ser satisfeitas, dependendo de alguns fatores básicos:

- A qualidade do apresentador – conhecimento do assunto, postura da voz, familiaridade no manuseio experimental, postura simpática, vontade, etc.
- A escolha adequada dos aparatos de demonstração;
- A preparação adequada da platéia para a “demonstração”;
- O ambiente;
- E outros detalhes, que cada docente, com o tempo, passa a prever em seus planejamentos.

Os principais elementos presentes nas “demonstrações” costumam ser:

- O inesperado;
- O curioso;
- O desafio a ser vencido;
- A quebra e/ou substituição de paradigmas;
- O artístico/estético;
- O inacreditável;
- O mágico/lúdico;
- O previsível, entre outros.

Uma “aula com demonstrações” assim concebida e desenvolvida, visa superar a concepção atual do estudante, como um banco de dados e o professor, como um provedor de informações (que aliás, existe à disposição nas mais variadas fontes). Assim, além de ensinar Ciências, a aula visa “preparar o emocional de cada estudante para o aprender”, ajustando o estudante para um novo paradigma da educação: a educação e a aprendizagem contínuas.

O CATÁLOGO DE DEMONSTRAÇÕES.

A nossa experiência acumulada no campo do Ensino de Ciências, nos animou a projetar este “Catálogo de Demonstrações” com o apoio da VITAE. Trata-se, apenas, de uma modesta proposta, mas fundamentada na experiência. Ele não esgota o assunto, mas apenas propõe alternativas. Por isso, pretende-se dar continuidade à proposta, com novas publicações que necessariamente refletirão as críticas recolhidas e as necessárias ampliações após a presente publicação.

Esta versão do “Catálogo de Demonstrações” apresenta um conjunto de demonstrações com as seguintes características:

- Abrange fenômenos de Ciências Físicas;
- Facilidade de reprodução;
- Confecção com material de fácil obtenção;
- Descrição, explicação e exploração da demonstração;
- Independência de ambientes especiais
- Apropriadas para participação (manipulação) de estudantes;
- Possibilidades dos próprios alunos desenvolverem os materiais;

Investigações indicam que a realização de atividades experimentais se tornam mais motivadoras/emocionantes, quando os próprios estudantes participam da construção de seus equipamentos para poderem explorar fenômenos estudados. A realização de experimentos geralmente desperta nos estudantes um maior interesse pelo estudo de Ciências. É importante associar o “saber fazer” com o “explorar/compreender” os fenômenos ou princípios científicos que cercam nossos estudantes.

O despertar de nossos estudantes pelo maravilhoso mundo da Ciência e suas aplicações é uma emocionante aventura que pode principiar com o envolvimento das crianças em singelas atividades manipulativas e que poderão despertar seus interesses para melhor compreender o “porquê” das coisas; abrir seus horizontes, levá-las a observar, questionar, criticar, entender, enfim, conduzi-las para a criação de hábitos sadios de estudos, disciplina e, também, respeito pela preservação de nosso meio ambiente, através de uma postura crítica e participativa.

Convidamos Você, caro leitor, para enfrentar os desafios que representam o enriquecimento de nossas áridas aulas de Ciências baseadas, na maioria das vezes, apenas nas aulas expositivas, introduzindo, também, interessantes atividades experimentais. Dê condições para que seus estudantes possam auxiliá-lo na construção de um pequeno laboratório em sua Escola. Uma autêntica Sala de Atividades de Ciências, trazendo para a mesma, materiais descartáveis que poderão ser transformados em ricos equipamentos experimentais. Você verá como é importante poder criar condições que permitam o despertar de nossa juventude para o alargamento de seus horizontes através de atividades exploratórias de parte de fenômenos que nos cercam. Você descobrirá que estamos imersos num imenso Laboratório, sem paredes e sem fronteiras, e que vale a pena explorá-lo. Não estaremos apenas construindo aparelhos ou explorando fenômenos, mas também, criando condições para que nossas crianças possam desenvolver suas potencialidades, o futuro Cidadão/Profissional, bem formado e motivado que a Nação tanto necessita.

Coordenador

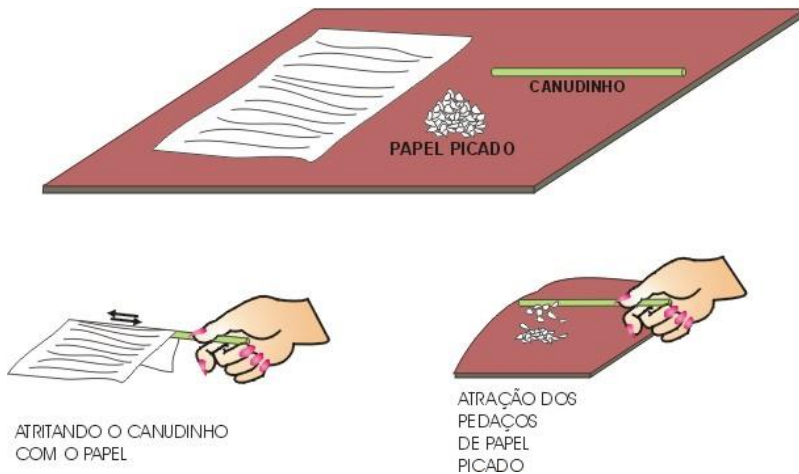
Prof. Dr. Fuad Daher Saad

ÍNDICE

01	INTRODUÇÃO	3
	<ul style="list-style-type: none">• Apresentação• Índice	8
02	ELETRIZAÇÃO E ATRAÇÃO	9
	<ul style="list-style-type: none">• Experiências• Repulsão• Cargas elétricas• Energia elétrica• O canudo elétrico• Pêndulo Elétrico• Os balões elétricos• Produzindo raios• Como funciona um para raios• Campo elétrico uniforme• Eletroscópio com tiras de alumínio• O eletróforo caseiro• A garrafa de Leyden• Pilhas elétricas de batata ou limão• Circuito elétrico simples• Obtendo eletricidade do limão• Circuito elétrico• Condutores e isolantes elétricos• Cobreação de uma chave• Visualizando campos magnéticos• Construindo uma bússola• Eletroímã didático• O campo magnético de uma corrente elétrica• Construindo um motor• Diodo• Carga e descarga de um capacitor• Gerador eletromagnético• Indução magnética• Gerador fotovoltaico• Gerador termoelétrico• Gerador piezoelétrico	9 9 11 12 13 14 15 17 18 19 20 20 22 23 23 25 26 27 28 31 32 33 34 35 36 37 38 40 41 42 42 43 44 44
03	BIBLIOGRAFIA	46

ELETRIZAÇÃO E ATRAÇÃO

Uma experiência muito simples permite compreender melhor o conceito de eletrização:



Coloque um pouco de papel picado (pode-se usar também açúcar, sal, areia ou giz) sobre uma mesa e aproxime um canudinho desses de refresco.

Até aí, nada acontece.

Experimente fazer a mesma coisa depois de friccionar vigorosamente o canudinho em uma folha de papel: ele atrairá o papel picado.

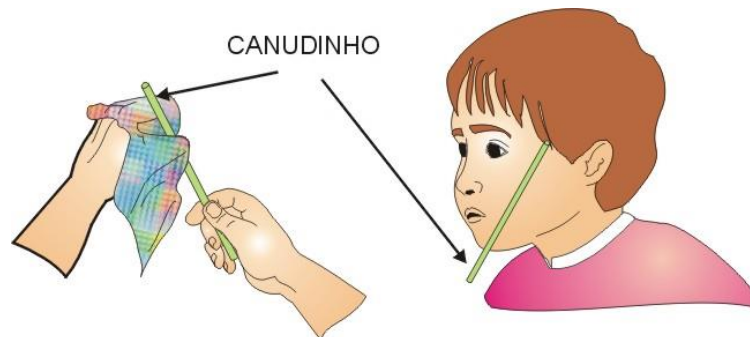
Diz-se que o canudinho de refresco ou qualquer outro

objeto (plástico, vidro), quando atritado com papel, cabelos secos, tecidos ou outros materiais, adquire a propriedade de atrair corpos leves. Os objetos que reagem como o canudinho, após atritado com papel, ficam “eletrizados”, isto é, adquirem “cargas elétricas”.

Experiências com eletrização

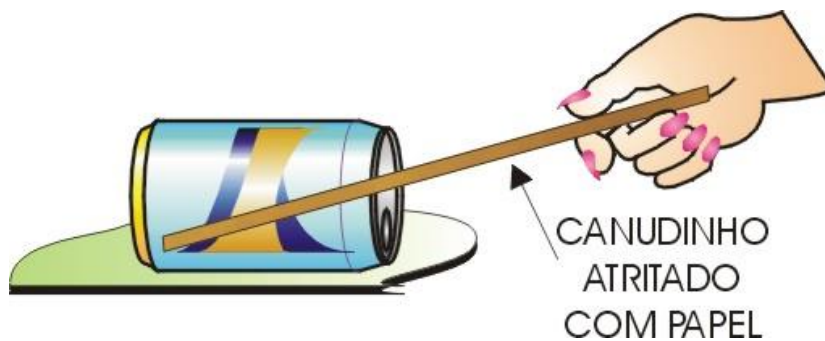
Faça as seguintes experiências e depois responda:

- 1) O que ocorre se um canudinho atritado com papel for encostado em seu rosto? Será que ele é atraído?

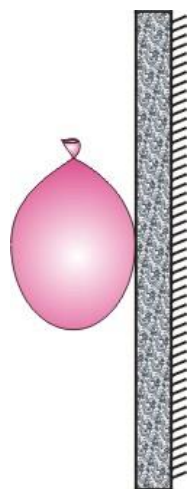


2) É possível desviar a trajetória de um filete de água que cai de uma torneira usando um canudinho, como na figura? (não vale tocar a água com o canudo nem usa-lo para soprar).

3) Coloque uma lata vazia de refrigerante deitada sobre uma mesa, como na figura . É possível fazê-la rolar usando um canudinho, sem que haja contato entre ele e a lata?

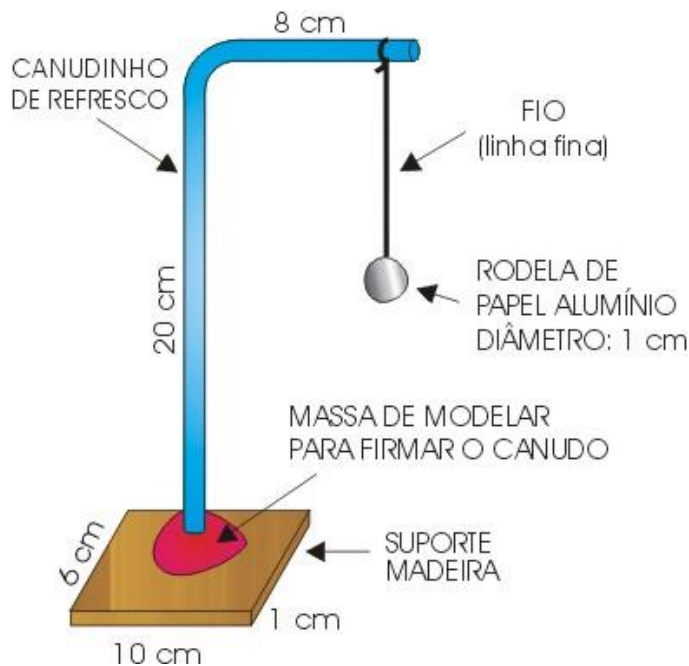
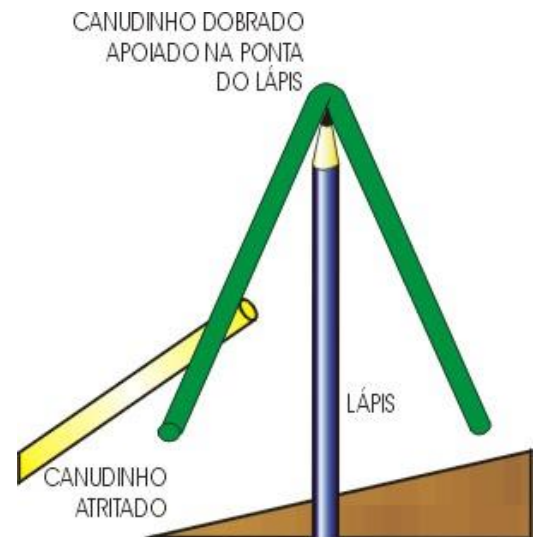


4) É possível grudar bexigas na parede sem amarrá-las ou colá-las, usando a experiência desenvolvida em eletrização.



ELETRIZAÇÃO E REPULSÃO

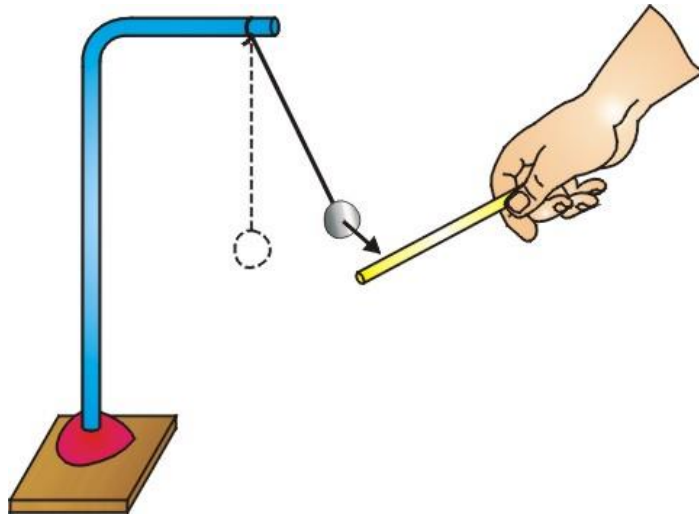
Desde o século XVII, sabe-se que dois objetos do mesmo material, eletrizados da mesma forma, se repelem. Uma experiência simples para verificar este fenômeno é mostrada na figura : um canudinho dobrado ao meio é equilibrado numa haste e outro canudinho é aproximado de uma das metades. Se ambos os canudinhos são atritados com o mesmo material (papel ou tecido), eles ficam igualmente eletrizados e se repelem.



A figura mostra um pêndulo elétrico. Ele consiste em um canudinho de refresco, com uma ponta dobrada e a outra presa num suporte. Da ponta dobrada pende um pedaço de linha de costura em cuja extremidade prende-se uma rodela ou disco de papel-alumínio com cerca de 1 cm de diâmetro.

Aproximando-se uma régua de plástico atritada com papel, o alumínio é atraído pela régua. Mas se o alumínio tocar a régua, ambos passam a ter a mesma carga elétrica e se repelem.

CARGAS ELÉTRICAS



As cargas elétricas podem ser positivas ou negativas, e são percebidas pelas forças de atração ou de repulsão que exercem entre si: cargas de mesmo sinal repelem-se e cargas de sinais opostos atraem-se. As experiências mostram que as cargas elétricas não podem ser criadas nem destruídas, apenas “separadas”. Por exemplo: quando um canudinho é atritado com um pedaço de papel, a mesma quantidade de carga fica em cada objeto, mas um fica com carga positiva e outro, com carga negativa.

EXISTEM DOIS TIPOS DE CARGAS

Observe a experiência da figura : um canudinho (ou régua de plástico ou tubo de PVC) atritado com um pedaço de papel atrai o pequeno disco de alumínio do pêndulo. Ao se tocarem, o alumínio recebe a parte da carga do canudinho e ambos, agora com a mesma carga elétrica, passam a se repelir. Logo a seguir, experimente aproximar a parte atritada do papel do disco de alumínio.

O QUE ACONTECE?

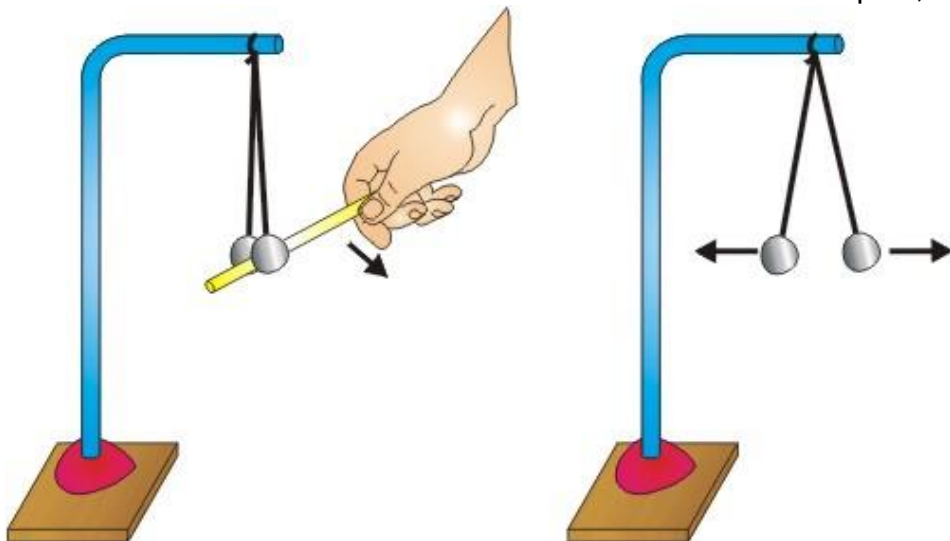
Devido ao atrito, o papel e o plástico eletrizam-se (somente onde houve o contato). No início, o disco de alumínio está eletricamente neutro, mas após o toque fica com cargas do mesmo tipo daquelas existentes no plástico.

A repulsão ocorre devido ao fato de o alumínio e o plástico apresentarem cargas elétricas de mesmo tipo. A atração entre o disco e o papel mostra que as cargas elétricas do papel são de tipo diferente das do plástico. Se fossem iguais, o papel e o disco se repeliriam.

ENERGIA ELÉTRICA

Agora considere um pêndulo com dois discos de alumínio, como na figura .

Eletrize um canudinho e encoste-o nos discos. Depois, tire o canudinho e veja o que acontece: por adquirirem cargas iguais às do canudinho, eles passarão a se repelir. Esta e outras experiências mostram que, na eletrização por atrito, os dois objetos que participam do processo ficam, cada um, com cargas de tipo diferentes. As cargas de tipos iguais se repelem e as de tipos diferentes se atraem.

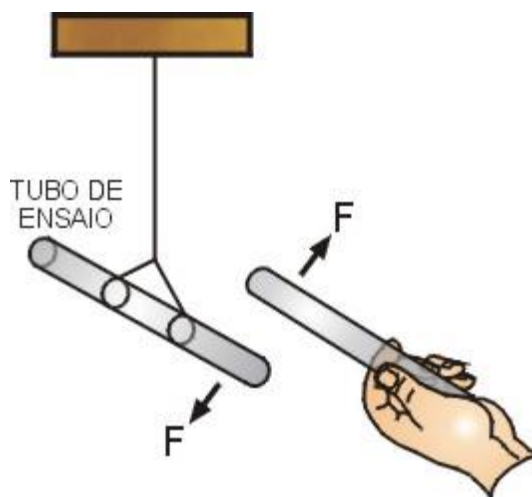


Cargas positivas e negativas

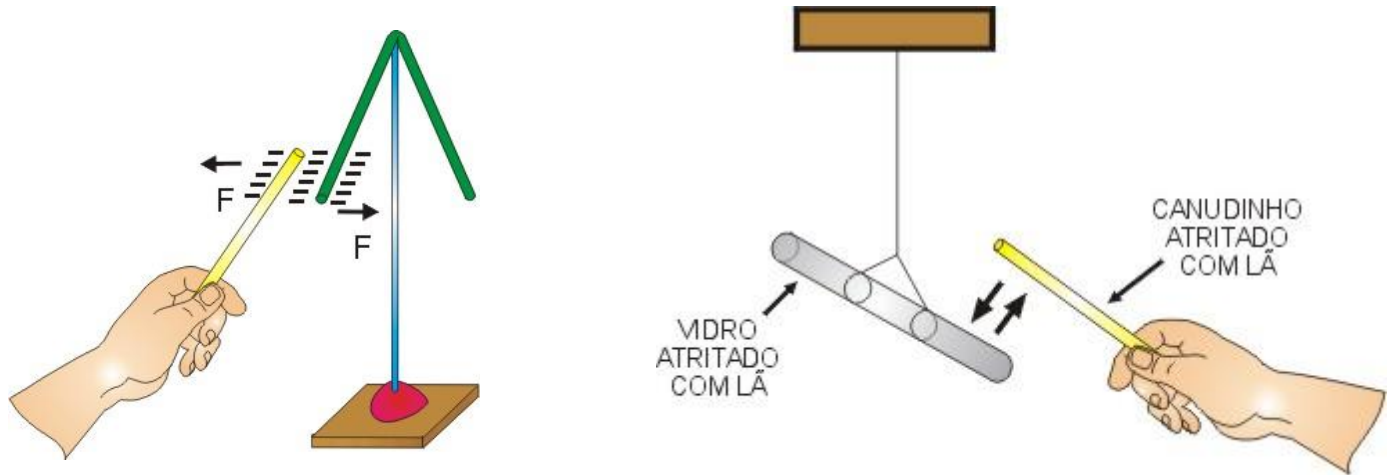
Todas as experiências mostram que existem apenas dois tipos de cargas elétricas e que tipos iguais de cargas se repelem e tipos diferentes se atraem. Um desses tipos é chamado de cargas positivas e o outro, de cargas negativas. E quais são as positivas e as negativas? Mais uma vez, algumas experiências simples podem dar a resposta:

Eletrize um objeto de vidro e outro de plástico, atritando-os com um tecido de lã ou seda.

- A figura mostra o que acontece quando eletrizamos dois tubos de ensaio, atritando-os com um tecido de lã, e aproximamos um do outro. Como um deles está suspenso por uma linha, podemos notar facilmente a repulsão. Ou seja: depois de atritados, ambos ficam com o mesmo tipo de carga e se repelem. E a convenção é que essas cargas geradas no vidro depois de ser atritado com a lã são positivas (antigamente, elas eram chamadas “eletricidade vítrea”).

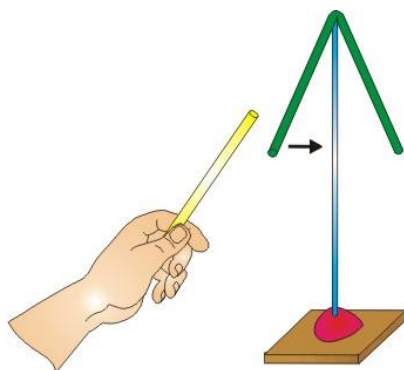
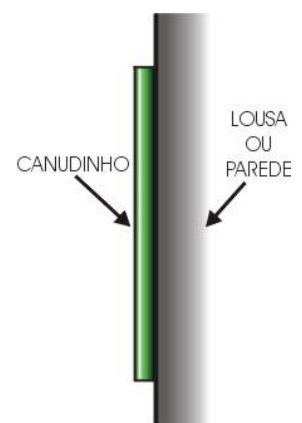


- A figura mostra o que acontece quando algo semelhante é feito com canudinhos de plástico: atritados com lã, eles também se eletrizam com cargas iguais e, portanto, se repelem. Ocorre, porém, que são cargas de outro tipo, ou seja, cargas negativas, que antigamente eram chamadas de “eletricidade resinosa”.
- A diferença entre as cargas pode ser vistas num experimento como o da figura, em que aproximamos o canudinho do vidro suspenso, ambos eletrizados com lã: eles se atraem.



O CANUDO ELÉTRICO

Atrite um canudinho com papel de enxugar mão bem seco: sem umidade nem gordura. Se o canudinho estiver eletrizado, isto é, com cargas elétricas, ele poderá ficar grudado na parede de alvenaria ou na lousa.



Agora vamos fazer atração e repulsão entre 2 canudinhos. Primeiro, dobre um canudinho pela metade e apóie-o em cima da ponta de um lápis. Numa das metades

atrite com papel ou com os dedos. Faça o mesmo com um outro canudinho.

- 1) Aproxime as duas regiões igualmente atritadas. Observe que eles se repelirão.
- 2) Agora aproxime a região atritada ao da região não atritada do canudinho apoiado na ponta do lápis. Observe que ocorrerá atração.

O QUE ACONTECE?

Na atração entre cargas elétricas sabe-se que:

- A) Cargas elétricas de sinais opostos se atraem e
- B) Cargas elétricas de sinais iguais se repelem.

Os canudinhos se eletrizam por atrito e ficam com cargas elétricas. Assim eles podem se atrair ou se repelir. Para saber qual carga o canudinho adquire basta examinar a série triboelétrica

01- Pelo de coelho	06- Seda
02- Vidro	07- Papel
03- cabelo Humano	08- Acetato
04- Nylon	09- Poliéster
05- Lã	10- Polietileno (Plástico)

Quando dois materiais são eletrizados por atrito, o que estiver mais abaixo na série triboelétrica, ficará com carga negativa. Por exemplo: O papel fica carga positiva e o plástico, com carga negativa, pois o plástico fica mais abaixo na série triboelétrica.

O QUE EXPLORAR?

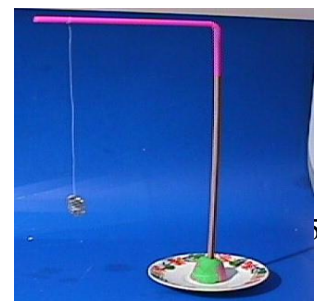
- A eletrização por atrito
- A atração entre um corpo neutro e outro eletrizado
- A atração entre cargas de sinais opostos
- A repulsão entre cargas de sinais iguais .

PÊNDULO ELÉTRICO

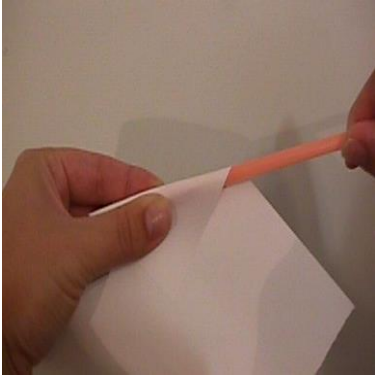
Um pêndulo elétrico pode ser feito com:

Vareta de bambu (de churrasco) preso a um pires usando massa plástica.

Canudinho dobrável, encaixado na vareta.

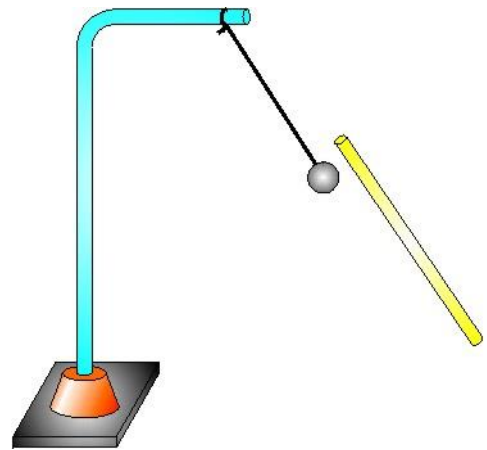


Um pequeno disco feito de papel alumínio, pendurado por um fio finíssimo (fio de meia de mulher).



Para eletriza-lo, esfrega-se um canudinho vigorosamente com papel ou com lã ou com saquinho de plástico. E, em seguida, aproxima-se do pêndulo elétrico...

... ocorre a atração entre o pêndulo e o canudinho.



O QUE ACONTECE ?

A matéria é formada de átomos que possuem um núcleo – formado de prótons, neutrons – e elétrons que se distribuem ao redor do núcleo.

Os prótons possuem cargas elétricas positivas e os elétrons, cargas elétricas negativas. Os átomos normalmente apresentam iguais quantidades de prótons e de elétrons. Assim, são eletricamente neutros.

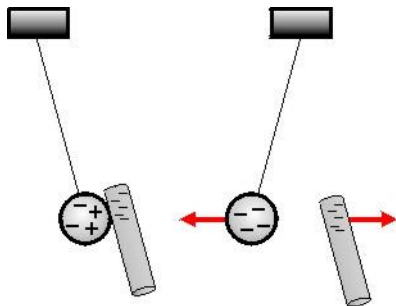
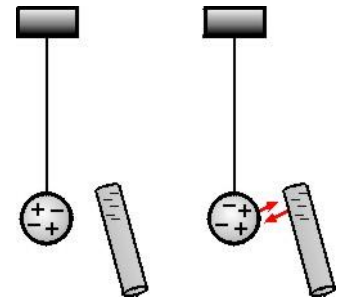
É possível um átomo “perder” ou “ganhar” elétrons. Por exemplo, quando se esfrega o canudinho com o papel parte dos elétrons dos átomos que constituem a estrutura molecular do papel transferem-se para a estrutura molecular do plástico (canudinho). O papel, ao ceder elétrons, fica **ELETRICAMENTE POSITIVO** e o canudinho, ao receber elétrons, fica **ELETRICAMENTE NEGATIVO**.

Este processo de separação de elétrons é denominado de **ELETRIZAÇÃO**. Na eletrização é sempre necessário a presença de 2 corpos: um que cede elétrons e outro que recebe os elétrons cedidos. Um deles se “eletriza” positivamente (o que cedeu elétrons) e o outro se “eletriza” negativamente (o que recebeu elétrons).

As cargas de sinais iguais se repelem e as de sinais opostos, se atraem. Então um corpo eletrizado positivamente irá repelir um outro igualmente eletrizado.

No entanto, um corpo eletrizado (positiva ou negativamente) sempre atrairá um outro inicialmente neutro, por um processo denominado “indução eletrostática”.

Um canudinho eletrizado negativamente (excesso de elétrons) quando aproximado do corpo neutro, INDUZ cargas positivas o mais próximo possível do canudinho. Assim, as cargas positivas e negativas atraem-se mutuamente.



O disco inicialmente neutro pode ficar eletrizado negativamente se encostar no canudo eletrizado negativamente. Alguns elétrons do canudinho migram para o disco, e o resultado é que tanto o disco quanto o canudinho, ficam eletricamente negativos e passam a se repelir.

O QUE EXPLORAR ?

- Eletricidade e eletrização dos corpos
 - Condutores e isolantes elétricos
 - Eletrização por contato e por indução
 - Lei de Coulomb da força eletrostática.

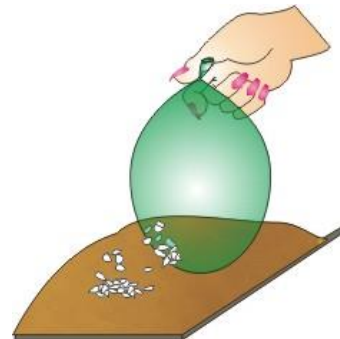


OS BALÕES ELÉTRICOS



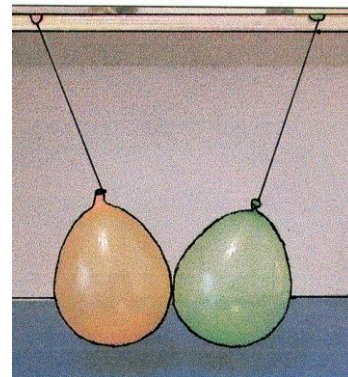
Um balão de borracha pode ser eletrizado esfregando-o, por exemplo, num agasalho de lã.

Um balão eletrizado pode atrair pedaços de papel.



Um balão eletrizado repelindo um pêndulo elétrico

Duas bolas atraem-se eletricamente. As duas estão eletrizadas ?

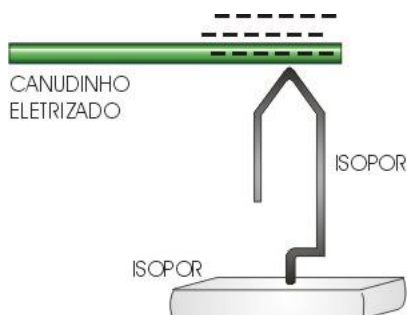


São fenômenos possíveis com uma bola eletrizada. No caso das bolas que se atraem, pode-se dizer que “pelo menos” uma delas está eletrizada.



Produzindo Raios

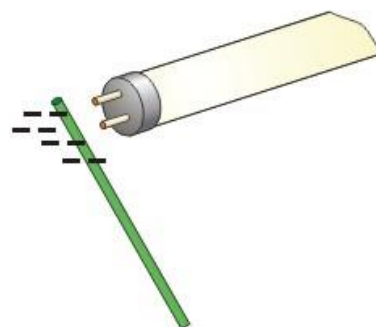
Você pode provocar, em escala muitíssimo menor, fenômenos semelhantes aos que ocorrem nas nuvens de tempestade, por meio de duas experiências simples de fazer:



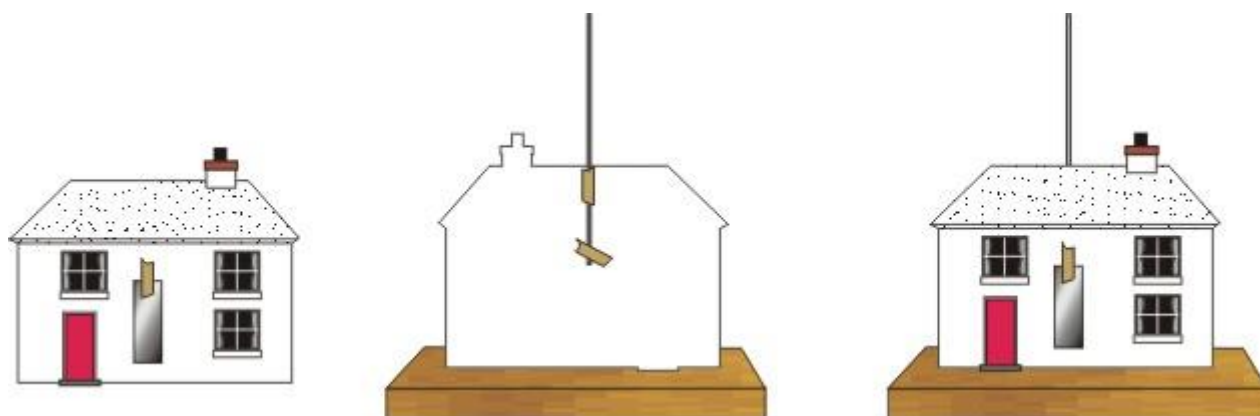
1. Fixe um clipe num pedaço de isopor (isolante) e aproxime dele um canudinho ou uma régua atritados vigorosamente num pedaço de papel

como na figura. Se a carga no canudo for suficiente, induzirá cargas de sinal oposto no clipe: quando ambos estiverem bem próximos, no escuro você verá uma pequena faísca (“relâmpago”) entre eles e poderá ouvir um leve estalo (“trovão”).

2. Atrite vigorosamente um canudo de refresco e encoste-o na ponta de uma lâmpada fluorescente como na figura. Isso provocará uma descarga elétrica que ascenderá momentaneamente a lâmpada. Mas atenção: como as cargas são pequenas, a luz resultante é bem fraquinha e só pode ser vista no escuro. Além disso, o dia deve estar bem seco, já que a umidade dificulta a eletrização.



COMO FUNCIONA UM PÁRA-RAIOS?



Quer ver como funciona um pára-raios numa simulação em miniatura? O experimento é simples de fazer. Você vai precisar de papel-cartão, um clipe de metal e uma pequena tira de papel-alumínio de cozinha, para fazer a miniatura de “casa com pára-raios” (figura), uma base de material isolante para a casa e um canudinho ou tubo de plástico (PVC) transparente para simular a nuvem eletrizada. Faça assim:

Recorte o papel-cartão em forma de uma casinha de aproximadamente 15 cm de base e 10 cm de altura, e fixe-a sobre uma base isolante (pode ser um canudinho de refresco rígido mantido na vertical com massa de modelar).

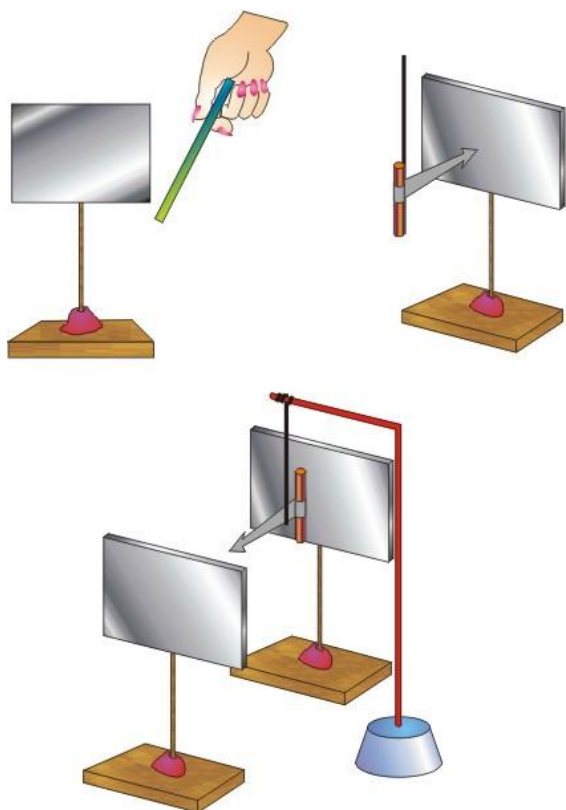
Desentorte o clipe fazendo uma ponta em forma de pára-raios, colocando-o no telhado da casinha com fita adesiva.

A tira de papel-alumínio, com cerca de 8 cm de comprimento e 0,5 cm de largura, você cola na frente da casinha.

Feito isso, eletrize a casinha por indução ou por contato (por indução ela fica eletrizada com maior quantidade de cargas, utilizando o canudinho ou o tubo de PVC previamente eletrizados por atrito.

Desloque, depois, o canudinho (ou o tubo) eletrizado sobre a ponta do pára-raios e observe a tira de alumínio se fechar. A ionização do ar neutraliza as cargas da casinha, descarregando-a caso a eletrização seja intensa, salta uma pequena faísca entre a ponta e o canudinho.

CAMPO ELÉTRICO UNIFORME



Você pode explorar campos elétricos uniformes com experimentos simples de fazer.

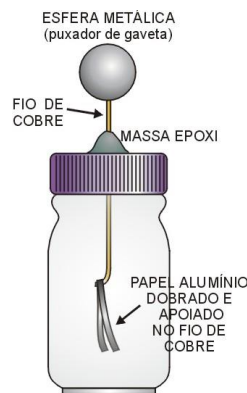
Construa dois conjuntos de placa de metal sobre base isolante, como os modelos das figuras seguintes.

Feito isso, eletrize a placa, por indução, com um canudinho atritado com papel e em seguida eletrize a seta com o mesmo canudinho eletrizado, por contato (figura). Aproxime a seta da placa eletrizada e observe seu alinhamento; se a seta tocar a placa, ela irá adquirir a mesma carga e será repelida. As posições da seta mapeiam o campo elétrico.

Outra experiência: eletrize as duas placas com cargas contrárias, ou seja, uma com cargas positivas e a outra com negativas, e coloque a seta, suspensa por um fio, no meio das duas (figura). Desloque a seta no interior do campo, aproximando-a ora de uma, ora da outra placa, e observe o seu alinhamento.

ELETROSCÓPIO COM TIRAS DE ALUMÍNIO

Um eletroscópio é um dispositivo usado para indicar a presença de cargas elétricas. A figura ilustra um “eletroscópio caseiro” feito com um vidro bem limpo com tampa de plástico, um pedaço de fio de cobre grosso, uma esfera metálica (pode ser uma



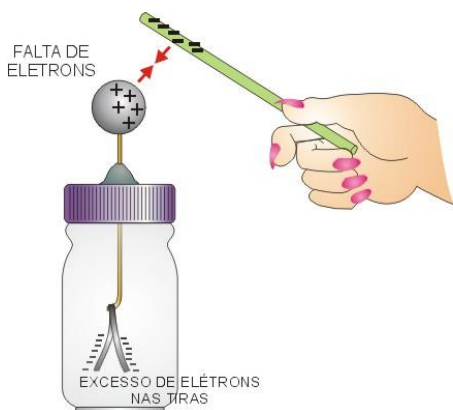
feita de massa epóxi e coberta de papel alumínio) e uma tira de papel alumínio.
Se o eletroscópio estiver funcionando veja o que você pode observar:

1. Aproxime um canudinho eletrizado (ou um cano de PVC eletrizado) da esfera do eletroscópio. Sem que haja o contato, as tiras de alumínio se abrem, indicando que elas ficaram eletrizadas com cargas de mesmo sinal. Retirando-se o canudinho para longe, as tiras voltam para a sua posição normal, indicando que não mais estão eletrizadas.
2. Passe o canudinho (cano de PVC) eletrizado diversas vezes na esfera do eletroscópio. As tiras começam a se abrir indicando que elas estão com cargas elétricas de mesmo sinal. Agora, mesmo levando para longe o canudinho, as tiras continuam abertas, indicando que elas continuam com cargas elétricas.

O QUE ACONTECE?

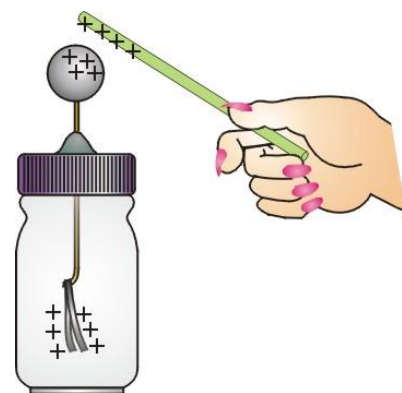
1º CASO

As cargas negativas do bastão de plástico (canudinho) repelem os “elétrons livres” do metal para as tiras que ficam com excesso de elétrons (carga negativa) e se abrem. Não ocorre “transferência” de carga do bastão para o eletroscópio, apenas uma separação momentânea. Retirando-se o bastão, os elétrons voltam novamente à configuração normal e por isso as tiras se fecham.



2º CASO

Neste caso ocorre transferência de carga do bastão para o eletroscópio. Por exemplo, se o bastão é de vidro (carregado positivamente), o eletroscópio fica com cargas positivas. Por isso, mesmo com a retirada do bastão para longe, as tiras do eletroscópio indicam a presença de carga elétrica. Se o bastão estivesse com cargas negativas, algumas delas seriam transferidas para o eletroscópio, e assim o dispositivo ficaria também com cargas negativas.



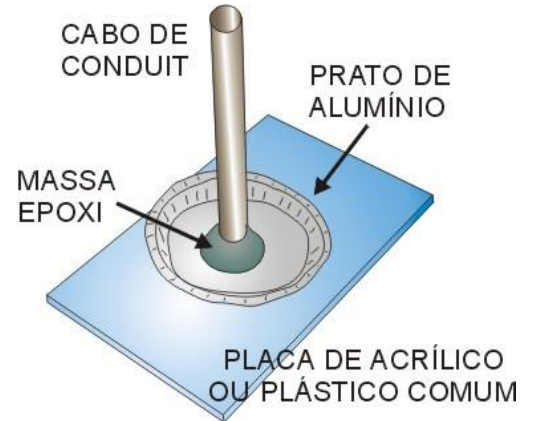
O QUE EXPLORAR?

- Condutores e isolantes
- Elétrons livres
- Eletrização por indução e por transferência de cargas

O ELETRÓFORO CASEIRO.

O “eletróforo” é um dispositivo que permite eletrizar um metal de forma continuada pelo processo da “indução eletrostática”. Ele foi inventado por Alessandro Volta em 1775 e consiste de duas partes:

- Uma placa de acrílico ou de plástico comum (na falta dos 2 pode ser usado um saco de plástico de supermercado no qual se coloca jornal para simular uma placa). Esta placa é eletrizada atritando nela papel, seda, lã.
- Uma placa metálica (de alumínio) com cabo isolante. Na falta desta placa, no eletróforo caseiro, usa-se um prato de alumínio destes descartáveis. Esta placa serve para carregar as cargas elétricas.



Eletrizando o prato de alumínio.



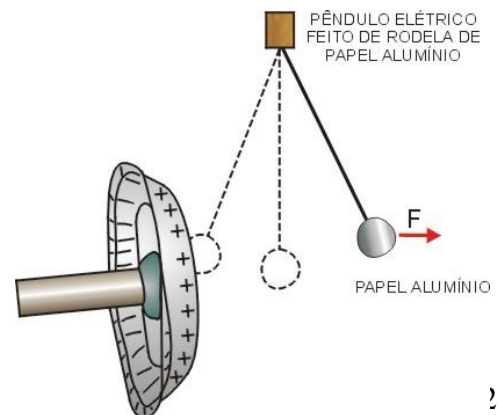
da placa).

- 1.- Eletrize a placa de plástico atritando-a com papel ou lã. Ela ficará com cargas negativas (excesso de elétrons).
- 2.- Aproxime sem encostar, o prato da superfície negativa e encoste o dedo de uma das mãos na parte interna do prato.
- 3.- Retire o dedo.
- 4.- O prato fica com carga positiva (oposto ao

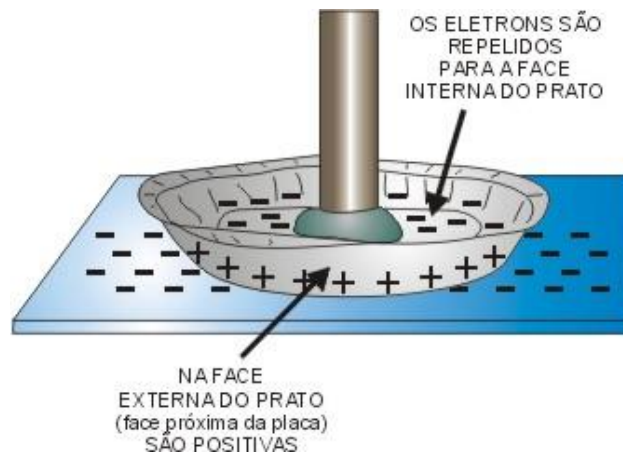
5.- Faça um pêndulo elétrico pendurando na ponta de uma linha fina uma rodela de diâmetro 5 mm feita de papel alumínio.

6.- Aproxime-se o prato eletrizado.

7.- A rodela será atraída pelo prato e nele encostando, receberá cargas positivas (as mesmas do prato) e em seguida ocorrerá a repulsão.



O QUE ACONTECE?



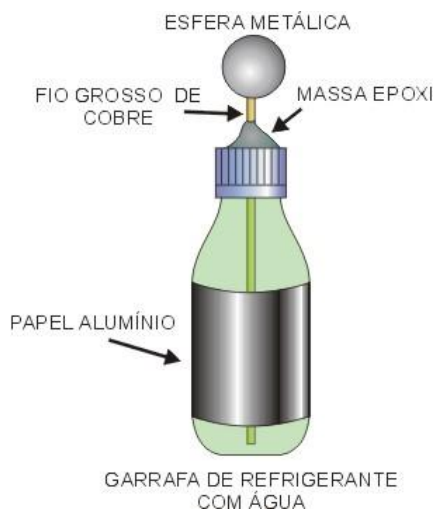
- 1.- Quando o prato é aproximado da placa negativa, por indução, ocorre separação de cargas elétricas no prato: os elétrons livres são repelidos para a superfície interna do prato e a superfície externa ficando com falta de elétrons se eletriza positivamente.
- 2.- Quando o prato é tocado com os dedos, os elétrons são repelidos para o nosso corpo.
- 3.- Retirando-se o dedo, o prato fica com carga positiva (falta de elétrons). O prato, por esse processo de eletrização, sempre ficará com carga oposta à da placa. Usando-se a placa de acrílico, a carga remanescente no prato será negativa, pois o acrílico se eletriza positivamente.

O QUE EXPLORAR?

- Eletrização por indução
- Repulsão de cargas de mesmo sinal



A GARRAFA DE LEYDEN



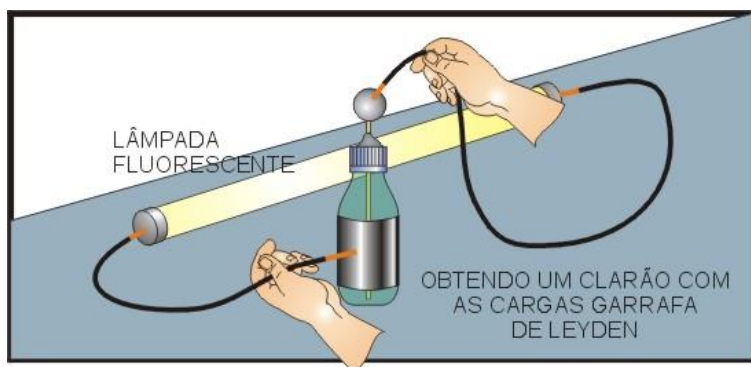
Uma garrafa de Leyden consiste de uma garrafa de refrigerante contendo água que está em contato elétrico com uma esfera metálica por meio de um fio de cobre que atravessa a tampa da garrafa. Externamente a garrafa é envolta de papel alumínio. Uma garrafa de Leyden serve para acumular cargas elétricas. Ela foi a precursora dos atuais capacitores ou condensadores.

Carregando uma garrafa de Leyden

- 1.- Prepare o eletróforo para eletrizar o prato de alumínio.
- 2.-Carregue o prato e descarregue-o encostando na esfera da garrafa de Leyden. Muitas vezes, antes mesmo do toque, salta uma pequena faísca do prato para a esfera. Você pode ouvir o “pequeno trovão”.
- 3.- Repita o item 3 pelo menos uma 20 vezes. A garrafa de Leyden ficará eletrizada com cargas iguais ao do prato que são opostas ao da superfície da placa de plástico ou de acrílico que constitui o eletróforo.



Descarregando a garrafa de Leyden.



Ligue dois pedaços de fios, um em cada extremidade de uma lâmpada fluorescente (pode ser uma queimada). Encoste um dos fios na esfera e o outro no alumínio.

As cargas elétricas acumuladas na garrafa movimentar-se-ão através do fio, passando pela lâmpada. Como a corrente é instantânea, o que se vê é um clarão na lâmpada.

Ao invés dos 2 fios você também poderá segurar a lâmpada com uma das mãos e com a outra, a garrafa. Encostando-se a esfera no pino da lâmpada fluorescente, você também poderá observar o clarão na lâmpada o que acusa a passagem de cargas elétricas no interior da lâmpada.

O QUE ACONTECE?

Para facilitar o raciocínio vamos supor que o prato de alumínio tenha cargas positivas. A água que se coloca dentro da garrafa é condutora e, por isso, se eletriza positivamente quando o prato é encostado na esfera. Essas cargas positivas induzem cargas negativas na superfície do papel alumínio que está em contato com a garrafa e cargas positivas na superfície do papel alumínio que está em contato com o ar. Como nós estamos segurando a garrafa pelo papel alumínio, as cargas positivas são neutralizadas pelas cargas negativas (elétrons) fornecidas pelo nosso corpo. Assim o interior da garrafa fica com cargas positivas e o papel alumínio, no exterior da garrafa, fica com cargas negativas. As cargas negativas ficam separadas das positivas pelo plástico da garrafa e é desta forma que o sistema acumula cargas elétricas.

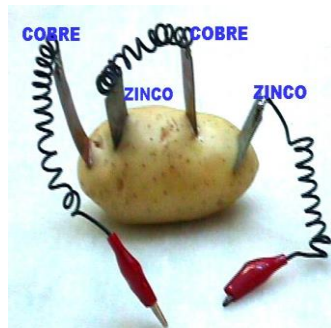
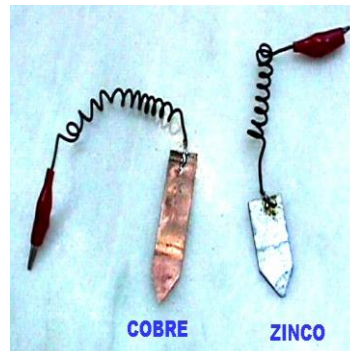
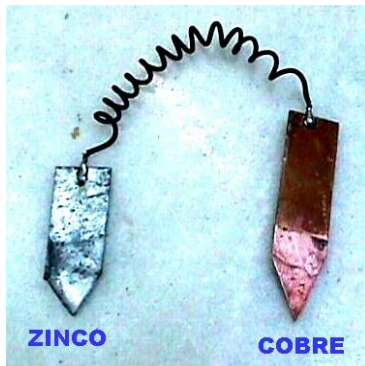
O QUE EXPLORAR?

- Como os capacitores acumulam cargas elétricas.
- Noção de corrente elétrica e circuito elétrico.
- Noção de “força eletromotriz” ou “tensão elétrica”.



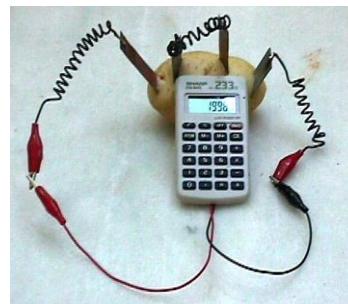
PILHAS ELÉTRICAS DE BATATA OU LIMÃO

Com duas placas de cobre e duas de zinco, cada uma com 1 x 3 cm, constroem-se os eletrodos mostrados nas figuras.



PILHA DE BATATA

Inserem-se os eletrodos numa batata, conforme a figura e obtém-se uma pilha que é capaz de operar uma máquina de calcular ou um relógio de pilha.



Ao invés de batata, pode-se construir também uma pilha de limão.

O QUE ACONTECE?

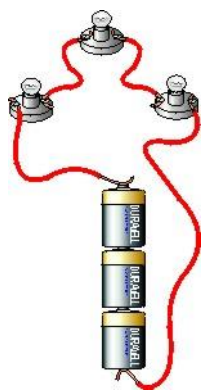
A reação química entre os componentes do limão ou batata e as placas metálicas – cobre e zinco – quando ligadas, produzirá uma diferença de potencial entre elas, fazendo circular uma corrente elétrica, como numa pilha comum. As placas recebem o nome de eletrodos.

O QUE EXPLORAR?

- O funcionamento das pilhas (abra uma e identifique seus componentes)
- As pilhas e baterias como forma de armazenamento de energia química.



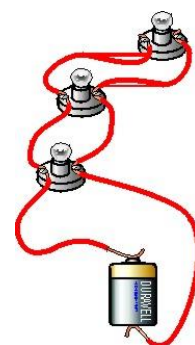
CIRCUITO ELÉTRICO SIMPLES



Este é um circuito que apresenta 3 lâmpadas em série.
É denominado CIRCUITO SÉRIE.

Este é um circuito no qual as 3 lâmpadas estão ligadas em paralelo com a pilha.

Ele é denominado de CIRCUITO PARALELO.



O QUE ACONTECE?

Quando o circuito é fechado, uma corrente elétrica circula, passa pelo filamento da lâmpada, ele se torna incandescente e a lâmpada brilha.

No **CIRCUITO SÉRIE** a corrente elétrica é a mesma e a voltagem total fornecida é dividida entre as lâmpadas.

No **CIRCUITO PARALELO** a tensão fornecida pela pilha para cada lâmpada é a mesma e a corrente elétrica é repartida entre as lâmpadas.

O QUE EXPLORAR?

- A transformação de energia química em energia elétrica.
- A transformação de energia elétrica em energia térmica (calor) e em energia radiante (luz)
 - Circuitos elétricos em série e em paralelo.



OBTENDO ELETRICIDADE DO LIMÃO.



Alessandro Volta (1745 - 1827) em 1800 provou que apenas 2 metais diferentes num líquido contendo ions, eram suficientes para produzir eletricidade e construiu a primeira pilha elétrica, conhecida como pilha voltaica.

Construindo uma pilha de limão.

Seguindo a descoberta de Volta vamos construir uma pilha usando um “limão”, uma placa de cobre e outra de zinco. Na figura tem-se duas pilhas de limão em série (é como se colocássemos uma pilha atrás da outra). Em cada limão enfia-se uma placa de cobre e outra de zinco. Solda-se a extremidade de um fio na placa de cobre e outra, na placa de zinco, conforme figura. Depois soldam-se dois outros pedaços de fio, um na placa de cobre e outro na placa de zinco que servirão de pólos (+) e (-) da pilha. O zinco será o pólo (-) e o c obre o pólo (+).



Fazendo funcionar uma calculadora eletrônica com a pilha de limão.

1.- Retire as duas pilhas de uma calculadora eletrônica.

- 2.- Ligue o fio que sai da placa de zinco no terminal negativo (onde existe uma espécie de mola).
- 3.- Ligue o fio que sai da placa de cobre no outro terminal da calculadora.
- 4.- Observe que ela funciona normalmente como se estivesse sendo alimentada por uma pilha comercial.

O QUE ACONTECE?

Por qual razão a placa de zinco fica negativa? É por que da placa de zinco se desprendem íons Zn^{++} (átomos de zinco sem 2 elétrons) deixando na placa 2 elétrons e à medida que os íons Zn^{++} vão se desprendendo, a placa vai ficando cada vez mais negativa. Assim a placa de zinco fica negativa em relação à placa de cobre, gerando uma “diferença de potencial” que faz com que, o excesso de elétrons movimente-se através de um fio que liga a placa de zinco e a placa de cobre.

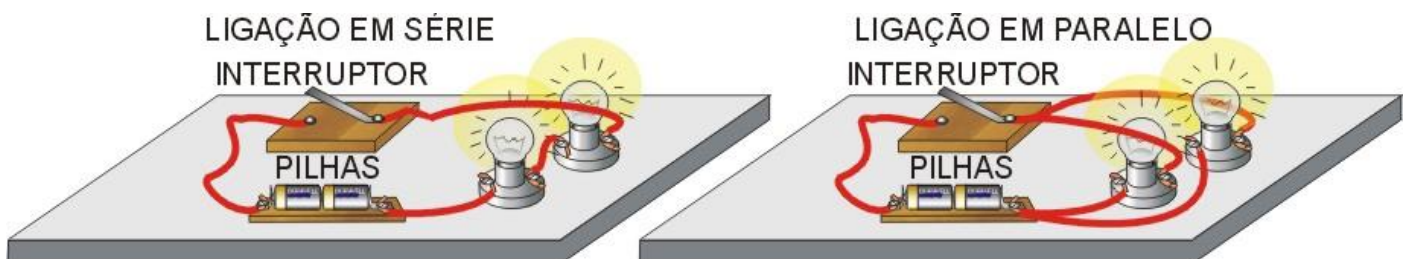
O QUE EXPLORAR?

- O conceito da FEM “força eletromotriz” de uma pilha.
- Pilhas elétricas.
- Potenciais de redução e oxidação dos metais.
- Corrente de elétrons e corrente elétrica convencional.



CIRCUITO ELÉTRICO SIMPLES.

Com duas lâmpadas de 3 V cada, 2 pilhas totalizando 3 V, pedaços de fios e um interruptor “montam-se” 2 tipos distintos de “circuitos elétricos”: são o “circuito em série” e o “circuito em paralelo”.



Montagem de um interruptor didático.



Este interruptor só pode ser usado para circuitos de pilhas.

Você precisará de 2 percevejos metálicos e uma lingüeta feita de alumínio (lata de refrigerante) sem tinta para dar contato elétrico.

Faça a montagem mostrada na figura. Não esqueça de prender um pedaço de fio em cada percevejo.

Acendendo as lâmpadas.

- 1.- Encoste a lingüeta no percevejo. As lâmpadas devem se acender.
- 2.- No circuito em série as lâmpadas não acendem na sua plenitude. Elas acendem fracamente.
- 3.- No circuito em paralelo as lâmpadas acendem em sua plenitude.
- 4.- Tirando-se uma das lâmpadas do circuito em série, a outra se apaga.
- 5.- Tirando-se uma das lâmpadas do circuito em paralelo, a outra lâmpada continua acesa.

O QUE ACONTECE?

CIRCUITO EM SÉRIE.

No circuito em série os elétrons saem do pólo negativo da pilha (zinco) passam pelas duas lâmpadas e atingem o pólo positivo da pilha (eletrodo de carvão). Quando se tira uma lâmpada do porta lâmpada (ou quando uma delas se queima) a outra deixa de funcionar por que o fluxo de elétrons é interrompido. É como se houvesse a queda de uma ponte numa rodovia: interromperiam o movimento dos carros. Elas acendem mais fracamente por que cada uma delas necessita de 3 V para funcionar normalmente, mas estando em série, as pilhas fornecem apenas 1,5 V para cada uma e assim acendem fracamente.

CIRCUITO EM PARALELO.

Os elétrons saem do pólo (-) e se bifurcam. Por serem lâmpadas iguais, metade dos elétrons passa por uma lâmpada e outra metade passa pela outra. Por isso a retirada de uma das lâmpadas não interrompe o fluxo de elétrons pela outra que continua acesa. A luminosidade é normal, pois elas se ligam paralelamente as pilhas e assim ficam cada lâmpada sujeita a 3 V de tensão.

O QUE EXPLORAR?

- Corrente elétrica de elétrons e corrente elétrica convencional.
- Características de circuito em série e paralelo.
- Efeito Joule no filamento das lâmpadas.
- Diferença entre potência e voltagem.

CIRCUITO COM INTERRUPTORES PARALELOS.

Existem os interruptores simples e os interruptores paralelos. Os interruptores paralelos são usados na sala ou na cozinha das casas: quando se entra por uma porta acendemos a lâmpada e quando saímos por outra porta, a lâmpada estando acesa, a apagamos. Ambos os interruptores são “paralelos”.

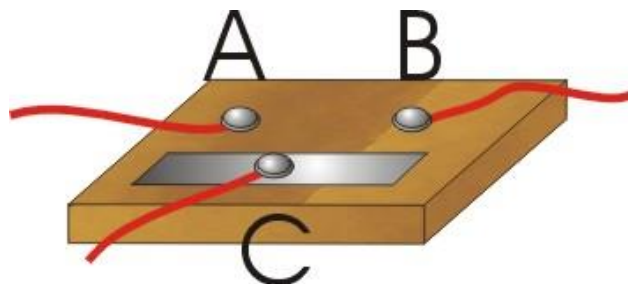
Construindo um interruptor paralelo didático.

Usando 3 percevejos, uma tira de folha de alumínio, um pedaço de madeira, e 3 pedaços de fio, monte o sistema conforme ilustra a figura.

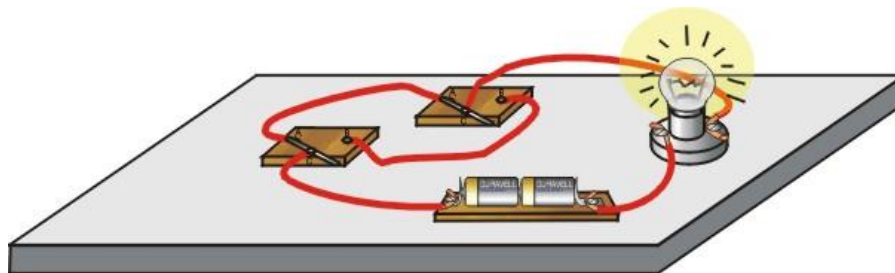
Observe que a lingüeta ao girar ao redor do percevejo que a clava na madeira pode ligar o fio C ao fio B ou ligar o fio C ao fio C.

É assim que funciona um interruptor paralelo comercial. Confira analisando um deles.

Para a experiência construa dois interruptores paralelos conforme a figura.



Simulação de um circuito usando 2 interruptores paralelos.



Usando uma lâmpada, 2 interruptores paralelos, fios e pilhas, monte o circuito conforme figura.

Observação: se a lâmpada for de 1,2 V (use uma pilha apenas); se lâmpada for de 3,0 V (destas de lanterna) use 2 pilhas em série e se a lâmpada for de 6,0V use 4 pilhas em série.

1.- Deixando a lingüeta conforme ilustra a figura, a lâmpada fica acesa.

2.- Movimentando uma das lingüetas de modo que ela fique em contato com B, a lâmpada apaga.

3.- Movimentando-se a lingüeta do outro interruptor, posicionando-a em B, a lâmpada acende novamente.

O QUE ACONTECE?

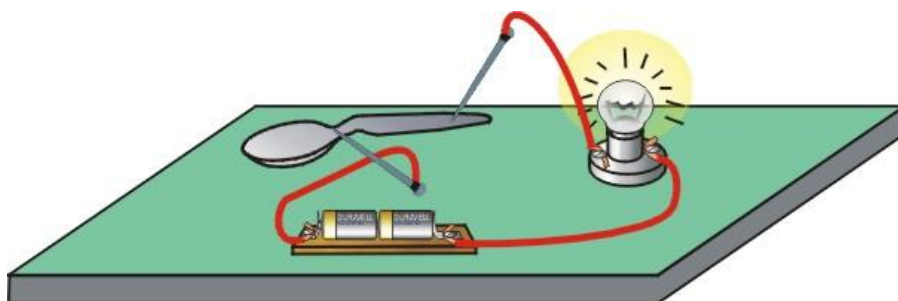
Os elétrons têm duas possibilidades de percurso ou seja existem 2 circuitos para os quais a lâmpada pode ser acesa. As lingüetas (ou as chaves nos interruptores comerciais) em A ou em B a lâmpada acende; fora destas posições a lâmpada apaga. É assim que funciona os circuito elétrico da lâmpada central de uma sala ou de uma cozinha.

O QUE EXPLORAR?

- Circuitos elétricos
- O caminho da corrente elétrica de elétrons ou corrente elétrica convencional.



CONDUTORES E ISOLANTES ELÉTRICOS.



Monte um circuito conforme esquematizado. Enrole a ponta dos fios nos pregos (solde-os se tiver condições) e enrole fita isolante para fixação. Os pregos servem como pontas de prova. Se a lâmpada usada for de 1,2 V, use apenas uma pilha como fonte de tensão. Se a lâmpada for aquela de lanterna de 2 pilhas (3V), use duas pilhas como fonte de tensão.

Como funciona este testador.

As pontas de prova quando tocarem em dois pontos não coincidentes de um condutor a lâmpada acenderá e se tocarem num isolante, a lâmpada não acenderá.

Fazendo os testes.

Eis uma relação de material. Teste quais deles são condutores e quais são isolantes.

1.- Lápis (a parte de madeira)	6.- Água (de torneira)
2.- Lápis (a parte de grafite)	7.- Água com sal diluído
3.- Ar	8.- Gelo
4.- Alcool	9.- Aço inox
5.- Borracha	10.- Outros materiais de sua escolha.

O QUE ACONTECE?

Nos materiais condutores sólidos alguns elétrons da estrutura atômica são livres, isto é, podem mudar de um átomo para outro. Estes elétrons (chamados elétrons livres) são os responsáveis pela corrente elétrica e, também, pela condução térmica. Os metais, em geral, são bons condutores de eletricidade e de calor, por que possuem elétrons livres.

Nos isolantes sólidos os elétrons dos átomos não possuem liberdade de movimento. São os casos da borracha, dos plásticos, da madeira e do papel, por exemplo. Esses materiais não tendo elétrons livres, são bons isolantes.

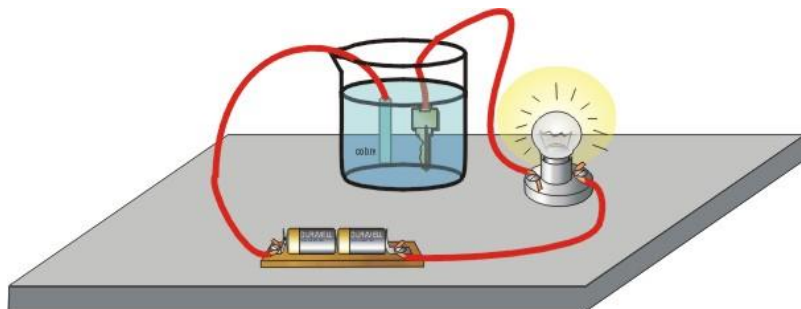
O QUE EXPLORAR?

- Ligação metálica
- Ligação molecular
- Íons



COBREÇÃO DE UMA CHAVE

Faça a montagem indicada na figura, com sal de sulfato de cobre (CuSO_4) dissolvido em água. Nesta solução, coloque um pedaço de fio grosso ou uma pequena placa de cobre ligado ao pólo positivo da pilha. Ligue a chave prateada no pólo negativo. Tudo deve estar limpo e isento de gorduras (limpe com álcool).



O QUE ACONTECE?

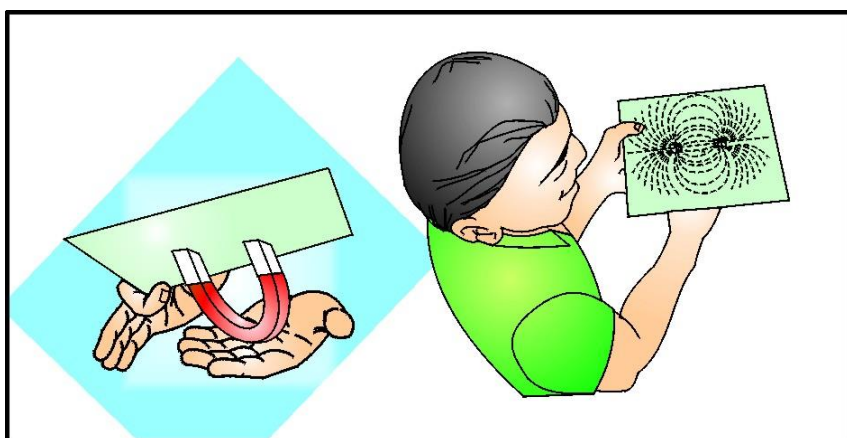
- Quando o sal é dissolvido na água, ocorre a separação em íons positivos e íons negativos, o que torna a reação condutora de eletricidade. Na montagem indicada, o sulfato de cobre se dissolve conforme a equação química $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{++} + \text{SO}_4^{-}$.
- O íon Cu^{++} se deposita na chave. Os íons SO_4^{-} se deslocam para a placa de cobre e reagem com ela, regenerando a molécula CuSO_4 . Com esse processo, o cobre da placa se transfere para a solução e desta para a chave.
- Após alguns minutos com o circuito ligado, você terá uma linda chave cobreada, ou seja, uma camada de cobre reveste a chave. Este processo é utilizado na indústria para niquelar, dourar e pratear peças metálicas, com camadas de metal.

O QUE EXPLORAR?

- Os processos industriais utilizados para niquelar, dourar, pratear, peças metálicas com camada de metal.
- A condutividade de sais e ácidos dissolvidos na água.



VISUALIZANDO CAMPOS MAGNÉTICOS



Coloca-se limalha de ferro sobre um pedaço de cartão que se encontra sobre um ímã. Batendo levemente no cartão observa-se que a limalha de ferro orienta-se em torno dos pólos do ímã.

O QUE ACONTECE ?

A limalha de ferro, na presença de um campo magnético intenso, se imanta, ou seja, transforma-se em pequenos ímãs.

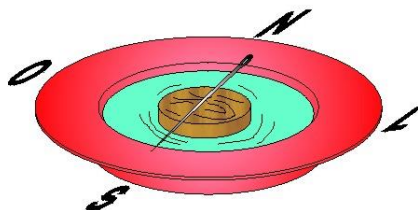
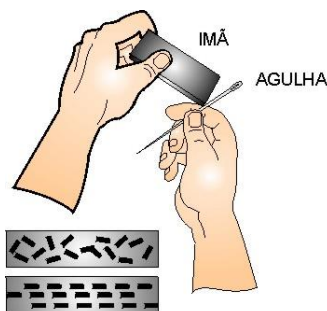
Esses pequenos ímãs orientam-se no campo magnético produzido pela ímã que se encontra encostado no carta, na parte de baixo.

O QUE EXPLORAR ?

- Os campos magnéticos produzidos por ímãs de outras formas.
- O campo magnético terrestre



CONSTRUINDO UMA BÚSSOLA



Atrita - se inúmeras vezes o polo de um ímã numa agulha, sempre num mesmo sentido. Assim, magnetiza-se a agulha.

Colocando-a sobre uma rodela de cortiça (ou isopor), flutuando num recipiente contendo água, elas se alinhará no campo magnético da Terra, que tem aproximadamente a direção Norte-Sul na maioria dos lugares.

O QUE ACONTECE?

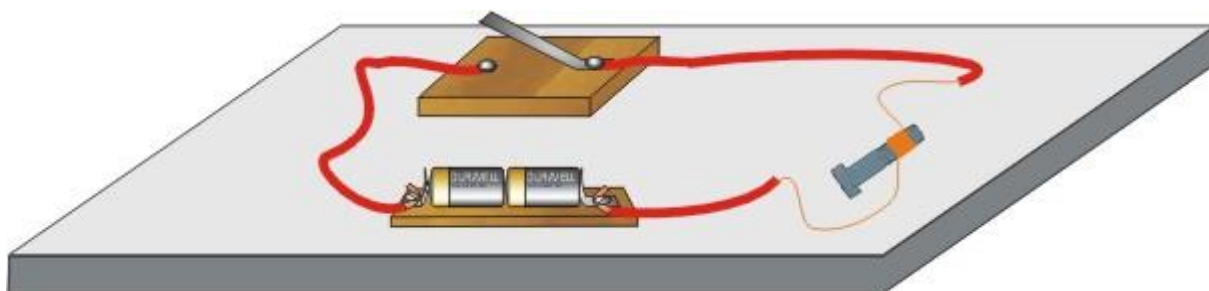
Sob ação do campo magnético do ímã, os domínios magnéticos da agulha são alinhados e ela se imanta.

O QUE EXPLORAR?

- Fenômenos magnéticos.
 - Ímãs e processos de imantação.
 - Domínios magnéticos.



ELETROÍMÃ DIDÁTICO.



Construção de um eletroímã didático.

- 1.- Enrole 2 metros (ou menos) de fio de cobre esmaltado nº 26 ao redor de um parafuso de ferro ou prego grande.
- 2.- Para fixar o fio use um pouco de cola rápida e fita adesiva ao redor da bobina.

Ligação da bobina na fonte de tensão contínua (CC).

- 1.- Ligue os rabichos a uma fonte de tensão contínua (pilhas) não esquecendo do interruptor. Siga o desenho acima.
 - 2.- Apertando-se a lingüeta do interruptor uma corrente elétrica passa a circular na bobina.
 - 3.- Esta corrente cria um campo magnético e faz com o pedaço de ferro passe a funcionar como um ímã.
 - 4.- Tem-se então um ímã artificial que é o “eletroímã”.
- Ligar o interruptor somente durante curtos instantes para não esgotar a pilha.

Usando o eletroímã.

Usando o eletroímã descubra que materiais, dos abaixo tabelados, são ferromagnéticos, isto é, que são atraídos por ímãs.

1 – Clipes	6 - Água
2 – Moedas diversas	7 – Uva tipo Itália.
3 – Chumbo de pesca	8 – Fio de cobre
4 – Latão	9 - Latão
5 – Aço Inox	10 – outros materiais de sua escolha.

O QUE ACONTECE?

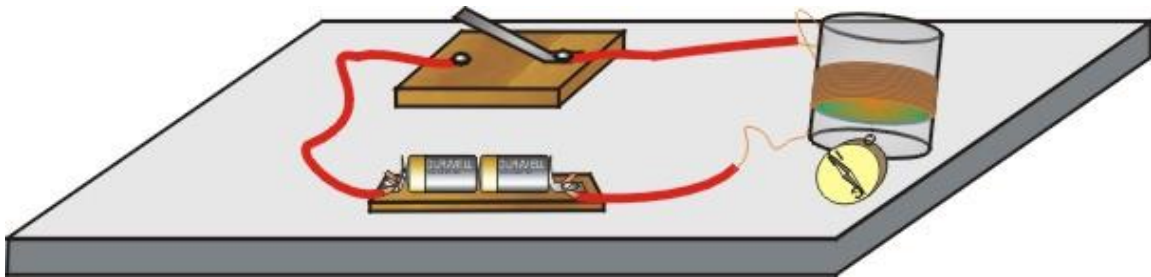
O principal material ferromagnético é o ferro. Sob ação de um campo magnético externo os seus domínios magnéticos se alinham e assim se reforçam formando um ímã.

O QUE EXPLORAR?

- Ímãs
- Domínios magnéticos
- Linhas de força



O CAMPO MAGNÉTICO DE UMA CORRENTE ELÉTRICA.



Construção e ligação da bobina num circuito.

Construa uma bobina usando fio de cobre esmaltado nº26 enrolando cerca de 5 metros num pedaço de garrafa de refrigerante de 2 litros ou num pedaço de cano de PVC de diâmetro próximo de 8 cm, conforme ilustra a figura. Ligue a bobina numa fonte de corrente contínua (pilhas) não esquecendo de inserir o interruptor no circuito.

Fazendo surgir um campo magnético.

- 1.- Coloque a bússola dentro da bobina e posicione-a na direção Leste-Oeste de modo que a agulha da bússola fique no sentido do diâmetro da garrafa. (direção Norte-Sul).
- 2.- Aperte a lingüeta do interruptor de modo que uma corrente elétrica passe a circular na bobina.
- 3.- Observe a deflexão da agulha da bússola.
- 4.- Invertendo-se o sentido da corrente elétrica, muda-se o sentido de giro da agulha da bússola.

O QUE ACONTECE?

Esta é uma reprodução e adaptação de uma experiência (na realidade uma descoberta casual) feita pelo professor dinamarquês Hans Christian Oersted em 1821. Ele descobriu que cargas elétricas em movimento produzem um campo magnético. Um fio percorrido por uma corrente elétrica produz ao seu redor um campo magnético. Uma bobina apenas reforça esse campo.

Na experiência acima, a agulha da bússola que apontava para o Norte magnético, fica perpendicular a seção transversal da bobina, pois a corrente que nela circula produz um campo magnético de intensidade muito maior que ao da Terra.

O QUE EXPLORAR?

- Pólos magnéticos
- Linhas de força do campo magnético
- A regra da mão direita e o sentido do campo magnético.
- O campo magnético em torno de um fio e o criado por uma bobina.

CONSTRUINDO UM MOTOR ELÉTRICO DIDÁTICO



Materiais:

- 1 metro de fio esmaltado de cobre nº 23 (aprox. 0,5 mm de diâmetro)
- 1 pilha grande
- 1 pedaço de imã
- 2 clips de metal
- 1 estilete ou canivete
- fita adesiva (fita crepe)

Construção da Bobina :

1. Usando como molde a pilha, enrolar cerca a pilha, enrolar cerca de 8 a 10 espiras para fazer uma bobina circular, deixando uns 5 cm de rabicho de cada lado. Use pedacinhos de fita adesiva para prender as espiras deixando a bobina mais firme.
2. Enrolar os rabichos ao redor das espiras para melhor fixa-las.
3. Com um estilete ou canivete, raspar parcialmente o esmalte de um dos lados do rabicho. O outro rabicho deverá ter o esmalte raspado totalmente.

CONSTRUÇÃO DO SUPORTE DA BOBINA COM PILHA E O IMÃ

1. Entortar 2 clips como mostra a (figura 12) e ligar aos terminais da pilha, fixando-os com uma fita adesiva, regulando a altura de modo que a bobina possa girar livremente.
2. Colocar o pedaço de imã sobre a pilha.
3. Funcionamento

Coloque a bobina sobre o suporte e observe se ele começa a girar. Caso ela não gire, posicione melhor o imã e também melhore todos os contatos elétricos.

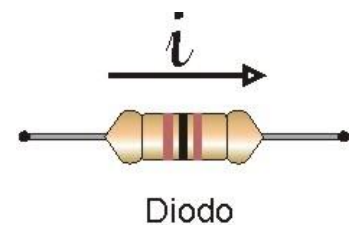


O QUE ACONTECE?

Um fio percorrido por uma corrente elétrica sofre a ação de uma força F de um campo magnético. Os eixos da bobina do motorzinho foram raspados de modo que a corrente flua sempre num mesmo sentido e assim, a força F atuará no sentido de girar a bobina sempre no mesmo sentido. Se os 2 eixos da bobina forem totalmente raspados, ela não gira porque em meia volta a força atua num sentido e na outra meia volta ela atua em sentido contrário.

DIODO

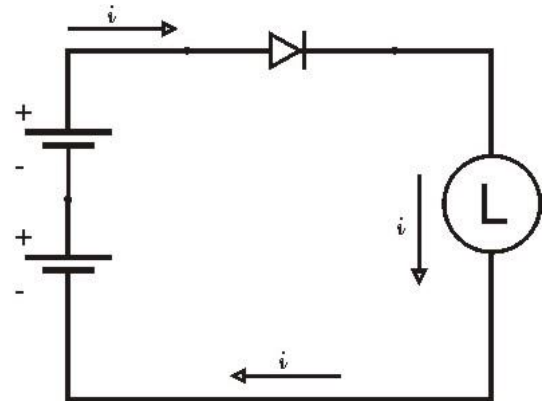
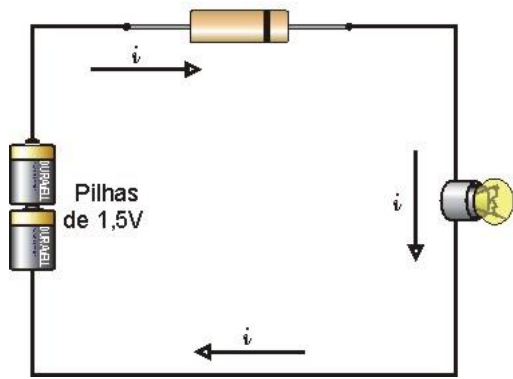
O diodo é um dispositivo semicondutor que só deixa a corrente passar num único sentido, como mostrado nas figuras. No sentido oposto ao indicado, a corrente não pode passar.



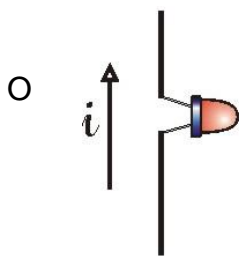
Símbolo

Ligando uma lâmpada a uma bateria, a corrente elétrica passa pela lâmpada saindo do pólo positivo (+) da bateria e entrando pelo pólo negativo (-).

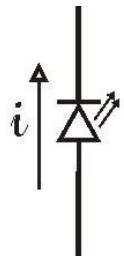
Usando 2 pilhas e uma lâmpada de lanterna, verificar que o diodo só conduz corrente elétrica num único sentido. Experimente inverter o diodo.



DIODO LED

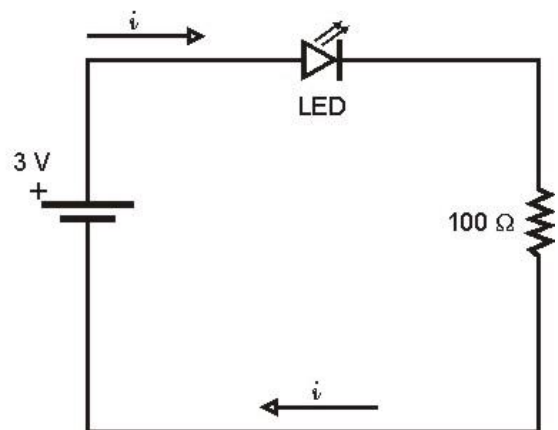
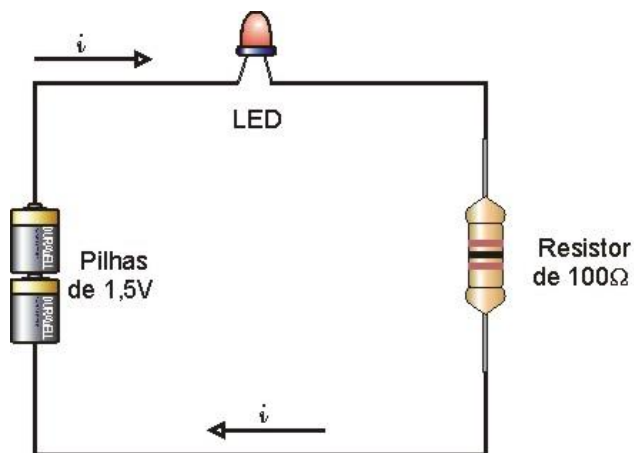


LED



Símbolo

LED é um diodo que também emite luz. Um LED vermelho só acende se a tensão for maior que 1,7 V . Por isso, são necessárias 2 pilhas de 1,5 V para acendê-lo. Assim, a voltagem total será 3,0 V.



É conveniente usar um resistor em série com o LED para que a corrente não seja excessiva. Observar que o LED é um diodo. Por isso, se sua polaridade for invertida ele não acende. Se o LED não acender experimente inverter sua polaridade.

O LED tem um chanfro no plástico ou um terminal mais curto que indicam o “catodo”, o terminal de saída da corrente elétrica.

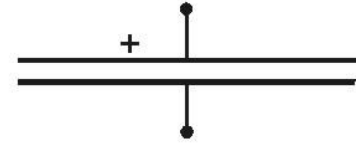


Carga e descarga de um capacitor

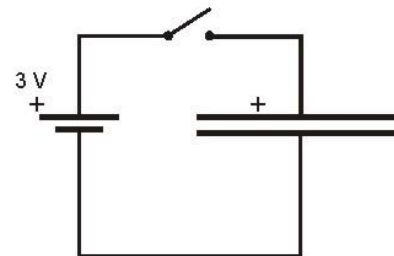
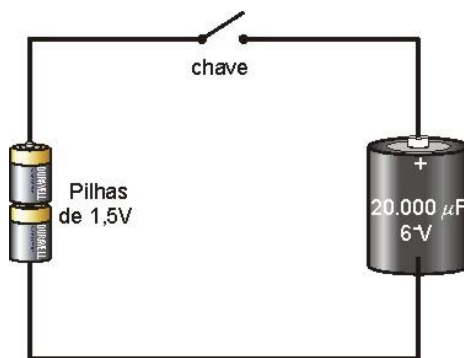
Um capacitor é um dispositivo que armazena carga elétrica. Para carregar um capacitor, basta ligá-lo a uma bateria. Por exemplo 2 pilhas de 1,5V.



Capacitor eletrolítico



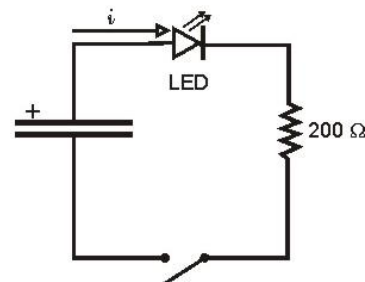
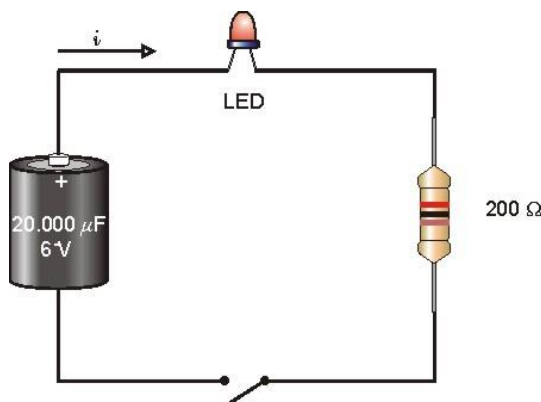
Símbolo



Basta fazer contacto momentaneamente e o capacitor estará carregado. Mas atenção:

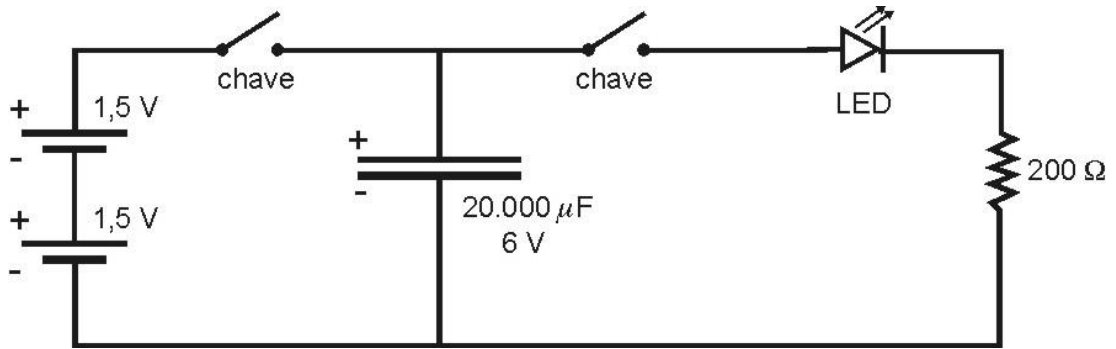
O capacitor eletrolítico tem polaridade. Seu terminal + deve ser ligado no terminal + da bateria. Se a polaridade for invertida o capacitor eletrolítico poderá ser danificado e até pode estourar.

Para observar o capacitor descarregando, pode-se ligá-lo a um LED.



Usando um resistor de 200Ω em série, a descarga do capacitor ocorre mais lentamente, durando alguns segundos.

Os 2 circuitos, para carga e descarga podem ser montados numa mesma placa.

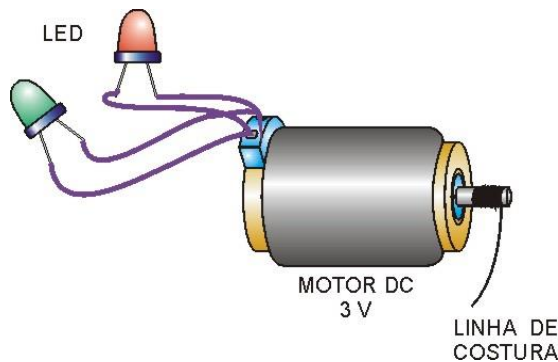


Usando um capacitor maior, por exemplo de $50000\mu\text{F}$, a descarga será mais lenta e o LED fica aceso mais tempo.



Gerador Eletromagnético

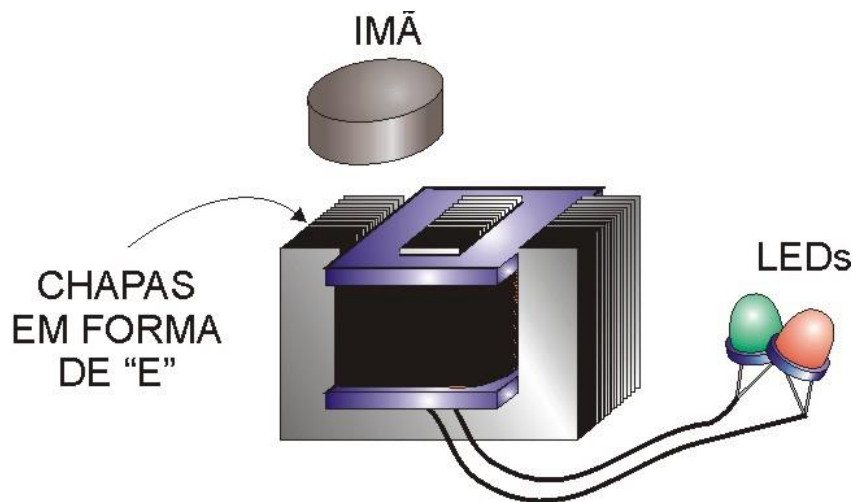
Um motor a pilha (motor DC), também pode funcionar como um gerador. Quando recebe energia elétrica das pilhas, o motor converte parte dessa energia em energia mecânica na rotação do motor. Quando o motor é forçado a girar, recebendo energia mecânica, parte dessa energia é convertida em energia elétrica.



Ligar 2 LEDs, um verde e um vermelho aos terminais de um motorzinho de 2 pilhas. As polaridades dos LEDs devem ser invertidas. Enrole cerca de 50cm de linha, forçando o motor girar com rotação bem alta. O que ocorre? Quando acende um LED ou o outro?



INDUÇÃO MAGNÉTICA



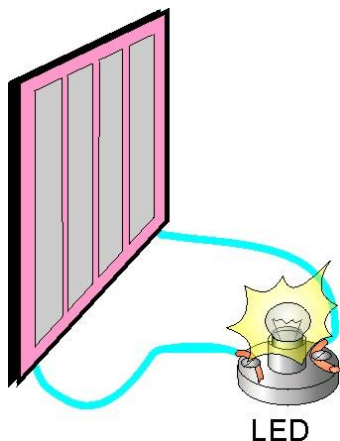
Quando um ímã permanente se aproxima ou se afasta de uma bobina, surge uma tensão elétrica induzida nos terminais da bobina. Isto é devido ao fenômeno chamado indução magnética: quando o fluxo de campo magnético numa bobina varia, surge uma fem induzida nos terminais da bobina. Este é o princípio de funcionamento do gerador eletromagnético.

Para a montagem deve-se desmontar o núcleo de um pequeno transformador (por exemplo de 12 V – 200 mA). O núcleo é feito de chapas de ferro silicioso em forma de “E” e “I”. Na montagem de fábrica, cada par de chapas E e I é invertida em relação as 2 vizinhas. O núcleo deve ser remontado usando apenas os Es alinhados.

Os LEDs devem ser montados invertidos nos terminais do primário do transformador (fios mais finos).

Porque os LEDs não acendem juntos?

GERADOR FOTOVOLTAICO: CÉLULAS SOLARES



Associando-se células solares, em paralelo, existentes no mercado pode-se montar um circuito elétrico simples que possibilita a conversão da energia solar (ou luminosa) em corrente elétrica e

- tornar luminoso um LED,
- movimentar um pequeno motor elétrico de 1,5 V ou
 - substituir as pilhas de um pequeno rádio.

O QUE ACONTECE?

A célula solar converte diretamente a energia luminosa em energia elétrica (corrente elétrica), através do Efeito Fotovoltáico. Este efeito possibilita que a célula (que é um dispositivo semicondutor, similar a um diodo ou transistor, etc), absorva a energia dos ftons para separar os elétrons de alguns átomos do material.

As células mais comuns existentes no mercado são as de silício amorfo, cuja espessura total é inferior a 1 micrometro. Devido a sua pouca espessura, são coladas em placas de vidro ou plástico e, portanto, mais baratas; ao contrário das células usadas nos satélites artificiais, que são construídos de silício cristalino, que são mais caras, porém mais eficientes. As células de silício amorfo tem eficiência da ordem de 6 a 8%, enquanto que as de silício cristalino podem chegar a eficiência de 24% .

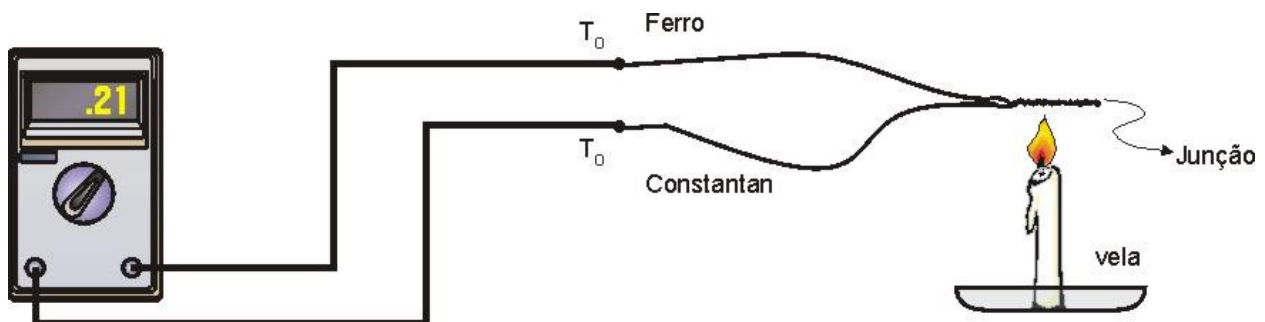
O QUE EXPLORAR?

- A multiplicidade de aparelhos/dispositivos que estão utilizando presentemente, células solares.
- O processo de transformação e utilização de energia solar (energia limpa) em nosso meio.



GERADOR TERMOELÉTRICO

Quando uma junção de 2 condutores diferentes é aquecida a uma temperatura T_1 , uma força eletromotriz é gerada. Essa força eletromotriz, chamada termoelétrica, é tanto maior, quanto maior a diferença em relação à temperatura ambiente (T_0).



A fem termoelétrica depende também do par de condutores da junção. O par de condutores que gera fem quando a junção é aquecida é chamado termopar. Um termopar que gera tensões relativamente altas pode ser feito de ferro e constantan. O ferro pode ser um arame fino ou fio de aço bem fino. O constantan é uma liga de cobre, níquel e manganês usada na indústria eletrônica para fazer certos tipos de resistores. Pedacinhos pequenos de fio de constantan podem ser conseguidos desmontando-se certos resistores de fio de valor bem baixo (1 ohm ou menos).

Monte o termopar e, usando um voltímetro observe a fem gerada aquecendo a junção com uma vela.

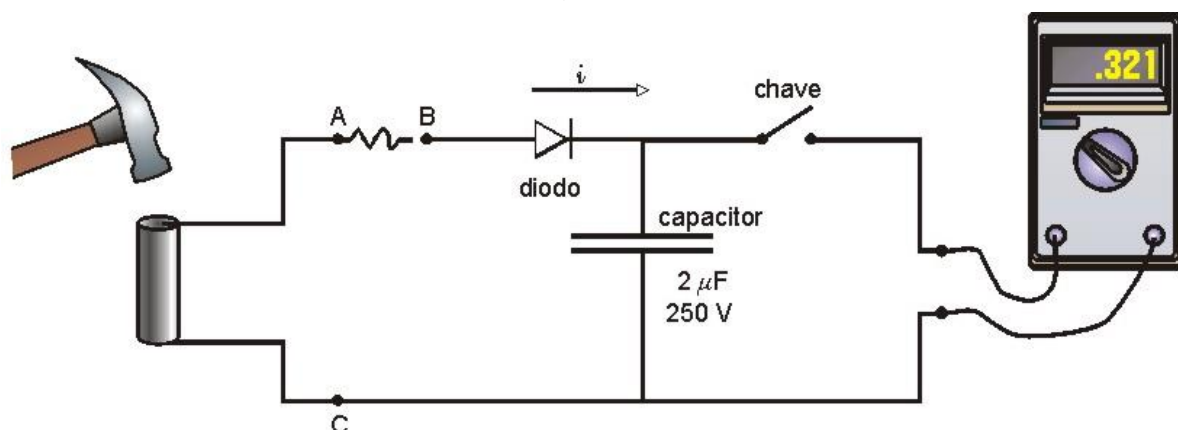
O conjunto pode funcionar como um termômetro? O que deveria ser feito para isto?

Observação: Usina termoelétrica é construída com gerador magnético e máquina térmica para girá-lo. Isto é, não tem muito a ver com o gerador termoelétrico descrito aqui.



GERADOR PIEZOELÉTRICO

O gerador piezoelétrico é baseado no efeito piezoelétrico, que é a deformação de certos cristais ou cerâmicas quando submetidos a uma tensão elétrica. Isto é, quando se aplica uma tensão elétrica ao cristal piezoelétrico ele se dilata ou se contrai. Mas existe também o efeito piezoelétrico inverso: quando o cristal é deformado por meio de uma força ele gera uma tensão elétrica. Na verdade, existe um gerador piezoelétrico bem familiar; é o acendedor de fogão piezoelétrico. Por meio de um sistema de gatilho e mola, aplica-se uma “pancada” num cilindrinho de cerâmica piezoelétrica. Devido à deformação, gera-se um pulso de alta tensão que, por sua vez, produz uma faísca e o gás incendeia.



Desligue o fio AB no ponto B e coloque a extremidade B bem próxima de C para ver as faíscas quando se bate na cerâmica piezoelétrica.

Também é possível armazenar a carga gerada em um capacitor. Mas é necessário usar um diodo para isso. Deve ser lembrado que quando o piezo é comprimido, gera tensão

elétrica com um sinal, mas quando volta à condição inicial a tensão é invertida. Por isso, sem o diodo, a corrente carregaria o capacitor no início, mas no final a corrente fluiria em sentido oposto, descarregando o capacitor. Assim, o diodo impede a descarga do capacitor.

Para observar a descarga do capacitor, basta acionar a chave que liga o voltímetro ao capacitor.

Observação: os tarugos piezoelétricos podem ser obtidos desmontando um acendedor de fogão. Em geral, são 2 tarugos piezoelétricos podem ser obtidos desmontando um acendedor de fogão. Em geral, são 2 taruguinhos montados num tubinho plástico. É melhor aproveitar essa montagem.



BIBLIOGRAFIA

- Science Experiments with Inexpensive Equipment C.J. Lynde. Internacional Textbook Company, Second Edition, 1950
- 100 expériences faciles à réaliser. Terry Cash et Steve Parke Éditions Nathan, 1990.
- Física na Escola Secundária Oswald H. Blackwood e outros. MEC, 1962
- Coleção “O Ensino de Ciências em Nossos Dias”. Guy V. Bruce. Empreendimentos Culturais Brasileiros Ltda. Editores, 1969.
- “papa dis-moi...qu’est-ce que c’est? Collection Dirigée Par Le Palais De La Découverte. Éditions Ophrys.
- Almeida, R.& Falcão, D. Brincando com a ciência . Rio de Janeiro, Museu de Astronomia e Ciências Afins. 1996.
- Barr, G. Science tricks and magic for young people. New York, Dover, 1987.
- Bayer, H. C. Arco-íris flocos de neve quarks. Rio de Janeiro, Campus, 1994.
- Bloomfield, L. A How things work. New York, John Wiley. 1997.
- “Building and Esperimenting... Coleção de Textos de Bernie Zubrowski - A Boston Children’s Museum Activity Book. Morrow Junior Books/New York, 1992.
- Física Recreativa. Y. Perelman. Editorial MIR-Moscou. Vol 1 e 2 5ª Edição Moscou, 1983.
- Catálogo Experimental - F.D.Saad e outros. Edição CIC USP/1995.
- Gamow, G. O incrível mundo da Física moderna. São Paulo, IBRASA, 1980.
- GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). Física 1: mecânica; Física 2: Física térmica; Física 3: eletromagnetismo. São Paulo, Edusp, 1999.
- The Flying circus of physics. Jearl Walker. John Wiley e Sons, Inc. 1975.
- Physics Fun and Demonstrations, Julius Summer Miller. Central Scientific Company, 2ª Edição, 1974.
- Improvisaciones En Ciencia. Oficina Regional de Educação da Unesco Santiago do Chile, 1985.
- New Unesco Sourcebookfor Science Teaching. Publischer Unesco Paris, 1973
- Física - 1ª, 2ª e 3ª Série - Irmãos Maristas - Editora Coleção F.T.D. Ltda. - 9ª Edição, 1965 - São Paulo.
- Física para Ciências Biológicas e Biomédicas - Okuno, Emico, Caldas, Ibere Luiz, Chow, Cecil - São Paulo, Harper e Row, 1982.
- Modelos de componentes óticos em resina – Vuolo, J.H. e Furukawa, C – IFUSP – 1998.
- Explorando a Luz Através de Fenômenos Simples – Saad, Fuad Daher; Reis, Denise Gomes; Furukawa, Claudio; Yamamura, Paulo; Vuolo,J.H. – Ed.Preliminar – Setor de Extensão do IFUSP – USP, 1998.