

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ

**CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA,
MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS**

PROMED

**O MOTOR ELÉTRICO COMO UM ORGANIZADOR
PRÉVIO PARA A INTRODUÇÃO DE CONCEITOS
BÁSICOS DE MAGNETISMO**

Elidiomar Francisco dos Santos

ESCOLA E COORDENADORIA

C. E. Ruy Barbosa - III Coordenadoria

Trabalho apresentado como requisito de conclusão da disciplina

**FUNDAMENTOS PSICODIDÁTICOS
DO ENSINO DA FÍSICA**

PROFESSORES

Susana de Souza Barros (Coordenadora)
João José Fernandes de Sousa (Orientação)
Wilma M. S. Soares

O MOTOR ELÉTRICO COMO UM ORGANIZADOR PRÉVIO PARA INTRODUIZIR CONCEITOS BÁSICOS DE MAGNETISMO

Este projeto foi elaborado com o objetivo de aplicar na sala-de-aula conceitos que foram ministrados durante o curso de fundamentos de psicodidática para o ensino da física, tendo sido desenvolvido no Colégio Estadual Ruy Barbosa, junto aos alunos da 3ª série do ensino médio. O assunto está inserido em eletromagnetismo

Na execução do projeto foram utilizados um motor de liquidificador desmontado, uma bússola, duas pilhas, uma bobina, uma cartolina, limalha de ferro como material concreto e desenvolvidas estratégias didáticas de acordo com a descrição do plano de aula apresentado em anexo (anexo1).

Os conceitos abordados foram os de campo magnético, linhas de indução, campo magnético criado por uma corrente elétrica e força sobre um condutor conduzindo corrente elétrica na presença de um campo magnético.

Foram realizadas as seguintes práticas:

- Verificação da constituição física de um motor.
- Identificação do campo magnético nas proximidades de ímãs e bobinas conduzindo corrente elétrica, utilizando uma bússola.
- Materialização do campo magnético nas proximidades de ímãs e bobinas através do uso de limalha de ferro.

A estratégia psicodidática utilizada foi a Teoria Cognitivista de David Ausubel. Essa teoria caracteriza-se por considerar a aprendizagem significativa como um processo de interação entre elementos presentes na estrutura cognitiva prévia do aprendiz e aquilo que se deseja ensinar. O conceito central dessa teoria é o de Aprendizagem Significativa. Esse conceito é definido como:

“... um processo através do qual uma nova informação se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não literal) a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Isto é, nesse processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de “conceito subsunçor” ou mais simplesmente “subsunçor”, existente na estrutura cognitiva de quem aprende.”

Outro conceito importante nessa teoria é o de organizador prévio. “Organizadores prévios são materiais introdutórios, apresentados antes do próprio material a ser aprendido, porém em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade desse material...”

Os conceitos de campo elétrico e campo gravitacional foram utilizados como subsunçores por se tratarem de conceitos já estudados.

O motor elétrico constitui-se num excelente organizador prévio por ser muito utilizado em nossos lares sendo, portanto, conhecido por todos os alunos.

Levando-se em conta o pouco tempo disponível, a importância do assunto na formação científica e a sua grande aplicação no dia-a-dia, principalmente em motores elétricos, optou-se por uma abordagem bastante qualitativa.

Foram considerados como pré-requisitos os seguintes conceitos:

- Carga elétrica.
- Força elétrica entre cargas elétricas.
- Campo elétrico.
- Campo magnético.
- Corrente elétrica.

Esses conceitos foram abordados através de um texto sob a forma de Instrução Programa (Skinner). A aplicação dessa estratégia é indicada por se tratar de tarefa que o aluno pode realizar em casa e em ritmo próprio (anexo 2).

Na primeira aula os alunos responderam um questionário para que se fizesse uma avaliação diagnóstica de seus conhecimentos sobre fenômenos magnéticos (anexo 3). Em função do resultado da avaliação foi definido o grau de profundidade com que o assunto seria tratado. Essa avaliação mostrou que em média, oitenta por cento da turma já tivera alguma experiência com ímãs, conheciam a bússola e tinham conhecimento de aparelhos que utilizavam fenômenos magnéticos em seu funcionamento.

Os subsunçores escolhidos para ancorar os novos conhecimentos na estrutura cognitiva dos aprendizes foram o campo gravitacional e o campo elétrico. O conceito de campo gravitacional é um conceito que pode ser considerado de domínio da maioria dos alunos. Esse conceito já havia sido utilizado como subsunçor para a conceituação do campo elétrico. O motor elétrico, por ser utilizado

na maioria dos aparelhos elétricos operados cotidianamente em nossas casas, foi o organizador prévio escolhido.

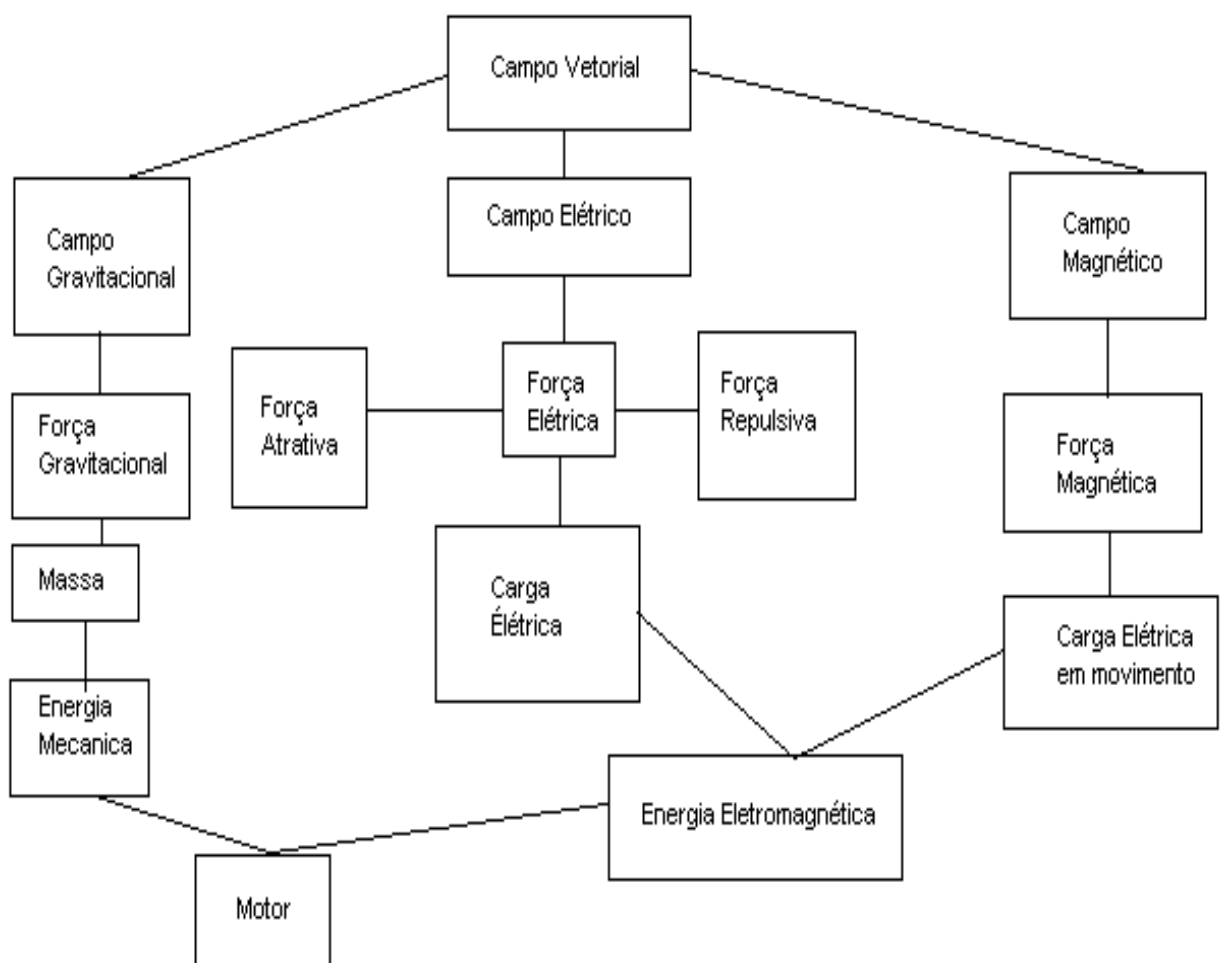
Na primeira aula fez-se a descrição da constituição física de um motor elétrico, foi descrita a função de cada um dos componentes e explicado o funcionamento do motor.

A seguir, mostrou-se um liquidificador cujo motor foi retirado da carcaça. Os alunos utilizaram um questionário de Previsão-Observação-Explicação POE, retirado do Gref e identificaram as peças do motor (anexo 4). Aproximadamente 60 por cento dos alunos conseguiram identificar a bobina fixa, a bobina móvel, verificar que se formam circuitos elétricos, além de identificar o comutador e as escovas. Os alunos ficaram motivados, mostrando-se interessados, contando suas experiências e fazendo perguntas.

Na segunda aula, considerando os subsunçores campo gravitacional e campo elétrico, foram introduzidos os conceitos de campo magnético, imãs, linhas de indução e campo magnético da Terra em aula expositiva. O anexo 5 com os conteúdos foi distribuído aos estudantes. Foi descrita a experiência de Oersted. Considerou-se como organizador prévio a situação ocorrida no motor elétrico, onde a corrente elétrica que circula na armadura gera um campo magnético naquela região. Novamente o conceito de campo elétrico foi utilizado como subsunçor, destacando que o campo elétrico é criado por cargas elétricas estacionárias enquanto que o campo magnético por cargas elétricas em movimento. Finalmente, foi ressaltado que a eletricidade e o magnetismo têm origem comum; a carga elétrica e passaram a constituir um mesmo ramo da ciência: o eletromagnetismo.

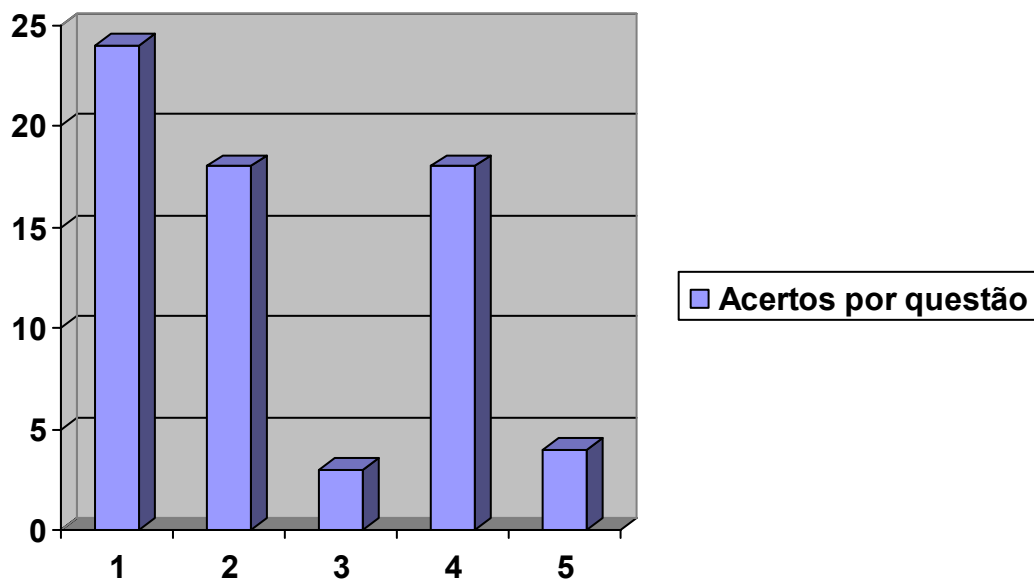
Na terceira aula foi discutido que a conclusão obtida através da experiência de Oersted, nos permite associar o magnetismo da matéria à existência de imãs microscópicos, formados por grupos de moléculas vizinhas que possuem a mesma orientação magnética. Foram descritos os processos pelos quais os corpos adquirem magnetização. Ao final da aula houve uma avaliação qualitativa composta de novo questionário Previsão-Observação-Explicação POE, extraído do GREF, para a qual foram utilizados uma bússola, dois imãs, duas pilhas, bobina e limalha de ferro, de tal forma que os alunos fizessem observações sobre campo magnético de um imã permanente, comportamento da bússola nas proximidades de um condutor conduzindo corrente elétrica e campo magnético de uma bobina.

Na quarta aula foi abordada a existência da força magnética sobre um fio retilíneo que conduz corrente elétrica em um campo magnético. O aluno foi levado a relacionar o movimento da parte móvel do motor elétrico com a existência dessa força. Descrevi a regra da mão direita. Nessa aula introduzi o conceito de vetor campo magnético bem como a expressão matemática da força magnética que atua sobre um condutor que conduz corrente em um campo magnético com dois objetivos: explicar que os vetores campo magnético, velocidade das cargas e força magnéticas estão localizados em planos diferentes e que o valor da força magnética depende do ângulo que o condutor forma com o campo magnético. Novamente o organizador prévio foi utilizado, destacando-se a força exercida pelas bobinas de campo do motor sobre o eixo. Para finalizar, foi discutido o mapa conceitual relacionando os conceitos abordados nas aulas.



Mapa conceitual de campo de forças

Na quarta aula fez-se uma avaliação final. O resultado pode ser considerado satisfatório. Os conceitos. O gráfico abaixo representa a quantidade de acerto por questão.



CONCLUSÃO

- o uso dos subsunçores foi importante porque eles estabeleceram uma ligação entre os conceitos que se supunha já estruturados na estrutura mental dos alunos (campo gravitacional e campo elétrico) para os fenômenos magnéticos. Esse fato proporcionou um constante diálogo entre o professor e os alunos
- o motor elétrico, por estar presente na maioria dos aparelhos elétricos de uso cotidiano, possibilitou a melhor comunicação entre o professor e os alunos, em torno do organizador prévio.
- os campos magnéticos criados na armadura e na bobina móvel ajudaram a trazer para o concreto conceitos de campo magnético e força magnética.
- a discussão do mapa conceitual constituiu-se num instrumento de avaliação e proporcionou aos alunos situarem os conceitos de magnetismo dentro de um contexto cujo vértice é a força magnética.

ANEXO 1 - PLANO DE AULA

COLÉGIO ESTADUAL RUY BARBOSA
 2ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO
 CONCEITOS BÁSICOS DE MAGNETISMO
 Nº DE AULAS : 4

| AULAS (50 MIN) | CONTEÚDOS-ESTRATÉGIAS MATERIAIS E RECURSOS ATIVIDADES | COMENTÁRIOS |
|-------------------|---|--|
| 0 | Atividade individual em casa. Pré – requisitos: texto em forma de instrução programada. (Anexo 2) | Os conceitos de carga elétrica, força elétrica entre cargas, campo elétrico, força elétrica sobre uma carga sobre carga em campo elétrico e de corrente elétrica serão abordados na forma de instrução programada. |
| 1 | Questionário de avaliação diagnóstica. (Anexo 3) Aula expositiva sobre motores elétricos. Utilizando quadro, giz, texto e um motor de liquidificador : identificar os principais componentes de um motor elétrico. Descrever a função de cada componente. Descrever o funcionamento do motor. Avaliação qualitativa. (Anexo 4) | O aluno deverá relacionar o motor com a produção de movimento em diversos aparelhos usados em nossas casas. Serão abordados conceitos de bobinas, campo e armadura. Observando o motor de liquidificador o aluno responderá a questões tipo POE, de acordo com as situações criadas pelo professor. |
| 2 | Aula expositiva utilizando quadro, giz e texto (anexo 5) sobre fenômenos magnéticos: Campo magnético, imãs, linhas de indução, campo magnético da Terra, Experiência de Oersted, campo magnético de um condutor, campo de um solenóide. Avaliação qualitativa. (Anexo 6) | Os conceitos serão abordados fazendo, sempre que possível, referências a situações descritas durante o estudo do motor de liquidificador. Serão feitas referências ao campo gravitacional da terra e ao campo elétrico para que o aluno possa conceituar o campo magnético. Reconhecer eletricidade e magnetismo como aspectos diferentes de um mesmo fenômeno, o eletromagnetismo. A avaliação será feita através de |

| | | |
|---|--|---|
| | | questões, utilizando a técnica POE, contidas em um roteiro, distribuído ao aluno, relativas a situações criadas pelo professor. |
| 3 | Aula expositiva sobre conceitos de magnetização e força magnética sobre um condutor que se movimenta em um campo magnético. Efeito motor. Mapa Conceitual. (Anexo 7) | O aluno deverá associar o magnetismo da matéria com a existência de ímãs moleculares Interpretar a força sofrida por um condutor que conduz corrente em um campo magnético como consequência da interação do campo criado pelo condutor naquela região com magnético já existente naquele espaço. Identificar a direção e o sentido da força magnética. Identificar o efeito motor. Finalmente será feita a análise do mapa conceitual. |
| 4 | Avaliação escrita. (Anexo 8) | Verificar através de questões discursivas como foram modificadas idéias que os alunos tinham anteriormente sobre os fenômenos e conceitos abordados. Analisar também se os recursos e técnicas utilizadas contribuíram para a correta compreensão dos conceitos de campo magnético e força magnética. |

ANEXO 2 – INSTRUÇÃO PROGRAMADA

PRÉ-REQUISITOS

OBJETIVOS: Ao final dessa atividade você deverá ser capaz de:

- a. Conceituar carga elétrica.
- b. Coceituar campo de forças.
- c. Conceituar campo gravitacional.
- d. conceituar campo elétrico.
- e. Conceituar corrente elétrica.

Numa abordagem bastante elementar, podemos considerar que o átomo é constituído por um núcleo que contém prótons, cuja carga é positiva e nêutrons, sem carga elétrica. Envolvendo esse núcleo e circulando em órbitas estão localizados os elétrons cuja carga é negativa.

O campo de forças pode ser definido como uma região do espaço onde um determinado tipo de substância sofre uma interação.

O campo gravitacional da Terra é um exemplo de campo de forças. Qualquer massa que se encontre nessa região sofrerá a ação da força gravitacional que o atrairá na direção do centro da mesma.

O valor do campo gravitacional associado a um ponto corresponde ao valor da força gravitacional que será exercida pelo campo em cada unidade de massa ali posicionada, $g = F/m$. A unidade SI de campo gravitacional é o Newton por quilograma, N/kg.

Da mesma forma, uma carga elétrica situada em determinado ponto do espaço interage com outra carga que esteja localizada em suas proximidades nas proximidades. Essa interação resulta em forças sobre cada uma das cargas

Então, a primeira carga delimita em suas proximidades uma região onde qualquer carga elétrica sofrerá a ação de uma força elétrica. Essa região é definida campo elétrico.

O valor do campo elétrico associado a um ponto corresponde ao valor da força elétrica que será exercida pelo campo em cada unidade de carga elétrica ali posicionada, $E = F/q$. A unidade SI de campo elétrico é o Newton por Coulomb, N/C.

Num condutor, os elétrons livres (aqueles compartilhados por todos os átomos na ligação metálica), quando sob a ação de uma força elétrica, tende a se deslocar de forma ordenada. A esse fluxo de elétrons dá-se o nome de corrente elétrica.

1) Em condições normais, a carga elétrica do átomo é _____ porque o número de prótons é igual ao número de elétrons.

2) Um átomo pode adquirir carga elétrica ganhando ou perdendo _____.

3) Um átomo tem carga negativa se tiver _____ número de elétrons que de prótons.

4) Quando atritamos um bastão de vidro com um pedaço de seda ele adquire a propriedade de atrair pequenos objetos. Isso ocorre porque alguns _____ do bastão são transferidos para a seda fazendo com que ele adquira uma carga _____.

5) Se a carga adquirida pelo bastão foi positiva, a carga adquirida pela seda deverá ser _____ e seu valor deverá ser _____ ao da carga adquirida pelo bastão conforme estabelece o Princípio da Conservação da Carga.

6) Um campo gravitacional interage com _____ que estejam localizadas nas proximidades.

7) As forças gravitacionais são sempre de ----- (atração/repulsão).

8) Para verificar se em determinada região existe um campo gravitacional podemos colocar uma _____ na região e observar se sobre a mesma será exercida uma _____ de origem gravitacional. Nesse caso o corpo deverá estar isolado de qualquer carga elétrica ou ímã.

9) Um campo elétrico interage com _____ que estejam localizadas em suas proximidades

10) Para verificar se em determinada região existe um campo elétrico podemos colocar uma _____ na região e observar se sobre a mesma será exercida uma _____ de origem elétrica.

11) Campo elétrico e campo magnético constituem exemplos de campo de ----
-----.

RESPONDA

1) Quais as partículas que compõe o átomo?

2) O que deve ocorrer para que um átomo adquira carga elétrica?

3) De exemplos de campo de forças.

4) Como podemos comprovar a existência de um campo elétrico em determinada região?

5) O que é corrente elétrica?

RESPOSTAS

- 1) nula
- 11) forças
- 6) massas
- 3) maior
- 10) carga elétrica
- 2) elétrons
- 8) massa, força
- 4) elétrons, positiva
- 9) cargas elétricas
- 5) negativa, igual
- 9) cargas elétricas
- 7) atração

ANEXO 3 - AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

SECRETARIA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO
COLÉGIO ESTADUAL RUY BARBOSA
QUESTIONÁRIO DE MAGNETISMO
Elidiomar 20/10/05

ALUNO:
DATA

TURMA;

Nº

Este questionário tem como objetivo verificar seus conhecimentos sobre magnetismo.

1) Descreva alguma experiência que você já teve com imãs.

R -

2) Dentre aparelhos que você conhece, quais utilizam magnetismo?

R-

3) Para que serve uma bússola? Qual o seu comportamento?

4) Quatro esferas, sendo feitas de aço, de alumínio, de madeira e de vidro, respectivamente, são colocadas nas proximidades de um imã. Quais delas serão atraídas?

R-

5) De que forma você pode verificar se um corpo é constituído por uma substância ferromagnética?

6) Você conhece os processos utilizados para se magnetizar um corpo? Dê exemplos.

R –

7) O que é um eletroímã?

R –

8) Qual o tipo de transformação de energia que você observa em um motor elétrico?

R –

8) Uma agulha quando em contato com um ímã é capaz de atrair outras agulhas. Afastada do ímã, imediatamente ela perde essa propriedade. Por que você acha que tal fato ocorre?

9) que é campo magnético?

R –

9) O que podemos fazer para criar um campo magnético em determinada região?

R –

10) Que princípios físicos envolvem o funcionamento de um motor elétrico?

ANEXO 4: Demonstração PREVISÃO-OBSERVAÇÃO-EXPLANAÇÃO

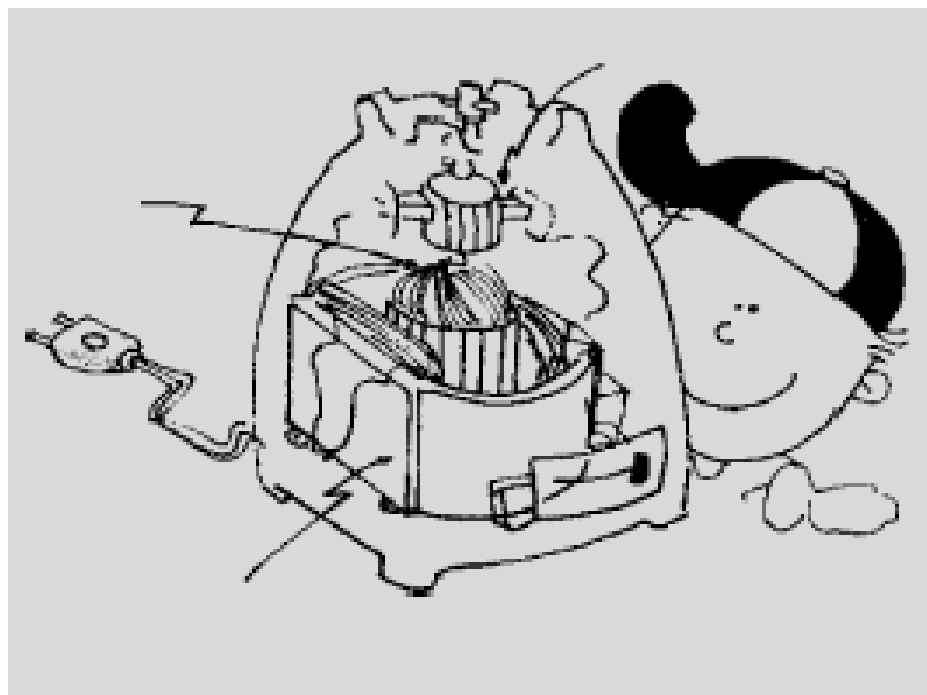
MOTORES ELÉTRICOS

Um grande número de aparelhos elétricos tem como função produzir movimento a partir da eletricidade; são os motores elétricos dentre eles estão: bateria, ventilador, furadeira, liquidificador, aspirador de pó, enceradeira, espremedor de frutas, lixadeira, além de inúmeros brinquedos movidos a pilha e/ou tomada, como robôs, carrinhos e etc.

A partir de agora, vamos examinar em detalhe o motor de um liquidificador. O roteiro da observação encontra-se abaixo.

O MOTOR DE UM LIQUIDIFICADOR

A parte externa de um liquidificador é geralmente de plástico, que é um material eletricamente isolante. É no interior dessa carcaça que encontramos o motor, conforme ilustra a figura abaixo.



(Silva e Lopes,2003;GREF)

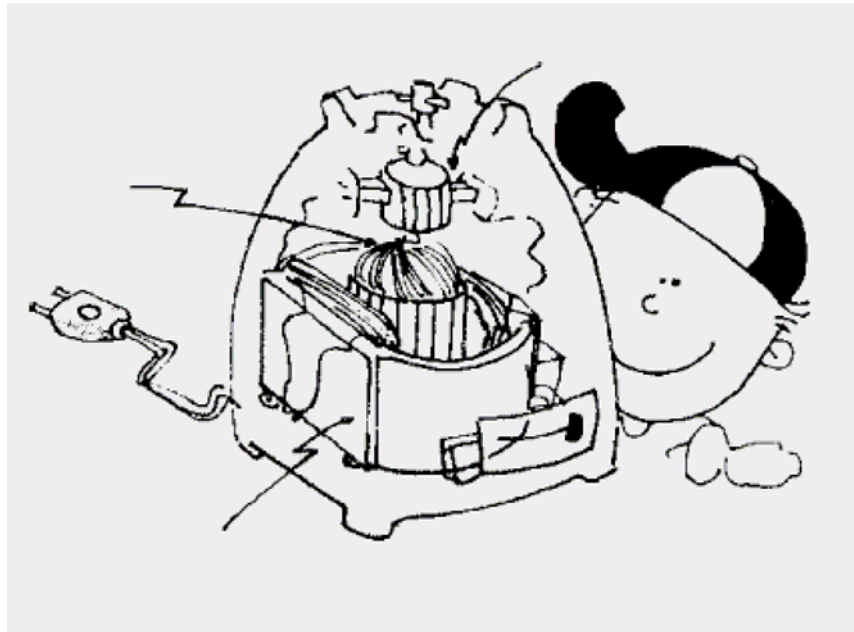
1 – Acompanhe os fios do plugue em direção à parte interna do motor. Em qual das partes do motor elas são ligadas?

2. Gire o eixo do motor com a mão e identifique os materiais que se encontram na parte que gira junto com o eixo do motor.
3. Identifique os materiais que se encontram na parte do motor que não gira.
4. Verifique se existe alguma ligação elétrica entre estas duas partes que formam o motor. De que materiais eles são feitos?
5. Identifique no motor as partes indicadas com as setas na figura abaixo..

ANEXO 5 – TEXTO DA AULA EXPOSITIVA

PROJETO APLICAÇÃO EM SALA DE AULA
EFEITO MAGNÉTICO DA CORRENTE ELÉTRICA – FORÇA MAGNÉTICA
COLÉGIO ESTADUAL RUY BARBOSA

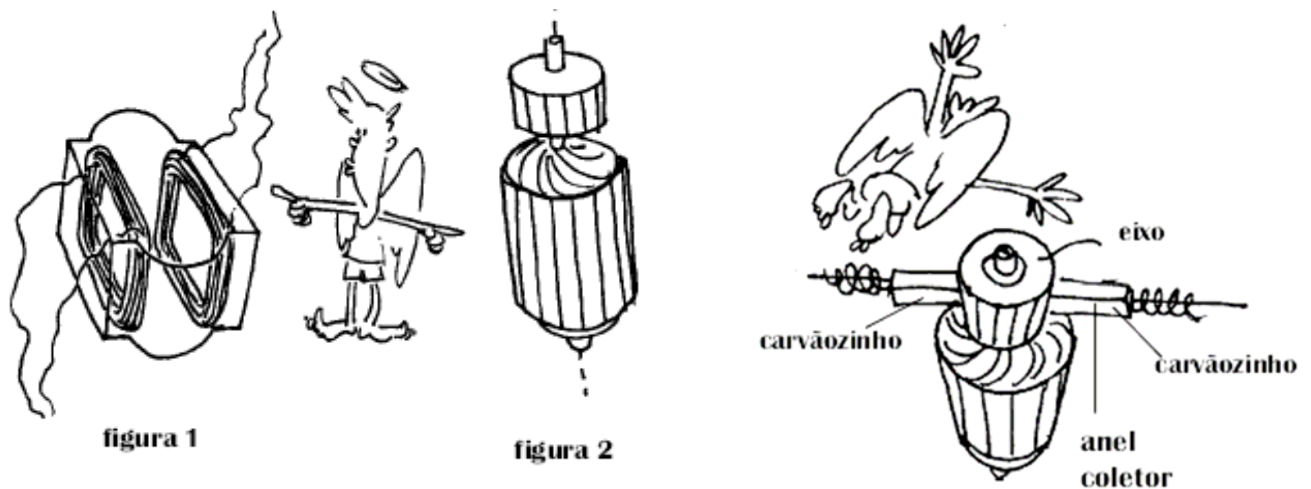
MOTOR ELÉTRICO



(Silva e Lopes, 2003)

Nos motores elétricos encontramos duas partes principais; uma fixa, que não se move quando ele entra em funcionamento e uma outra que em geral, gira em torno de um eixo quando ele é ligado.

A parte fixa é constituída de fios de cobre, encapados com um material transparente formando duas bobinas. Já na parte fixada ao eixo, os fios de cobre são enrolados em torno do eixo.



A observação da parte móvel de um motor de liquidificador mostra que ela também apresenta, acoplada ao eixo, um cilindro metálico, formado de pequenas placas de cobre, separadas entre si por ranhuras, cuja função é isolar eletricamente uma placa da outra. O circuito elétrico da parte móvel é formado por vários pedaços de fio de cobre independentes cobertos de um material transparente e cujas extremidades são ligadas às placas de cobre.

Esta peça de formato cilíndrico acoplada ao eixo é denominada de anel coletor e sobre as plaquinhas deslizam dois carvãozinhos.

Quando o motor elétrico é colocado em funcionamento passa a existir corrente elétrica nas bobinas fixas e também no circuito elétrico fixado ao eixo e que se encontra em contato com os carvãozinhos. Nesse momento o circuito do eixo fica sujeito a uma força e gira o eixo e um outro circuito é ligado, repetindo o procedimento anterior. O resultado é o giro completo do eixo, que é característico dos motores elétricos.

Em alguns casos, tais como em pequenos motores elétricos utilizados em brinquedos, por exemplo, a parte fixa é constituída de um ou dois ímãs, em vez de bobinas. Isso não altera o funcionamento do motor uma vez que uma bobina com corrente elétrica desempenha a mesma função do ímã.

Após essa investigação, pense e responda: por que surge movimento nesses aparelhos?

O CAMPO MAGNÉTICO

Sabemos que uma carga estacionária cria em suas proximidades um campo elétrico E . Esse campo irá interagir com qualquer carga elétrica que esteja nessa região exercendo uma força elétrica sobre essa carga. Outro exemplo de campo de força é o campo gravitacional da Terra que interage com qualquer massa que se encontre nas proximidades da mesma.

De forma análoga, observou-se por meio de experiências, que uma carga elétrica em movimento ou um ímã criam no espaço em sua volta um campo magnético que exercerá uma força de origem magnética, sobre ímãs ou cargas elétricas, estas quando em movimento, localizadas nessa região.

O campo magnético é o campo criado por um ímã ou cargas elétricas em movimento.

A palavra magnetismo tem origem no nome Magnésia, cidade da Grécia, onde pela primeira vez observou-se que pedaços de determinada rocha tinham a propriedade de atrair pequenos pedaços de ferro. Essa substância foi então chamada de magnetita.

IMÃS

Os ímãs são corpos que têm a propriedade de atrair outros corpos constituídos de substâncias classificadas como ferromagnéticas. As extremidades do ímã, onde o poder de atração é mais forte são chamadas de pólo. Cada ímã possui um pólo norte e outro pólo sul. Os pólos de mesmo nome se repelem e os de nome opostos se repelem. A localização dos pólos do ímã depende de sua forma geométrica e do modo como adquiriram sua magnetização.

LINHAS DE INDUÇÃO

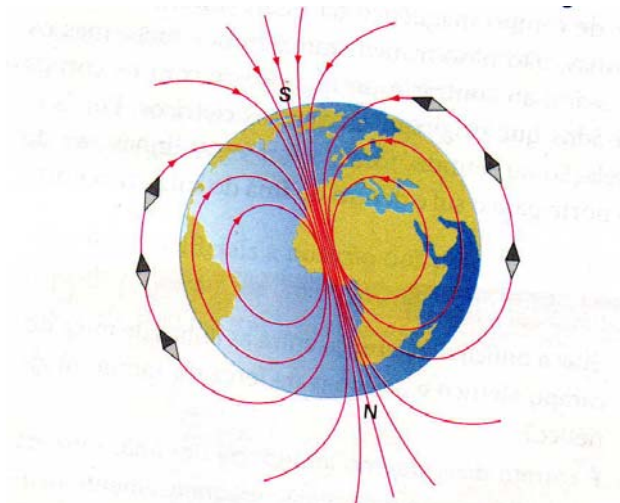
Para visualizar o campo magnético, normalmente são utilizadas linhas de indução. Essas linhas são traçadas de tal modo que a sua direção em cada ponto coincide com a direção do campo magnético naquela região. A forma das linhas de indução do campo magnético de um ímã pode ser visualizada se espalharmos limalhas de ferro na superfície de um vidro colocado sobre o mesmo..

Uma bússola suspensa por um fio quando colocada em um campo magnético tende a se alinhar com o mesmo.

O CAMPO MAGNÉTICO DA TERRA

A existência do campo gravitacional da Terra é sabida há muito tempo. Os ocidentais começaram a utilizar a bússola para navegação pouco depois do século XI e, no fim do século XVI, já acreditavam que a Terra era um imenso ímã.

A agulha de uma bússola sempre toma a direção norte-sul da Terra. Presume-se que ele seja originado por correntes elétricas estabelecidas no núcleo metálico líquido da parte central da Terra. A parte da bússola que se volta para o Norte geográfico da Terra é chamada de Norte, Como os pólos magnéticos de nomes opostos se atraem, nessa região localiza-se o Sul magnético e perto do Sul geográfico está localizado o Norte magnético da Terra.

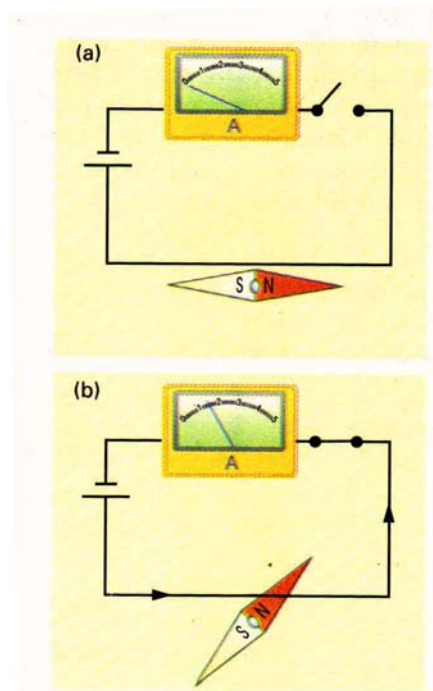


(Gaspar, 2002)

CAMPO MAGNÉTICO CRIADO POR UMA CORRENTE ELÉTRICA

Até, 1820 pensava-se que os fenômenos elétricos e magnéticos não tinham relação entre si. Nesse ano o físico dinamarquês H. Oersted, professor da Universidade de Copenhague, realizou uma experiência mostrando que uma corrente elétrica produz um campo magnético.

EXPERIÊNCIA DE OERSTED



(Máximo e Alvarenga, 1997)

Um fio retilíneo, formando um circuito elétrico, é colocado próximo a uma agulha magnética orientada livremente na direção norte-sul.

Fazendo passar uma corrente pelo fio (fechando-se o circuito) a agulha se desvia, tendendo a uma direção perpendicular ao fio.

Interrompendo-se a corrente (abrindo-se o circuito) a agulha volta a se orientar na direção norte-sul.

Então, o fio ao ser percorrido por uma corrente elétrica atuou sobre a agulha magnética como se fosse um ímã colocado próximo à agulha magnética. Esse fato nos permite concluir que a corrente elétrica criou um campo magnético no espaço próximo ao fio e esse campo foi o responsável pelo desvio da agulha.

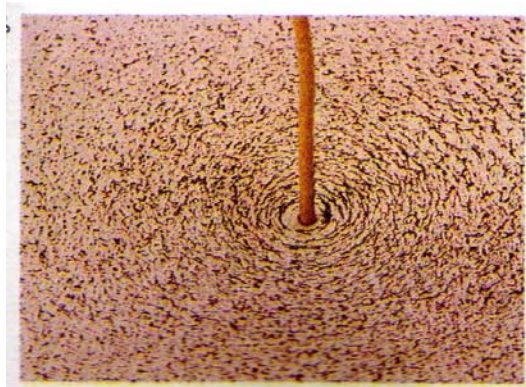
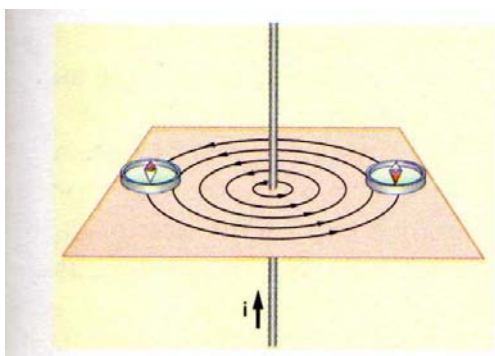
Como a corrente é o fluxo de cargas elétricas em movimento, podemos concluir que cargas elétricas em movimento criam um campo magnético. Essa conclusão constitui uma das leis fundamentais da física.

A experiência de Oersted além de explicar a origem de campo magnético serviu de base para a unificação de duas importantes áreas da física, eletricidade e magnetismo, que deram origem a um novo ramo da física; o eletromagnetismo.

É importante observar que o campo elétrico e o campo magnético têm a mesma causa: a carga elétrica. Entretanto eles são criados em diferentes situações: enquanto o campo elétrico é criado por uma carga em repouso, o campo magnético é criado por uma carga em movimento. Outra característica peculiar do campo magnético é que não existe pólo magnético isolado. Quando partimos um ímã ao meio dois novos ímãs serão formados, cada um dispoendo de um pólo norte e um pólo sul. Entretanto, as cargas de um dipolo elétrico, estrutura formada por uma carga positiva e outra negativa, podem ser separadas.

CAMPO MAGNETICO ELÉTRICO DE UM CONDUTOR

Para observar a forma do campo magnético formado nas proximidades de um condutor retilíneo sendo percorrido por uma corrente elétrica i , podemos colocar algumas bússolas em pontos próximos do mesmo. Observando a orientação das agulhas é possível verificar que ele tem a forma de círculos que têm como centro o próprio fio.

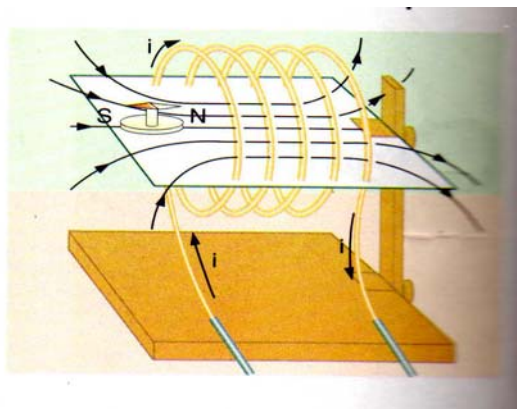


(Máximo e Alvarenga, 1997)

CAMPO DE UM SOLENÓIDE

Uma bobina, ou solenóide, é formado por um fio enrolado várias vezes tomando uma forma cilíndrica, na forma de uma mola helicoidal. Cada uma das voltas do condutor é chamada de espira. Ligando-se as extremidades da bobina a uma fonte de tensão (pilha ou bateria, por exemplo) a corrente cria um campo magnético como o que mostra a figura. Invertendo-se o sentido da corrente no solenóide o sentido do campo magnético também será invertido.

A fig mostra a visualização do campo magnético de uma bobina. Podemos observar que o campo no interior da bobina é bem mais forte que o existente na parte lateral.



(Máximo e Alvarenga, 1997)

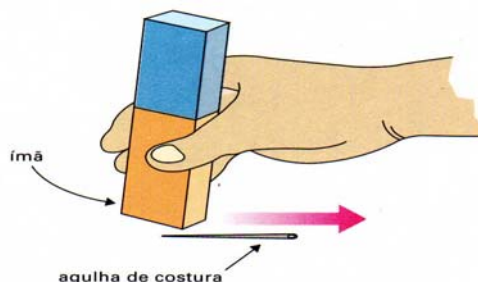
UMA EXPLICAÇÃO PARA O MAGNETISMO NA MATÉRIA

Sabemos que os elétrons de um átomo estão se movimentando em torno do núcleo. Como uma carga elétrica em movimento cria um campo magnético esse movimento dos elétrons faz com que cada molécula de uma substância se comporte como um minúsculo ímã. Na matéria em seu estado normal, esses pequenos ímãs estão orientados de maneira aleatória de modo que seus campos magnéticos tendem a se anular.

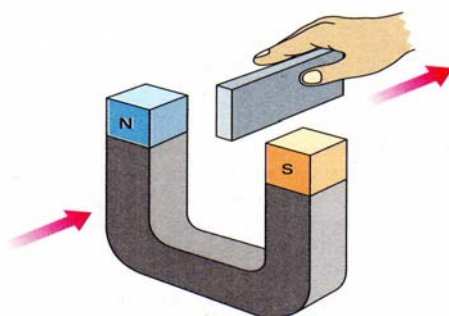
MAGNETIZAÇÃO POR INDUÇÃO

É o processo pelo qual uma substância ferromagnético adquire uma magnetização em virtude da presença de um campo magnético. Na indução os pequenos ímãs elementares são alinhados de forma que seus efeitos se somem. É através da indução que um ímã atrai corpos ferromagnéticos. Um corpo ferromagnético quando em contato com um ímã transforma-se em um ímã temporário e adquire poder de atrair outros corpos. Quando o ímã é afastado o corpo perde esta propriedade.

Podemos induzir um campo magnético em um corpo atritando-o, sempre na mesma direção, com um ímã ou fazendo-o passar no interior do campo gerado por um potente ímã. Outra forma de induzir um campo magnético é colocar o corpo no interior de uma bobina que conduz corrente contínua.



Esfrega-se um corpo em um só sentido com um ímã por um de seus pólos.



Faz-se um corpo passar pelo interior de um campo magnético muito intenso gerado por um ímã.



(Gaspar, 2002)

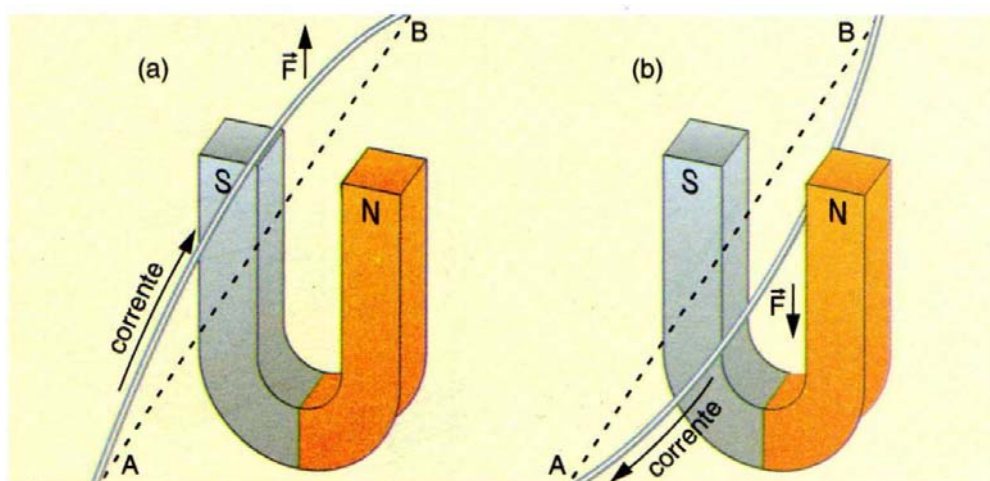
Colocando-se um pedaço de ferro no interior de um solenóide a intensidade de seu campo magnético aumenta. Isso acontece porque esse pedaço de ferro se imanta, criando um campo magnético que se soma ao campo criado pela bobina. Tal dispositivo é chamado de eletroímã. O pedaço de ferro perde sua magnetização quando é retirado do interior do solenóide.

Se partirmos um ímã cada parte se comportará como um ímã pois os pequenos ímãs elementares das partes resultantes manterão a mesma orientação do ímã que os originou. Essa propriedade é conhecida como inseparabilidade dos pólos de um ímã

Aquecendo-se ou golpeando-se um ímã permanente, ele pode perder parte de sua magnetização, isso ocorre porque a orientação dos ímãs elementares se desfaz.

FORÇA MAGNÉTICA

Sabemos que uma carga elétrica em movimento cria um campo magnético. Então, se um condutor que conduz corrente for colocado em um campo magnético ocorrerá uma interação entre este campo e o campo magnético do condutor e como consequência, uma força será exercida sobre o condutor.

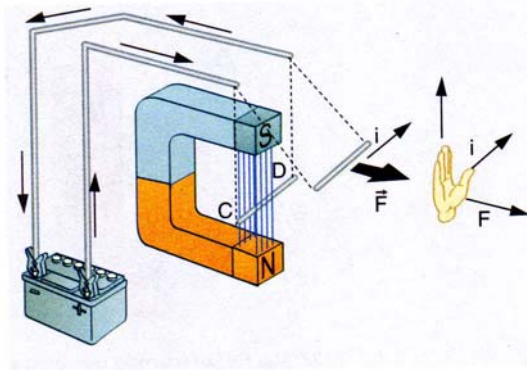


(Máximo e Alvarenga, 1997)

DIREÇÃO E SENTIDO DA FORÇA MAGNÉTICA

A direção e o sentido da força F que atua sobre um fio, percorrido por uma corrente i , colocado em um campo magnético, podem ser determinados por meio de uma regra prática chamada de regra da mão direita. Posicione sua mão direita, aberta, com o dedo polegar direcionado no sentido da corrente e os demais dedos na direção e no sentido das linhas de indução do campo magnético. A palma da mão indica o sentido da força magnética. A força magnética é perpendicular ao plano que a direção das linhas de indução faz com a reta que contém o condutor. O sentido da

força magnética será invertido sempre que forem alterados os sentidos da corrente ou do campo magnético. Observe que essas grandezas formam três planos. Quando condutor corta as linhas de indução numa direção perpendicular à linha de indução do campo magnético a força magnética é máxima. Se a direção desse movimento for paralela à direção das linhas de indução o valor da força será nulo.

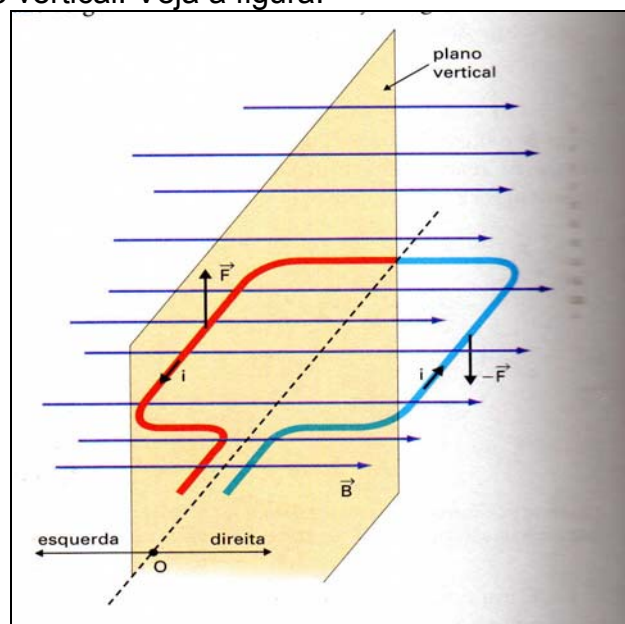


(Máximo e Alvarenga, 1997)

ESPIRA PERCORRIDA POR CORRENTE ELÉTRICA

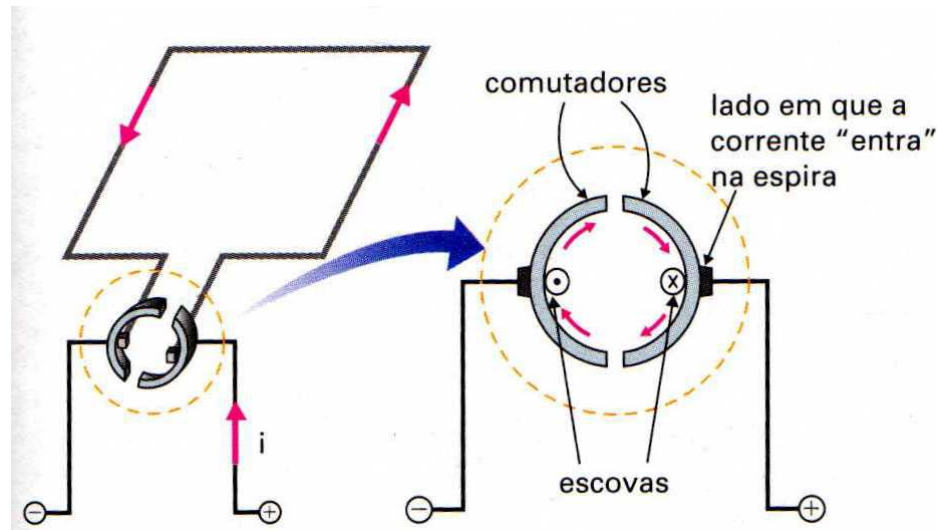
Uma espira é um fio condutor plano, em geral circular ou quadrado. Quando percorrida por uma corrente elétrica i , estando convenientemente imersa em um campo magnético, ela sofre a ação de forças que tendem fazê-la girar em torno de seu eixo: é o efeito motor.

Para obter um movimento contínuo de rotação é necessário que o sentido de F e $-F$ se inverta assim que a espira atravesse o plano vertical, mantendo constante o seu sentido de rotação. Para se inverter o sentido das forças é necessário inverter o sentido da corrente cada vez que a espira passa pelo plano vertical. Veja a figura:



(Gaspar, 2002)

Na prática isso é conseguido fixando-se aos terminais da fonte de força eletromotriz dois contatos, que tem a forma de semelhante a um anel cortado ao meio, estando cada parte ligada a uma das extremidades e isoladas eletricamente uma da outra. Essa peça é chamada de comutador e está ligada aos terminais da espira por meio de escovas (contatos deslizantes). Veja a figura:



(Gaspar, 2002)

O efeito motor é a base de funcionamento de todos os tipos de motor de corrente contínua como motor de arranque de automóveis e motor que aciona carrinhos de brinquedos. Entretanto, a maioria dos motores utilizados em nossas casas e em indústrias é alimentada por corrente alternada. Os motores de combustão interna, como os motores a gasolina (máquinas térmicas) ainda são muito utilizados porque ainda não se conseguiu desenvolver uma fonte portátil de energia elétrica (bateria) eficiente que acione o motor elétrico capaz de mover o veículo.

Referências Bibliográficas

Máximo, A. e Alvarenga B., *Física*, Ed. Scipione, São Paulo, 1997.

Gaspar, A. *Física* vol.3, Ed. Ática, S. Paulo, 2002.

Silva e Lopes, *GRAF*, 2003, <http://axpfep1.if.usp.br/~gref/eletromagnetismo.html>

Santos, W., M., S, *Teoria cognitivista da aprendizagem significativa*, In: PROMED, SEE-RJ / CCMN / IF-UFRJ, FUNDAMENTOS DE PSICODIDÁTICA PARA O ENSINO DA FÍSICA, 2005.

ANEXO 6: Demonstração programada : INVESTIGAÇÃO COM IMÃS E BOBINAS

Para realizar essa tarefa serão necessárias uma bússola, dois imãs, duas pilhas comuns, uma bobina (que é de cobre esmaltado enrolado) e limalha de ferro.

ROTEIRO

1. Aproxime um imã de outro e observe o que acontece.
2. Aproxime um imã de uma bússola e descubra os seus pólos norte e sul. Lembre-se que a agulha da bússola é também um imã e que seu pólo norte é aquele que aponta para a região norte.
3. Coloque o imã sobre uma folha de papel e aproxime a bússola até que sua ação se faça sentir. Anote o posicionamento da agulha no local da bússola. Repita para várias posições.
4. Coloque sobre o imã essa folha de papel na mesma posição anterior e espalhe sobre ela limalha de ferro. Observe a organização das limalhas e compare com os desenhos que indicavam o posicionamento das agulhas.
5. Ligue a bobina à pilha utilizando fios de ligação. Aproxime um imã e observe o que acontece.
6. No mesmo circuito anterior, aproxime uma folha de papel ou de cartolina contendo limalha de ferro e verifique o que ocorre com a limalha.

ANEXO 7: AVALIAÇÃO QUALITATIVA

SECRETARIA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO
COLÉGIO ESTADUAL RUY BARBOSA
AVALIAÇÃO FINAL
Elidiomar 20/10/05

ALUNO:
DATA

TURMA

Nº

1) O que são imãs?

2) Uma pessoa está usando uma bússola magnética para se orientar, mas existe, nas proximidades, um fio no qual passa uma corrente elétrica de grande intensidade. Você acha que a bússola indicará à pessoa a orientação correta? Por quê?

3) Um solenóide (bobina), percorrido por uma corrente, é suspenso por um fio de modo a poder girar livremente. Esse solenóide se orientará sempre ao longo de uma dada direção? Por quê?

4) Um fio metálico FG tem suas extremidades presas a dois suportes isolantes. O fio está eletrizado uniformemente com uma carga positiva. Este fio estabelecerá no espaço em torno dele:

- a) um campo elétrico?
- b) Um campo magnético?

5) Eletrizado positivamente, um fio de cobre foi colocado em repouso entre os pólos de um imã. O campo magnético do imã exerce uma força sobre esse fio? Por quê?

6) Quais os principais componentes de um motor elétrico?

7) Descreva os principais fenômenos físicos em que se baseia o funcionamento do motor elétrico.