

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**



**O ENSINO DE ELETROMAGNETISMO UTILIZANDO DE
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS**



03752021

Agnis Rosani Wobrich
Prof. Dr. José de Pinho Alves Filho
Orientador

Monografia apresentada no Curso de Especialização em Ensino de Física na UFSC, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Física.

Florianópolis (SC)

Abril – 2001.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

“O ensino de eletromagnetismo utilizando atividades experimentais”

**Monografia submetida ao Colegiado do
Curso de Especialização em Ensino de
Física do Centro de Ciências Físicas e
Matemáticas em cumprimento parcial para a
obtenção do título de Especialista em
Ensino de Física.**

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 26/04/2001

Dr. José de Pinho Alves Filho - Orientador

Dr. Carlos Alberto Kuhnen - Examinador

Prof. Dr. Maurício Pietrocola
Coordenador CCEEF/CFM/UFSC

Agnês Rosani Wobrich

Florianópolis, Santa Catarina, abril de 2001.

AGRADECIMENTOS

A realização pessoal e profissional, se dá por completo quando fazemos de modo competente aquilo que gostamos. Este trabalho é fruto de muita dedicação, permitindo o sucesso do mesmo de maneira absoluta em todos os sentidos da vida.

Agradeço ao professor Dr. José de Pinho Alves Filho, pela excelente orientação e acompanhamento para que este estudo acontecesse;

Ao professor Maurício Pietrocola pela coordenação deste curso;

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Ensino de Física o meu carinho e minha gratidão, pois souberam, além de nos transmitir seus conhecimentos, transmitir também suas experiências de vida;

À professora Terezinha de Fátima Pinheiro pelo incentivo e apoio dedicado durante o curso;

À secretária Sandra pela dedicação durante o curso.

À minha família pelos momentos em que, na minha ausência, souberam respeitar e valorizar meu esforço.

Aos colegas de curso, em especial, Janete, Eleani, Rosana, César e Adriano que juntos escrevemos uma parte de nossa história, lutamos... vibramos... brincamos... sorrimos e choramos. Partimos com as doces lembranças dos momentos vividos e borracha alguma vai apagar o registro da amizade que construímos. O meu abraço carinhoso e a esperança do reencontro.

Aos amigos, pela torcida.

À UFSC, que possibilitou a realização do curso.

A todos vocês "Muito Obrigado".

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	II
SUMÁRIO	III
RESUMO	IV
INTRODUÇÃO.....	01
CAPÍTULO I.....	03
O Ensino da Física no Ensino Médio	03
1.1. O Ensino da Física numa Perspectiva Construtivista	08
1.2. Uma Proposta Metodológica	10
CAPÍTULO II.....	15
Aplicação da Sequência Didática	15
2.1. Análise da Aplicação da Sequência Didática	31
CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXOS	
Anexo I – Plano de Ensino	
Anexo II – Relatórios dos alunos	
Anexo III – Diário de Registro	
Anexo IV – Texto e Bússolas e Ímãs	
Anexo V – Texto Oersted	
Anexo VI – Atividades dos alunos Aula 7	

RESUMO

Este trabalho que está sendo entregue surgiu da necessidade de se repensar a atual forma de ensinar Física, tendo em vista a maneira como os alunos encaram as atividades em sala de aula. A metodologia encontrada hoje nas escolas apresenta-se pouco eficaz para a construção de um conhecimento mais elaborado. Várias propostas vêm colaborando para esta transformação didática que propõem um ensino que relaciona conhecimento científico com o meio em que vive o educando dentre elas a Proposta Curricular de Santa Catarina (1998). Então a proposta metodológica usada foi a adoção da atividade experimental numa Sequência Didática, como instrumento de ensino. Sua função é ser mediadora do diálogo construtivista entre professor, estudante e conhecimento científico. O uso desta ferramenta propiciou um enfoque construtivista para o ensino da Física. Enfatiza-se que a atividade experimental pode ser um instrumento metodológico que auxilie o professor no processo ensino-aprendizagem. Assim é apresentada uma seqüência didática para o Eletromagnetismo, na qual as atividades experimentais são trabalhadas dentro das categorias propostas por Pinho Alves (2000).

INTRODUÇÃO

O momento educacional vigente é permeado de dúvidas, questionamentos e incertezas quanto ao ato de ensinar e aprender. Encontramos escolas preocupadas em *dinamizar os conteúdos e métodos*; algumas, tentam encontrar livros didáticos que melhor se adaptam à realidade de seus alunos; outras, porém, primam pela avaliação e as técnicas de ensino. Enfim, todas passam por um momento de reconstrução do saber como forma de melhor atender e compreender o aluno em suas múltiplas maneiras de aprender.

Frente a situações como essa, nossa principal preocupação como educadores é com os sujeitos/ educandos e suas angústias nas salas de aula.

Conhecendo a diversidade de encontros e desencontros porque passou a escola no decorrer da história, esta tenta direcionar-se para práticas mais significativas e consistentes, que estejam *ligadas à vida dos educandos*, como forma de contemplar suas necessidades, bem como valorizar as experiências que eles têm, e o saber que já possuem antes mesmo de ingressarem na escola.

Valorizando aspectos como estes, onde o educando aprende o mundo experimentando, observando, dialogando, é que propomos uma mudança na atual forma de ensinar Física. A partir de uma nova técnica de aprendizagem, onde os educandos têm a oportunidade de participarem do desenvolvimento do *conhecimento* e apropriar-se dele podendo então, modificar o meio no qual estão inseridos.

Este instrumento de ensino proposto, além de *reconstruir o processo da aprendizagem*, propõe dinamicidade nas aulas, participação, diálogo, criticidade, observação, construção, uma vez que, a partir dela, os alunos tornam-se sujeitos do processo de ensino-aprendizagem. Professor e aluno participam juntos em uma troca de experiências, pois ambos fazem parte do mesmo processo.

O instrumento de ensino com o qual nos propomos a trabalhar, fundamenta-se na certeza de que o ensino médio caracteriza-se pela solidificação e ampliação dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, com a introdução de novos conceitos, ao início da sistematização dos conceitos físicos do aluno e pela aplicação da Física em situações mais complexas. Pode-se dizer que é nesse período que começa a explicitação para o aluno, da estruturação da Física. Não com a apresentação sistemática e excessiva de demonstrações rigorosas, mas pela organização do assunto de maneira a respeitar uma lógica interna, suas linhas de desenvolvimento, a interdependência entre as diversas partes e o relacionamento entre a teoria e a prática.

Este trabalho – “O Ensino de Eletromagnetismo utilizando de Atividades Experimentais”- pretende ser uma contribuição no sentido de que a atividade experimental, numa Seqüência Didática dentro do Eletromagnetismo, possa auxiliar no processo de construção do conhecimento mais elaborado para a compreensão do mundo em que vivemos.

O objetivo é, através da atividade experimental no ensino de Física, auxiliar o estudante oportunizando a construção de seu próprio conhecimento, criticando, levantando hipóteses e discordando, para contribuir na melhoria da aprendizagem. O trabalho teve como suporte teórico o construtivismo e como instrumento de ensino a atividade experimental, propondo uma Seqüência Didática dentro do Eletromagnetismo.

CAPÍTULO I

O Ensino de Física no Ensino Médio

A educação brasileira vive atualmente um momento muito importante e, como tal, busca alternativas para a construção de um novo cidadão e de uma nova sociedade. Um cidadão que esteja preparado para enfrentar os desafios de um novo tempo que já se faz presente; um cidadão capaz de compreender em suas múltiplas dimensões, o contexto em que está inserido, relacionando-se neste mundo em constantes transformações. O período do operário, que repetia sempre as mesmas tarefas mecanicamente, chegou ao fim. Assim, formar o novo cidadão, tendo em vista os novos desafios colocados, pressupõe também um novo ensino em seus distintos níveis.

Cientes dessa realidade e também da função social da escola, percebemos a importância de repensar e redimensionar o “fazer educacional”. Nessa perspectiva, é preciso analisar de que forma o conhecimento que a escola veicula, chega ao aluno-cidadão e como este repercute no seu cotidiano.

Pesquisas têm mostrado que, de um modo geral, nesse nível prevalece uma grande preocupação em ensinar ao aluno os conteúdos básicos que são cobrados no vestibular.

Tais conteúdos devem ser relevantes do ponto de vista social, uma vez que se constituem em subsídios para que o educando possa compreender o seu cotidiano, interpretar o mundo à sua volta e, a partir dessa compreensão, buscar uma vida qualitativamente melhor.

A Proposta Curricular de Santa Catarina – Física(1998;142) corrobora nossos argumentos ao enfatizar que:

“... A Física para o ensino médio tem se reduzido a um treinamento para a aplicação de fórmulas na

resolução de problemas artificialmente formuladas ou simplesmente abstratos. (...) o que reforça tal tipo de ensino é a expectativa de que sirva como preparo eficiente para exames vestibulares, de acesso ao nível superior”.

Esta pesquisa, busca refletir as questões levantadas anteriormente, focalizando a 3ª série do ensino médio, mais especificamente o ensino de Física. Enfatiza-se a importância do ensino de Física nesta fase, pois atualmente o estudante se depara com situações que resultaram de extraordinários avanços científicos e tecnológicos. Não podemos esquecer que a escola é para uma grande parcela da população a principal ou, talvez, a única possibilidade de acesso a essas novidades científicas, que têm influenciado de maneira significativa o seu dia-a-dia. Como afirma Angoti & Delizoico nesse contexto, o ensino de Física torna-se uma das únicas possibilidades de contato formal com o conhecimento, ou seja:

“(...) estatísticas indicam que um percentual significativo de educandos egressos do 2º grau não ingressa no 3º grau, o que vem caracterizando cada vez mais fortemente o 2º grau como nível terminal de escolaridade, e não apenas como fase de transição”.
(Angoti & Delizoico 1990;13)

Há pouco tempo atrás, concebíamos que ensinávamos para alunos “ideais” ou seja, para sujeitos que pertenciam a um perfil universal de aluno. Porém, ao passarmos a interpretar o educando como sujeito social que participa na construção do seu espaço histórico/cultural, deixamos para trás aquela visão de aluno “ideal”, de um ser universal, e passamos a focalizar em nossos espaços escolares a diversidade de sujeitos, de culturas, de idéias e de valores, protagonizados por diferentes educandos e educadores, com seus respectivos contextos.

Apesar deste entendimento, diversos problemas podem ser focalizados e dificultam a melhoria do ensino de Física. Vivenciamos um predomínio de aulas excessivamente expositivas e livrescas, que dicotomizam teoria e prática, tornando a área desinteressante e reforçando a visão dogmática de conhecimento científico. Os professores de Física buscam atentamente uma forma para repensar a ação pedagógica como um todo, angustiam-se e se vêm barrados, pois são frutos de uma formação tradicional.

Estudos revelam que o ensino de Física desenvolveu-se e foi levado à prática durante muitas décadas, baseado no modelo da simples transmissão passiva de conhecimento de um indivíduo “que sabe” (professor) para um indivíduo “que não sabe” (aluno).

Os PCNs – CIÊNCIAS (1998;19) enfatizam que:

“... Aos professores cabia a transmissão de conhecimentos acumulados pela humanidade, por meio de aulas expositivas, e aos alunos, a absorção das informações. O conhecimento científico era tomado como neutro e não se punha em questão a verdade científica. A qualidade do curso era definida pela quantidade de conteúdos trabalhados. O principal recurso de estudo e avaliação era o questionário, ao qual os alunos deviam responder detendo-se nas idéias apresentadas em aula ou no livro-texto escolhido pelo professor”.

Dessa forma, os conteúdos de Física expostos pela escola, de um modo geral, são concebidos como um conhecimento verdade, não respeitando os diferentes saberes que os educandos trazem do seu meio sócio-cultural.

A constatação desta realidade, tem contribuído significativamente para problematizar o paradigmático ensino de Física no ensino médio, colocando questões fundamentais para a reavaliação desta prática educacional.

Com o desenvolvimento científico e tecnológico avançando a passos largos em nossa sociedade, não é possível pensarmos na formação de sujeitos

acríticos, bem como, aceitarmos e continuarmos com a escola alienada e desprovida da realidade. É necessário levar aos educandos a Física dentro do seu contexto, com o intuito de garantir-lhes a interação com o universo que os cerca, para que possam lê-lo e interpretá-lo através de um ensino de Física vinculado às suas experiências e, portanto, que lhe seja significativo.

Nesta perspectiva, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) – Ensino Médio (1998;10), propõem que a educação, “... *efetivamente propicie um aprendizado útil à vida e ao trabalho, no qual as informações, o conhecimento, as competências, as habilidades e os valores desenvolvidos sejam instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento pessoal ou de aprendizado permanente.*”

Para que isso ocorra, faz-se necessário repensarmos também a formação dos professores para esta área de ensino, uma vez que necessitam apropriar-se do conhecimento, enquanto objeto de ensino, articulando a este conhecimento, um marco pedagógico-educacional, que lhes possibilitem propor e desenvolver um ensino de Física mais significativo.

Heineck - (1999;231) entende que:

“O profissional do ensino formado nas instituições de ensino superior deve ter consciência de seus direitos e deveres, ser comprometido com a transformação social, inteirado com a organização escolar e sua ação pedagógica, compreendendo seus vínculos com a prática social. Esse professor, se envolvido com o ensino de Física, deve estar alerta contra as estratégias de ensino-aprendizagem que excluem as idéias prévias dos estudantes como bases marginais ao processo de ensino”.

Assim o verdadeiro ensino de Física no ensino médio deverá vincular instrumentos de ensino e conteúdos, sem jamais priorizar o isolamento dos conteúdos em si mesmos devendo, portanto, estabelecer uma ponte entre estes e as demais disciplinas, e destas com o meio sócio-cultural do educando.

Impõem-se ao ensino de Física no Ensino Médio grandes desafios que passam pela necessidade de se repensar a metodologia de ensino. O que temos hoje, salvo algumas exceções, é uma prática de ensino em que se resume exigir dos alunos extensas memorizações de regras e fórmulas.

Assim, os conteúdos de Física estudados, assumem um caráter fragmentado pois, enfatizando especialmente a vasta terminologia, distanciam-se da realidade vivencial do educando, reduzindo-se a uma abordagem superficial, na grande maioria das vezes, sem qualquer aplicação cotidiana.

A atual problematização que se faz ao ensino de Física no Ensino Médio, resulta de inúmeros fatores. Entre eles, o que compete sinalizar as lacunas deixadas na própria formação dos professores que, muitas vezes, acabam estimulando-os a deixar em segundo plano alguns conteúdos físicos do programa de ensino.

Outro fator relevante é que o conhecimento físico é diferente do conteúdo escolar, existindo um processo de modificação que ocorre quando determinado elemento do conhecimento sai da esfera da ciência dos cientistas e passa a ser um elemento de ensino da ciência da escola.

“As transformações sofridas por determinado elemento do conhecimento ao sair da esfera do “saber sábio” até se tornar elemento ou objeto do saber escolar, promovidas por mecanismos gerais de pressão, é denominada de Transposição Didática” .(Astolfi, apud. Pinheiro, 1996; 45)

A Transposição Didática permite a distinção de três estágios de saber até chegar ao aluno: o “saber sábio”, constituído pelo produto da atividade científica; o “saber a ensinar” um conteúdo de ensino, ou seja, o que se encontra nos programas e livros didáticos; e o “saber ensinado”, comunicado em sala de aula pelo professor.

Uma das principais preocupações do ensino de Física é a formação de um comportamento científico frente ao mundo. Ou seja, despertar no educando uma forma diferente de “ver e entender” os fenômenos físicos e a maneira como pode relacionar-se com os mesmos.

Ao estudarmos um pouco mais sobre a apropriação do conhecimento, percebemos que o ensino de física deverá estar vinculado à vida do grupo, uma

vez que o conhecimento prévio, ou senso comum, poderá trazer importantes contribuições no processo de apropriação do conhecimento científico por parte do educando.

Os PCNs – Física (1998;50) esclarecem esta relação como: “... é imprescindível considerar o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima ou distante, os objetos e fenômenos com que efetivamente lidam, ou os problemas e indagações que movem sua curiosidade”.

Sabemos que, dos conteúdos físicos ministrados na escola, boa parte deles não se relacionam ao cotidiano do educando. O conhecimento prévio dos mesmos para alguns professores é insignificante, o que faz com que os estudantes percebam que há um distanciamento entre o que é vivenciado no dia-a-dia e o que a escola lhes apresenta.

Frente a esta situação, o fortalecimento do ensino de Física no ensino médio, está diretamente ligado à formação dos professores e ao entendimento que a metodologia é um desdobramento da compreensão do conhecimento científico, que o professor adquiriu ao longo do seu processo de atuação e formação sobre o conhecimento em Física.

1.1. O Ensino de Física numa Perspectiva Construtivista

Com a constatação que o aluno chega à escola com conceitos diferentes dos científicos, mas que os mesmos abandona, substitui ou reestrutura aos poucos durante o processo ensino aprendizagem por concepções cientificamente aceitas, será necessário que o professor abandone as práticas tradicionais, e adote um novo paradigma epistemológico. Esta pesquisa teve como principal desafio a reflexão às questões acima postas nas dimensões da nossa prática pedagógica, enquanto professor do Ensino Médio, buscando uma melhoria no ensino de Física, de forma particular à 3ª série do Ensino Médio. Propomos uma Sequência Didática, baseada numa perspectiva construtivista com uma abordagem piagetiana.

Afirma Goulart (apud. Moraes,1998;15) que a base do construtivismo é fundamentada em que “cada criança constrói, ao longo do processo de desenvolvimento, o seu próprio modelo de mundo”, e Moraes (1998;16), reforça tal pensamento, afirmando que “toda a ciência se resume em procurar respostas a problemas e a construir teorias sobre a forma em que o mundo funciona, levando a uma compreensão cada vez mais profunda e completa da realidade em que se vive”.

Nessa perspectiva construtivista, a Física, como uma ciência, proporciona ao aluno a oportunidade de pensar, refletir, questionar sobre o mundo que o cerca; e o objeto de estudo desta ciência, tem como partida e foco principal o questionamento em torno disso.

Para Moraes (1998), uma das principais funções do professor construtivista, é questionar, perguntar, levantar dúvidas que levem à exploração e à ação. Assim não podemos deixar de lembrar que num primeiro momento este questionamento parte do professor; em seguida, os próprios alunos se encarregam de fazê-lo.

Isso leva a enfatizarmos que dentro de uma perspectiva construtivista, a valorização do conhecimento prévio dos alunos, adquiridos por eles no meio sócio-cultural , é de fundamental importância, pois é nesse momento que surgem o choques de conceitos prévios com os conceitos cientificamente aceitos, cabendo ao professor mediar o processo, para que o educando faça a reestruturação do antigo saber, com as novidades e rupturas que ele acarreta.

Assim, constata-se que esta construção está ligada à teoria piagetiana que, segundo ela, o conhecimento não pode ser concebido como algo pré-determinado pelas estruturas internas do sujeito, nem pelas características do objeto. Todo conhecimento resultaria de interações que se produzem entre o sujeito e o objeto. A troca inicial entre sujeito/objeto se daria a partir da ação do sujeito. (Piaget;1990)

Possibilitar um ensino de Física mais significativo ao educando, é atender ao que recomenda Piaget, quando enfatiza:

“A primeira dessas condições é naturalmente o recurso aos métodos ativos, conferindo-se especial

relevo à pesquisa espontânea da criança ou do adolescente e exigindo-se que toda verdade a ser adquirida seja reinventada pelo aluno ou pelo menos reconstruída e não simplesmente transmitida.(...) compreender é descobrir, ou reinventar através da descoberta”. (Piaget,2000;15-17)

Com isso, podemos afirmar que o educando só aprende e compreende efetivamente, quando ele estiver envolvido ativamente na construção do seu próprio conhecimento, através de atividades experimentais que ofereçam oportunidades de relacioná-las com algum fenômeno.

Moraes (1998) reforça que a área de ciências deve oferecer oportunidades ao aluno de vivenciar nas atividades experimentais, o processo da construção do conhecimento, e desenvolver uma atitude científica através da investigação.

1.2. Uma Proposta Metodológica

Uma proposta de metodologia para o ensino de Física seria a presença do laboratório didático no processo de ensino-aprendizagem com a realização de atividades experimentais. Mas esse ensino nas escolas, quando existe, é apresentado aos alunos como experimentação, o que leva a questionar a sua validade quanto a melhoria da aprendizagem.

Segundo Pinheiro:

“A experimentação é apresentada ao aluno como um elemento de demonstração ou apenas como evidência empírica da validação de uma teoria ignorando a construção teórica que a precedeu, o contexto problemático ao qual está vinculado e, geralmente, reforçando a interpretação ingênua de que a teoria é um retrato fiel da realidade” (Pinheiro, 1996;97).

Assim, Borges (1997) salienta que muitas das atividades práticas realizadas nas escolas não são importantes para os estudantes pois, tanto o problema como o procedimento são previamente determinados. Outro fator determinante é que o uso de equipamentos só encontrados nos laboratórios, torna o ensino distante da realidade do aluno, e a complexidade das montagens, constitui-se também numa barreira para que o estudante compreenda as idéias e conceitos envolvidos nas atividades práticas.

Não quer dizer que as atividades experimentais sejam desnecessárias ou descartadas sem conseqüência, nem é necessário que se tenha um laboratório estruturado, mas sim é fundamental que haja um planejamento bem definido e clareza dos objetivos (Borges 1997).

Pinho Alves (2000) afirma que o laboratório didático poderia ser mais eficiente se trabalhado dentro da linha construtivista. Atividades experimentais ligadas ao fenômeno didático, sob a orientação do professor, iriam mediar e desencadear um diálogo construtivista em sala de aula.

Nesta proposta de trabalho, levou-se em consideração as reflexões anteriormente efetuadas pelos autores citados. Portanto, seguiu-se a fundamentação teórica construtivista que o conhecimento resulta das interações entre o sujeito/objeto (Piaget), e tem-se por objetivo, elaborar uma seqüência didática, que terá como suporte metodológico, atividades experimentais ancoradas no trabalho “Atividades experimentais: do método à prática construtivista” (Pinho, 2000). Nele estão relacionadas as atividades experimentais, como fundamentais para o processo ensino-aprendizagem e classificadas em sete categorias:

– *Atividade Experimental Histórica*

Neste tipo de atividade experimental, o professor terá a oportunidade de reconstituir o cenário histórico, ligando-o ao saber sábio, visando diminuir ao máximo as características dogmáticas presentes no saber a ensinar, pois grande

parte do conteúdo estudado em Física, tem sua contextualização histórica omitida durante o processo de Transposição Didática.

No processo de Transposição Didática do saber ensinado, o atributo da recontextualização histórica permite criar um cenário didático rico e diversificado. Ao contextualizar a presença de um problema presente na comunidade científica, é possível ao professor reforçar comentários referentes aos mecanismos de produção do saber sábio, favorecendo a discussão sobre os métodos de investigação, as “observações” intencionais, as respectivas interpretações, conflitos científicos e pessoais entre os personagens. Esta atividade experimental vai oportunizar um discurso sobre a importância da pesquisa básica e o que significa pesquisar “coisas” que no momento não tem aplicação, mas que no futuro, possam responder a problemas específicos do saber sábio e poderão ser parte de respostas mais amplas ou aplicações tecnológicas.

- Atividade experimental de compartilhamento

No campo didático, primeiro deve ser feita a negociação do objeto de estudo para depois haver o compartilhamento da adoção de uma mesma linguagem.

Durante o processo de ensino-aprendizagem muitas das dificuldades que ocorrem, têm sua origem nas diferentes interpretações que os educandos elaboram sobre o que vêem. Cabe ao professor a realização de uma atividade experimental que favoreça uma apresentação coletiva, facilitando a indução didática na direção de que todos passem a ver e interpretar “a mesma coisa da mesma forma”, ou seja, impondo a mesma linguagem.

Assim, o professor terá o papel de promover a respectiva indução didática, aceitando as proposições livres dos estudantes e orientando o diálogo na direção de proposições mais universais e de aceitação coletiva.

- *Atividade Experimental Modelizadora*

A Física, como ciência, estrutura-se em teorias que permitem a construção provisória de modelos, e estes, têm sua vida ligada ao poder de respostas adequadas e aceitas pela comunidade científica, na esfera do saber sábio, que ao mostrar-se inadequada para explicar um conjunto maior de eventos, é substituído.

Pinheiro (1996) em seu trabalho, discute como os cientista constróem os modelos teóricos, por meio dos quais tentam melhor compreender a natureza e indica a possibilidade da utilização da modelização como estratégia de ensino.

- *Atividade Experimental Conflitiva*

O educando, através da interação sócio-cultural por meio de experiências, produz e acumula informações, que permitem construir suas explicações sobre o mundo que o cerca.

Durante o processo didático, o professor solicitando alguma explicação aos estudantes referente a um evento físico, os mesmos explicarão utilizando-se como base nas idéias prévias adquiridas por eles no ambiente extra-escolar.

Durante a atividade experimental, as concepções dos estudantes entram em conflito com as concepções formais da ciência. Cabe ao professor viabilizar o conflito, encadeando o diálogo construtivista, no sentido de mostrar a inadequação e limitação de suas explicações pessoais, direcionando o estudante a aceitar e dominar a concepção científica pela reestruturação de suas idéias prévias.

- *Atividade Experimental Crítica*

Essa atividade experimental é de extrema importância no diálogo construtivista. Portanto, é preciso que se consiga mostrar explicitamente as diferenças entre as grandezas envolvidas de forma mais clara possível. Na Física, existem alguns conceitos ou definições que guardam entre si uma

diferença extremamente sutil, do ponto de vista científico, sendo que o estudante no dia-a-dia faz uso de uma ou de outra definição, para explicar a mesma situação de forma indiscriminada.

- *Atividade Experimental de Comprovação*

Ela tem como objetivo comprovar leis físicas, verificar previsões teóricas e exercitar o método experimental. Dentro de uma concepção de ensino construtivista, ela poderá ser usada para confirmação da teoria elaborada, após ter ocorrido o processo de aprendizagem com o compartilhamento de variáveis na construção de modelos.

Funciona como um exercício tradicional, só que mais rico, pois adiciona a manipulação e o procedimento do método experimental. Não é novidade o fenômeno físico para o estudante, mas deve atuar como suporte fenomenológico para dar validade e comprovar a teoria aprendida em situações novas.

- *Atividade Experimental de Simulação*

É aquela realizada via mídia (computador, vídeo, etc.) onde estão ausentes as montagens, instrumentos e/ou outros objetos concretos.

Ela se restringe ao uso de equipamentos de mídia e dos respectivos softwares.

CAPÍTULO II

Aplicação da Seqüência Didática

A proposta de ensino construtivista, que fundamenta este trabalho, descrita anteriormente no Capítulo I, de acordo com os propósitos educacionais de que o ensino de Física deve estar mais próximo do dia-a-dia do aluno deram fundamentação e nortearam uma intervenção realizada em sala de aula, com estudantes do 3º ano do ensino médio, da Escola de Educação Básica Professora Geni Comel, Chapecó-SC, no período letivo de novembro a dezembro de 2000. A seguir apresentamos a proposta que foi construída e o contexto em que se desenvolveu.

Tomando como pressuposto o que foi discutido no capítulo anterior foi proposta uma Seqüência Didática, para desenvolver os conteúdos de Eletromagnetismo da disciplina de Física no Ensino Médio.

As atividades experimentais são utilizadas como um instrumento de ensino, e sua função é ser mediadora do diálogo construtivista entre professor, estudante e conhecimento científico; são por meio delas que os conteúdos são sistematizados. Os conteúdos da Seqüência Didática aplicada, já fazem parte do programa, e encontram-se presentes em alguns livros didáticos referentes a esta série.

Apresentamos a seguir a Seqüência Didática aplicada e elaborada com base no plano de ensino de 2000 desta série, (anexo I).

- Histórico do Magnetismo
- Terra, Bússola e imã: Interação Magnética
- Campo Magnético
- Eletromagnetismo (Experiência de Oersted)

- O Campo Magnético num fio retilíneo, numa espira e num solenóide.
- Força Magnética sobre um condutor percorrido por uma corrente (motor elétrico).
- Lei de Faraday (geradores de corrente alternada).

Vale ressaltar as inúmeras possibilidades para se desenvolver estes conteúdos e aqui será apresentada uma delas, além da Seqüência Didática estar mais próxima do processo de construção do conhecimento científico, pois rompe-se com forma tradicional, apresentando-se primeiro atividade experimental seguida da parte teórica, levando o educando à compreensão dos fenômenos em estudo com o dia-a-dia.

Assim, a elaboração da seqüência didática aconteceu com o intuito de facilitar o processo ensino-aprendizagem do educando, a qual parte de atividades experimentais, que serão trabalhadas em grupos (seis grupos com 4 componentes cada) nas categorias de “atividade experimental de compartilhamento e atividade experimental histórica”, que foram induzidas através do diálogo didático pelo professor.

A atividade experimental de compartilhamento foi escolhida, pois ela proporciona ao professor a capacidade de induzir os educandos a usarem a mesma linguagem, sendo que muitas das dificuldades que ocorrem durante o processo de apropriação de conhecimento mais elaborado, são decorrentes das diferentes interpretações que os estudantes trazem para a sala de aula.

A opção pela atividade experimental histórica é decorrente da oportunidade oferecida ao professor de resgatar a perda do contexto histórico original em que o respectivo saber foi elaborado, que não é encontrado nos livros de ensino médio.

As atividades experimentais foram desenvolvidas pelos estudantes em pequenos grupos e ao professor cabia mediar a seqüência das atividades através de um diálogo didático para o auxílio da elaboração das hipóteses onde, no final da atividade, pudessem construir concepções que se aproximem mais do conhecimento científico.

As observações ou dados que foram alvo para registros durante a aplicação da seqüência didática foram opiniões, críticas, levantamento de hipóteses, através da participação dos alunos durante as aulas. Para a coleta desses dados foram utilizados os relatórios elaborados (anexo II) pelos alunos em grupos durante as atividades experimentais recolhidos no final de cada aula. Ainda no final de cada aula foi feito pelo professor um diário de registros(anexo III) do que ocorreu durante a aula para :

- Verificar se uma atividade experimental contribui para melhor compreensão do conhecimento físico por parte do estudante.
- Verificar se através da atividade experimental o estudante consegue relacionar o fenômeno físico com os fenômenos ligados ao seu dia-a-dia.
- Proporcionar condições para a construção e aprendizagem de conceitos científicos.

1ª e 2ª aulas : Tempo de duração de cada aula 45 minutos.

No início da aula foi exposto aos alunos que se tratava da aplicação de uma Seqüência Didática, onde esta unidade faria parte de um projeto de pesquisa e que as aulas teriam um encaminhamento diferente das aulas tradicionais até o momento realizadas. Demonstraram-se ansiosos, pois trabalhariam com atividades experimentais. O objetivo das aulas era fazer com que os alunos aprendessem como se utiliza uma bússola. Os alunos reuniram-se em seis grupos com 4 componentes cada, onde foi distribuído uma bússola para cada grupo, seguido de um questionamento sobre o conhecimento e uso da mesma.

- Vocês já conhecem uma bússola?

A maioria dos alunos responderam que não conheciam uma bússola.

- Para que serve?

Alguns alunos responderam que aprenderam em Geografia que era para se orientar.

- Como funciona?

Três alunos somente sabiam como funcionava a bússola.

Após a discussão do funcionamento da bússola e sua utilização foram entregues para cada grupo 2 cópias do texto “Bússola e Imãs” do livro Física e Realidade (anexo IV), que foi lido e discutido primeiro em grupo, depois com todos os alunos .

3ª Aula – Tempo de duração da aula 45 minutos.

Inicialmente foi feita uma rápida revisão do que foi visto na aula anterior, como reforço para melhor compreensão dos conteúdos posteriores. Em seguida, os alunos organizaram-se em seus grupos para ser distribuído o material das atividades experimentais.

Atividade experimental 1: Explorando o Imã

As atividades foram usadas como uma atividade experimental de compartilhamento, e são categorizadas assim, pois os alunos devem igualmente ter o mesmo entendimento como: que os imãs atraem materiais que contém ferro, aço, cobalto ou níquel (sozinhos ou combinados); que a força da atração ou de repulsão entre dois imãs ou entre um imã e uma bússola existe devido à magnetização deles (força magnética entre dois objetos imantados separados a uma certa distância). Também através desta atividade serviu para o professor chamar a atenção dos alunos a não confundirem pólo elétrico positivo ou negativo com pólo magnéticos.

Objetivos:

- Caracterizar os pólos magnéticos.
- Observar o comportamento de alguns materiais.
- Através da interação entre os imãs verificar a atração e repulsão dos pólos magnéticos.
- Observar a inseparabilidade do imã (pólos).

Material:

- Dois ou mais imãs

- Diversos: objetos metálicos, não metálicos, alfinetes, agulhas, etc.

Procedimentos: Pôde-se dividir esta atividade em 3 etapas:

1ª etapa – Aproxime o imã dos objetos, um de cada vez, e separe-os em dois grupos: os que são atraídos e os que não são atraídos pelo imã conforme figura 1.

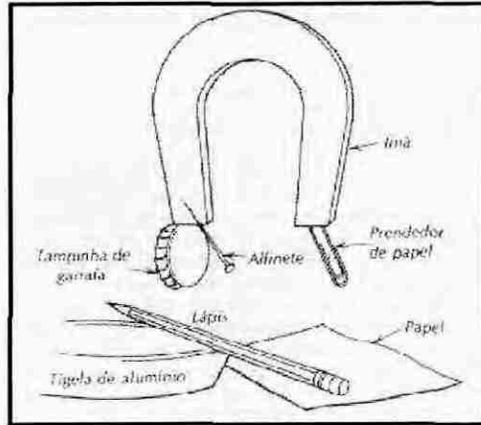


Figura 1

2ª etapa – Atraia com um ímã um prego ou alfinete, por exemplo. Em seguida, com esse prego ainda preso ao ímã, procure atrair outros pregos ou alfinetes, conforme figura 2.

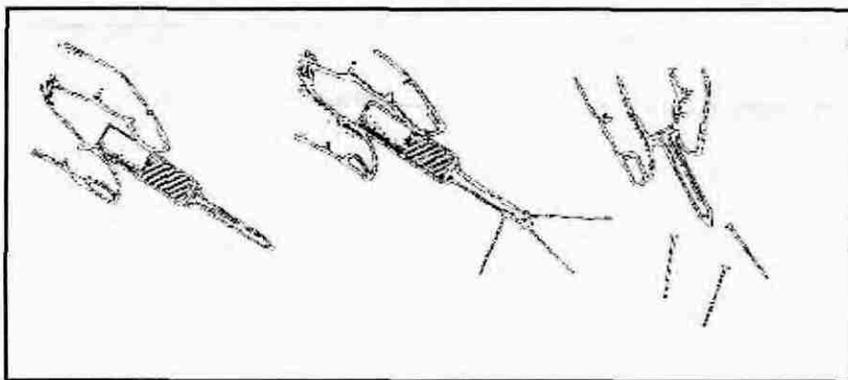


Figura 2

3ª etapa – Utilizando dois ímãs, junte as extremidades (pólos) de várias formas. Em seguida procure atrair pregos ou alfinetes, utilizando pólos diferentes do ímã, conforme figura 3.

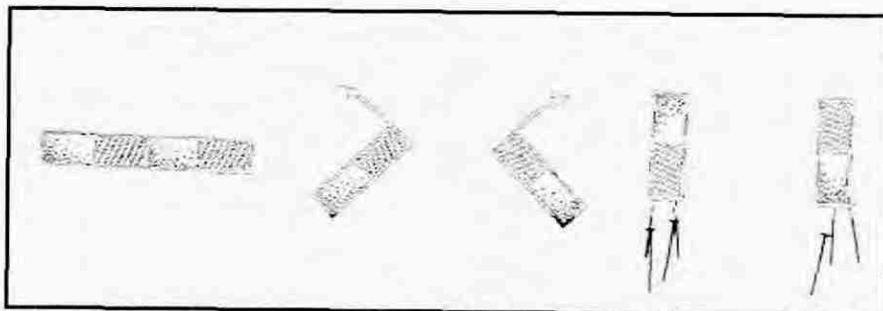


Figura 3

Questões chaves:

- Diante das observações feitas, o que se pode dizer a respeito do comportamento do ímã quando aproximado dos diferentes objetos?
- O ímã atrai todos os metais ?
- Se quebramos um ímã conseguiremos separar os pólos?
- Quais as regiões do ímã que o efeito da atração ou repulsão é maior?

Durante a atividade experimental de exploração do ímã, percebeu-se a surpresa de alguns alunos quanto ao fato de o ímã não atrair todos os materiais. Em seguida, foi solicitado a eles que separassem os materiais em dois grupos: os materiais que eram atraídos pelo ímã no 1º grupo e, no 2º grupo os que não eram atraídos.

Quanto às questões levantadas pelo professor durante a aula como as questões chaves da Atividade Experimental, explorando o ímã foram respondidas com sucesso pela maioria dos alunos.

4º Aula - Tempo de duração da aula 45 minutos.

Atividade experimental 2 – Visualizando o Campo Magnético.

Essa atividade foi feita na categoria compartilhamento, onde o professor induziu os alunos através do diálogo didático a verem que as partículas de ferro

imersas no campo magnético do ímã, tornam-se ímãs temporários, e todo ímã imerso num campo magnético, tende a orientar-se na direção do campo magnético. Assim, quando a partícula de ferro cai sobre o papel, ela sofre simultaneamente duas transformações: torna-se um ímã e, sendo um ímã, orienta-se na direção do campo magnético. Como são milhares de partículas, podemos observar sobre o papel, as diversas linhas de ação do campo magnético e, portanto, visualizá-lo.

Objetivos:

- Identificar a bússola como um detector de Campo Magnético;
- Caracterizar o comportamento apresentado por limalha de ferro

quando em contato com um ímã.

Material:

- Ímã em forma de barra
- Limalha de ferro
- Placa de vidro
- Pedaco de placa de isopor
- Bússola

Procedimento:

Coloque o ímã em forma de barra sob uma placa de vidro. Para melhor apoio da placa, o ímã pode ser encaixado numa folha de isopor. Deixe cair a limalha de ferro aos poucos, contornando o ímã até que se obtenha a configuração do Campo Magnético, conforme figura 1.

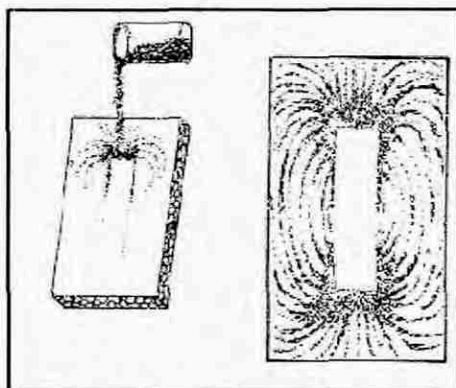


Figura 1

Já durante a atividade experimental 2 visualizando o campo magnético, encontrou-se uma certa dificuldade para induzir os alunos através do diálogo didático a visualizarem o campo magnético; a grande maioria deteve seu maior interesse na figura que se havia formada do que no fenômeno propriamente em questão.

5º e 6ª aula – Tempo de duração de cada aula 45 minutos.

Atividade experimental 3 – Experiência de Oersted.

No início foi feito um reforço da aula 4, pois não conseguimos terminar a discussão sobre o Campo Magnético. Em seguida os alunos sentaram novamente em grupo, onde foram distribuídas 3 cópias do texto original “Experiência de Oersted” para que fosse lido e, em seguida, reconstituíssem a experiência de Oersted.

Para a realização dessa atividade foi usada a categoria atividade experimental histórica, em que se utilizou o texto original de Oersted, pois grande parte dos livros didáticos do ensino médio tem sua contextualização histórica omitida na Transposição Didática, oportunizando ao professor um discurso sobre a importância da pesquisa básica e o que significa pesquisar algo que não tem uma aplicação imediata mas no futuro poderá ser utilizado.

Somente um grupo conseguiu ler e interpretar o texto; nos demais grupos foi necessário a intervenção do professor para a conclusão da atividade.

Para esta atividade estava prevista inicialmente uma aula, mas foram necessárias 2 aulas, devido às discussões que surgiram quanto aos fatos históricos que envolviam a atividade experimental.

Durante as discussões da 6ª aula sobre a experiência de Oersted, os alunos perceberam que no livro didático “Física volume único” Beatriz Alvarenga e Antônio Máximo, os relatos sobre a “experiência de Oersted” se apresentava de maneira superficial, e que foram omitidos fatos importantes.

Objetivo:

Esta atividade experimental tem por objetivo que os alunos percebam que há uma interação entre eletricidade e magnetismo.

Material:

- Fio de cobre; pilhas; bússolas.

Procedimentos:

Após a leitura minuciosa do texto “Experiências sobre o efeito do conflito elétrico sobre a agulha magnética” de Hans Christian Oersted, os alunos reconstituíram a experiência de Oersted baseada em seus escritos (texto original, anexo V).

Questões chaves:

- O que ocorre com a agulha magnética da bússola quando da passagem de corrente elétrica no fio condutor?
- Se a agulha magnética está paralela e abaixo ao fio, e este for percorrido por uma corrente elétrica o que ocorre com a agulha?
- E se a agulha magnética está sob o fio existe diferença ?
- Quando o fio está perpendicular a agulha existe alguma diferença se o fio estiver paralelo à bússola?

7ª aula – Tempo de duração da aula 45 minutos.

Exercícios de fixação do conteúdo.

Inicialmente foi feita uma revisão das aulas anteriores, para verificar se não havia nenhuma dúvida por parte dos educandos; em seguida foram realizadas atividades para verificação de aprendizagem (anexo VI).

QUESTÕES COM AS RESPOSTAS DE ALGUNS ALUNOS

1- Suponha que você possua alguns ímãs nos quais assinalou quatro pólos com as letras A, B, C e D. Você verifica que:

- O pólo A repele o pólo B;
- O pólo A atrai o pólo C;
- O pólo C repele o pólo D;

Ao saber que o pólo D é um pólo norte, nestas condições, você pode concluir que B é um pólo norte ou um pólo sul?

Respostas:

- Como D é um pólo norte e C repele D, logo C é também um pólo norte. Sendo C atraído por A, logo A é um pólo sul e, como A repele B, o pólo B é um pólo sul.

- Sul.

2- Baseado no que foi visto nas aulas sobre o Campo Magnético, explique por que a agulha da bússola adquire a direção norte-sul magnética da Terra.

Respostas:

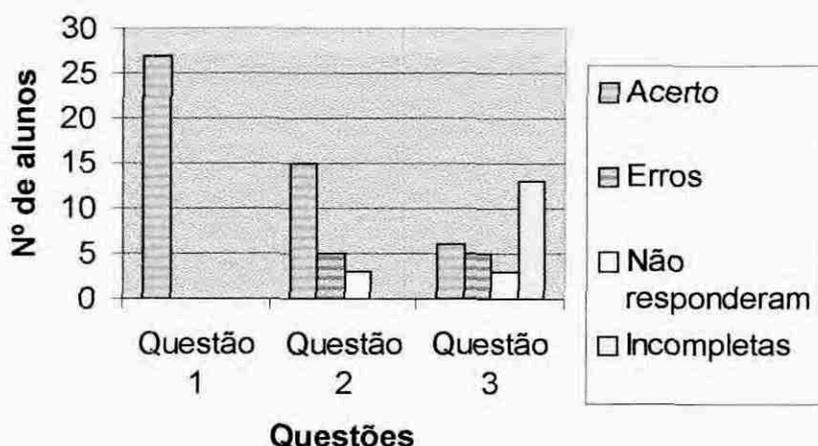
- Na presença de um Campo Magnético, a agulha magnética de uma bússola tentará se alinhar a este campo. Na ausência de outros objetos imantados próximos a ela, a agulha se alinhará ao Campo Magnético terrestre, desde que seu Campo Magnético se sobreponha ao da Terra.
- Porque é no norte-sul que há maior concentração do campo magnético.
- Isso ocorre porque a terra se comporta como um grande ímã, cujo pólo norte magnético está localizado na região sul geográfica, e cujo pólo sul magnético está localizado na região norte geográfica.

3- Como se caracteriza o comportamento magnético dos materiais? Dê exemplos.

Respostas:

- O alto grau de alinhamento dos ímãs elementares constituídos por átomos, que só ocorre com as substâncias ferromagnéticas, isto é, ferro. As demais substâncias apresentam normalmente um alinhamento muito pequeno cujo efeito magnético externo não é perceptível.
- Alguns materiais possuem propriedades de atrair outros materiais, esses materiais constituem uma liga metálica com uma certa quantidade de ferro.

Questões respondidas pelos alunos para verificar aprendizagem



Analisando o gráfico, pode-se perceber que:

- Na primeira questão verificou-se que os alunos assimilaram o conteúdo.
- Na Segunda questão 50% dos alunos sabem o que é Campo Magnético, somente uma pequena porcentagem dos alunos não assimilaram o conceito de Campo Magnético.
- Na terceira questão os alunos não conseguiram relacionar o conceito adquirido através das discussões feitas em sala de aula com a questão proposta, ou seja, houve uma dificuldade de se expressarem no papel.

De maneira geral houve aprendizagem, através da classificação em “acertos”, “erros”, “incompletas” e “não respondidas” ocorrida do ponto de vista

científico, frente ao instrumento de ensino utilizado. Alguns alunos alegaram que não haviam estudado o conteúdo, logo resolveram as questões somente com os conhecimentos adquiridos nas discussões feitas, durante e depois das atividades experimentais em sala de aula.

8ª aula – Tempo de duração da aula 45 minutos.

Atividade experimental 4 – Campo Magnético num fio retilíneo.

A categoria de atividade experimental foi de compartilhamento, pois ela permitiu ao professor induzir os alunos através do diálogo didático a verem a mesma “coisa”, ou seja, a mesma linguagem da presença do Campo Magnético em torno de um fio retilíneo, sua direção e seu sentido.

Material:

- Bússolas; pilhas; fio de cobre; base de madeira.

Objetivo:

Demonstrar a presença de um Campo Magnético em torno de um condutor de corrente retilíneo, bem como sua direção e seu sentido.

Procedimentos:

Montar numa base de madeira um circuito elétrico conforme indicado na figura 1. Para maior comodidade apoie o fio em dois toquinhos de madeira. Ligue o fio a um terminal da pilha, coloque a bússola sobre a base num ponto qualquer próximo ao fio. Encoste a extremidade do fio solto ao outro terminal da pilha para que haja passagem de corrente.

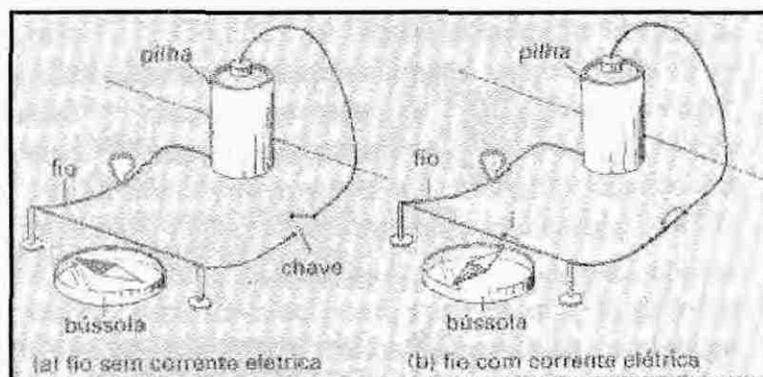


Figura 1

Observações: O fio deve estar alinhado Norte Sul geográfico, paralelo, caso contrário a experiência não terá sucesso.

Questões:

- Por que vocês acham que o ponteiro da agulha magnética orientou-se nesta direção?
- Como podemos determinar o sentido do Campo Magnético?
- Se invertermos o sentido da corrente elétrica irá interferir no sentido do Campo Magnético?

Atividade experimental 5 - Solenóide e eletroímã.

A atividade experimental foi de compartilhamento, onde o professor induziu o aluno através do diálogo didático a ver que o eletroímã consiste em uma bobina enrolada num núcleo de ferro (prego). Quando a corrente elétrica percorre a bobina, gera um campo magnético. A intensidade desse campo magnético depende da corrente elétrica que percorre a bobina, do número de voltas do seu comprimento e do meio envolvido pela bobina. Se esse meio for um material que não seja ferromagnético como o ar (bobina oca), a intensidade do campo magnético gerado será muito pequena. Se, entretanto, o meio for um material ferromagnético (prego) a intensidade do campo magnético será muito maior.

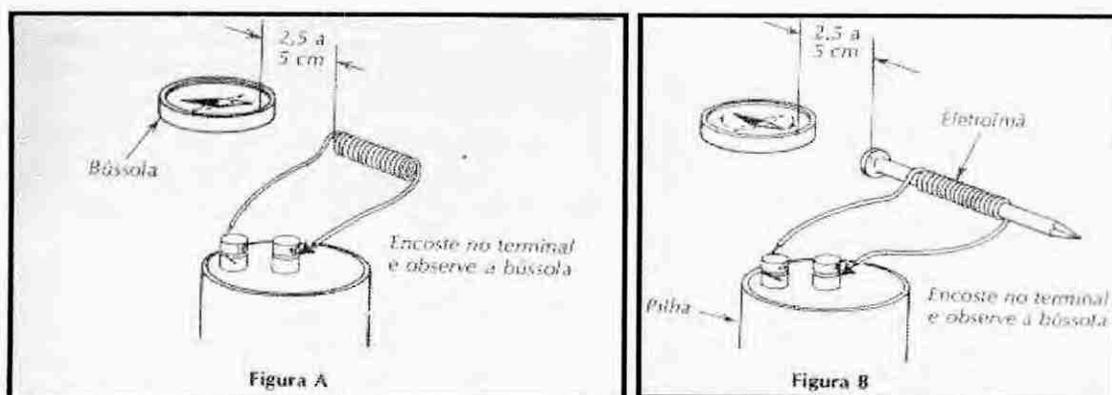
Objetivo: Quando da passagem de corrente elétrica por uma bobina enrolada num núcleo de ferro o campo magnético é mais intenso.

Material:

- Prego; fio de cobre; pilhas; bússola.

Procedimentos:

Enrolamos o fio de cobre em torno de um prego, sempre no mesmo sentido. Devemos fazer um enrolamento bem feito, um elo junto ao outro. Solte o fio do prego, puxando o prego. Retire o isolamento de cada extremidade do fio, e, ligue-as aos pólos das pilhas. (Figura A e Figura B)



A atividade experimental foi de compartilhamento, onde o professor através de questionamentos induziu os alunos a visualizarem o campo magnético criado no exterior do solenóide através da bússola. O aluno deve perceber que quando o solenóide é percorrido por uma corrente elétrica aproximando-o de uma bússola, o efeito sobre ela é mais intenso que do fio retilíneo. Depois se ele colocar um prego no interior do solenóide, o Campo Magnético se concentrará em torno do prego, obtendo assim um eletroímã.

Nesta aula encontrei problemas com os alunos de modo geral, pois havia trocado uma aula com outro professor. Alguns estavam sem material mesmo sendo avisados com antecedência.

10ª aula – Tempo de duração da aula 45 minutos.

Atividade experimental 7- Motor de corrente contínua.

A atividade experimental foi de compartilhamento, onde o professor induzirá através do diálogo didático os alunos a verem que a corrente que passa pela espira, imersa num campo magnético, provoca o aparecimento de forças que atuam sobre ela, fazendo-a girar.

Objetivo: Demonstrar o princípio de funcionamento do motor elétrico.

Material:

- Fio de cobre; dois ímãs; pilhas; base de madeira;

Procedimentos:

Em primeiro lugar, é feita uma espira com o fio de cobre. Deixamos uma extremidade de cada lado, que serão o eixo de rotação da espira, conforme figura 1.

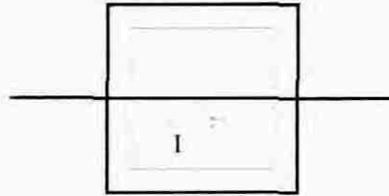


Figura 1

Em seguida, montamos duas bases que suspenderá a espira, conforme figura 2, utilizando fio de cobre.

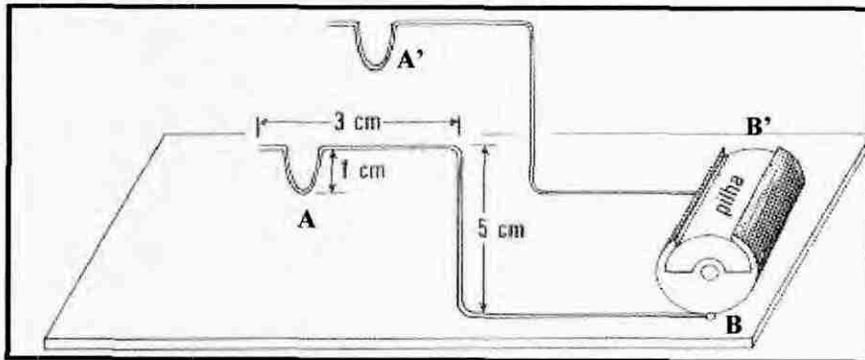


Figura 2

O ponto B será conectado em um dos lados da pilha, o ponto B' no outro lado. A espira será colocada sobre os pontos A e A'. Nestes pontos retiramos o isolante do condutor caso o condutor for isolado.

Agora construímos a armação para os ímãs (conforme figura 3 abaixo). Os ímãs devem ser colocados na parte superior de cada braço do U, com as faces de pólos opostos voltadas frente a frente, atraindo-se. Não importa saber qual face é norte ou sul; o que importa é que as faces colocadas frente a frente sejam de pólos opostos e, portanto, estejam se atraindo, conforme figura 3.

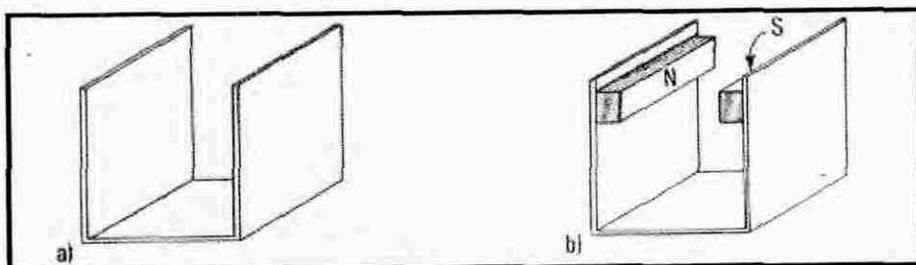


Figura 3

Finalmente, montamos o motor de corrente contínua, instalando a armação em U com os ímãs entre os suportes de fio de cobre e, neste, colocando a espira, conforme figura 4.

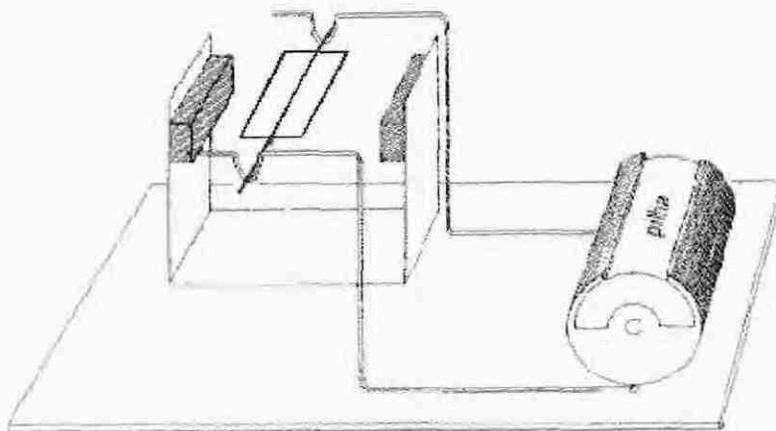


Figura 4

Inicialmente retomou-se o que foi visto na aula anterior. Em seguida iniciou-se com a atividade experimental.

Foi uma das atividades experimentais mais comemoradas pelos alunos, devido a espira girar. Foi feita uma discussão em cima disto, quanto a aplicação e ao princípio de funcionamento do motor elétrico. Com base nas observações feitas na atividade experimental e nos estudos realizados anteriormente, tentaram dar uma explicação plausível para o funcionamento do motor que tinham acabado de construir:

Se a polaridade da pilha fosse invertida, o que seria observado?

Se a polaridade da pilha fosse invertida, e invertida também a posição do ímã, o resultado seria o mesmo?

Após as discussões foi entregue uma lista de exercícios que foram respondidos e corrigidos durante a aula.

2.1. Análise da Aplicação da Seqüência Didática

Foram utilizados como instrumento de ensino, atividades experimentais numa seqüência didática para o Eletromagnetismo, a fim de verificar se ele contribuía para uma aprendizagem significativa por parte dos alunos, e se os mesmos conseguiriam relacionar o conhecimento científico com o dia-a-dia.

A Seqüência Didática foi aplicada em uma turma da 3ª série do Ensino Médio, sendo esta considerada pela escola muito agitada, com problemas de alunos que não permaneciam em sala durante as aulas. Alguns alunos nunca efetuavam as atividades propostas em sala de aula muito menos assistiam as aulas.

Como foi adotado um enfoque construtivista, optou-se por não fazer provas, os alunos foram avaliados pelos exercícios participação, interesse, desempenho durante as atividades experimentais.

Observou-se durante a sua aplicação, alguns aspectos que direta ou indiretamente, influenciaram positiva e negativamente no seu sucesso. Podemos destacar vários pontos positivos como:

- A grande receptividade que as atividades experimentais tiveram por parte da maioria dos alunos, através do interesse, participação manifestados durante as aulas.
- Os alunos, principalmente alguns que nunca se manifestavam, passaram a questionar, interagindo com o grupo e o professor durante as atividades experimentais, buscando ampliar extra-classe o que foi visto em sala de aula.
- O interesse dos alunos pelos resultados obtidos nos outros grupos das atividades experimentais. Um exemplo foi durante a atividade

experimental do motor elétrico, quanto à inversão do sentido da corrente elétrica .

- As discussões que surgiram durante algumas atividades experimentais, especialmente a experiência de Oersted e a construção de um motor elétrico. Exemplo: Por que no livro didático que utilizavam a experiência de Oersted aparecia tão resumida?

Foram diagnosticados alguns pontos negativos durante a aplicação da seqüência didática, como:

- O pleno êxito da aplicação da Seqüência Didática no final do ano letivo foi afetado devido ao estresse dos alunos – a preocupação demasiada com o vestibular por parte de alguns alunos, pois para os mesmos a disciplina de Física no vestibular não tinha relevante importância, devido ao baixo número de questões. Outro fator que teve influência foi o final das aulas e a formatura dos alunos.
- O grande período de intervalo entre as aulas devido a reuniões, cursos, feiras, mostras, constantes do calendário escolar.
- Também foi efetuada uma troca de aula com outro professor para uma segunda feira, aula em que não produziram praticamente nada.

Os resultados indicam que a utilização de atividades experimentais, dentro de uma abordagem construtivista, apresenta-se como uma metodologia mais eficiente que a tradicional, no sentido de proporcionar a aprendizagem de conceitos mais elaborados. Analisando a proposta, podemos considerar viável a sua aplicação, porém é necessário observar alguns critérios, tais como:

- Que o professor tenha clareza da proposta metodológica numa perspectiva construtivista.
- Que esteja preparado para eventuais mudanças nos encaminhamentos das aulas, pois é imprevisível prever todos os questionamentos dos alunos.
- Que o período de aplicação da seqüência didática não coincida com o final do ano letivo, ou seja, que se aplique em outro período.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de Física no Ensino Médio pode ser visto sob uma perspectiva mais crítica, dinâmica, que promova a construção do conhecimento mais elaborado, fazendo parte do meio vivenciado pelo aluno, garantindo a construção de cidadãos participativos na promoção de mudanças sociais e culturais da comunidade onde vive.

O estudo realizado na área de Física para a 3^a série do Ensino Médio, evidencia que, dentro da atual proposta que temos na escola, a socio-interacionista, é possível redimensionar e materializar uma metodologia de ensino que proporcione e oportunize a aprendizagem.

Normalmente, a aprendizagem que acontece na escola, especificamente em sala de aula, é vazia de significação. O professor ensina, os alunos aprendem. É nesta atividade de ensinar e aprender que acontece geralmente de maneira silenciosa e controlada, que os alunos enchem cadernos alheios ao mundo e às modificações que estão se processando no ambiente externo da escola.

Um ensino que tenha como pressuposto o diálogo construtivista do conhecimento, opõe-se ao método tradicional onde o professor é colocado como autoridade que transfere o seu conhecimento aos alunos. Nesta perspectiva educacional, a relação professor/aluno torna-se mais sólida, uma vez que o professor é visto como o mediador do processo de construção do conhecimento, aquele que a partir do objeto de estudo oferece aos educandos a oportunidade de também participar do processo de ensino-aprendizagem.

A atual forma de trabalhar Física, no Ensino Médio de acordo com as pesquisas educacionais, tem se apresentado de maneira ineficiente. Para tanto, faz-se necessário transformá-lo para que possa cumprir a função social de

formar sujeitos com direito ao exercício pleno de sua cidadania. Neste aspecto, é necessário romper com o conceito de que a aprendizagem é uma atividade mecânica de transferência de saberes acabados e estáticos que acontece sempre da mesma forma: do professor em relação ao aluno.

A prática desenvolvida propiciou a concretização de atividades experimentais numa Sequência Didática onde os educandos sentiram-se envolvidos no processo de reconstrução do saber, dando margem ao processo investigativo no qual o conhecimento acontece a partir da observação, comparação, questionamento e sistematização.

O presente instrumento de ensino proporcionou a realização de atividades experimentais que permitiram trabalhar de forma menos dogmática, tendo boa aceitação por parte dos educandos e uma aprendizagem significativa dos fenômenos estudados, bem como significativa apropriação do conhecimento científico. Durante o processo ensino-aprendizagem os estudantes não devem apropriar-se somente dos fenômenos em discussão, mas também algo sobre os métodos, acessibilidades dos fenômenos e as suas limitações.

Nesta perspectiva, defende-se que os conteúdos desenvolvidos no ensino de Física sejam apresentados aos alunos através de atividades experimentais numa Sequência Didática, numa perspectiva construtivista, para que o educando no Ensino Médio saiba porque, como e onde pode ser aplicado o conhecimento científico.

Esperamos que este estudo seja uma contribuição para uma nova visão do ensino de Física, e que possa auxiliar na prática escolar dos professores do Ensino Médio, para uma nova postura metodológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, B. & MÁXIMO, A. Física. V. único. São Paulo: Scipione. 1998.
- ANGOTTI, J. & DELIZOICO, D. Física. São Paulo: Cortez Editora. 1991.
- BORGES, A. T. O Papel do Laboratório no Ensino de Ciências. Atas do 1º ENPEC. Lindóia São Paulo. 1-11. Nov. 1997.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia da Autonomia. São Paulo: Paz e Terra, 1999.
- GASPAR, A. Experiências de Ciências para o 1º Grau. São Paulo: Ática S.A. 1990.
- GONCALVES, A. & TOSCANO, C. Física e Realidade. V.3. São Paulo: Scipione, 1997.
- HEINECK, R. O Ensino de Física na Escola e a Formação de Professores: Reflexões e Alternativas. Caderno Catarinense de Ensino de Física, 16 (2) Agosto, 226-241. 1999.
- MACEDO, L. Ensaio Construtivistas. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1994.
- MORAES, R. Ciências para as Séries Iniciais e Alfabetização. Porto Alegre: Sagra Luzzatto. 1998.
- PIAGET, J. Epistemologia Genética. São Paulo: Martins Fontes. 1990.

PIAGET, J. Para onde vai a Educação? Rio de Janeiro: José Olympio. 2000.

PINHEIRO, T. de F. Aproximação entre a Ciência do Aluno na Sala da 1ª Série do 2º Grau e a Ciência dos Cientistas: Uma Discussão. UFSC. Florianópolis, SC. 1996.

PINHO ALVES, J. Atividades Experimentais: do Método à Prática Construtivista. Tese de Doutorado. UFSC. Florianópolis, SC. 2000.

SANTA CATARINA, SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO. Proposta Curricular de Santa Catarina: Florianópolis, 1998.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais. Brasília: MEC/SEF. 1998.

XIMENES, F. B. Experiências elétricas. São Paulo: Tecnoprint. AS. 1981.

ANEXO I
PLANO DE ENSINO

**ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DO ESTADO E DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
11ª COORDENADORIA REGIONAL DE EDUCAÇÃO
COLÉGIO ESTADUAL PROFESSORA GENI COMEL
BAIRRO BELA VISTA – CHAPECÓ
PLANO DE ENSINO : FÍSICA
ANO : 2000.
PROFESSORA : AGNIS ROSANI WOBRICH**

Objetivo geral da disciplina

Oferecer ao estudante instrumentos para conhecer o mundo físico e suas leis, a partir de procedimentos de experimentação, observação, análise, generalização, aplicação de modelos e relação entre aspectos teóricos e práticos, essenciais para o desenvolvimento da autonomia intelectual necessária ao exercício da cidadania.

Objetivos específicos

- Descrever os processos de eletrização.
 - Enunciar algumas propriedades dos prótons, neutros e elétrons.
 - Representar no espaço o vetor campo elétrico.
 - Reconhecer os elementos básicos de um circuito elétrico simples.
 - Diferenciar circuito aberto de circuito fechado
 - Identificar na residência aparelhos resistivos
 - Identificar a principal transformação de energia que acontece num aparelho elétrico.
 - Caracterizar um aparelho em função de sua potência e da tensão a que ele deve ser submetido.
 - Definir corrente elétrica em função da potência e da tensão.
 - Reconhecer a função de um fusível ou disjuntor num circuito elétrico.
 - Definir resistência elétrica de um resistor
 - Definir efeito Joule e identificar sua aplicação nos aparelhos elétricos.
 - Calcular corrente, tensão ou resistência, utilizando indicações de voltímetros e amperímetros.
-
- Caracterizar o movimento da agulha da bússola.
 - Descrever o comportamento apresentado pôr ocasião da aproximação de dois objetos magnetizados: ímãs.
 - Caracterizar a força magnética e em que condição ela surge.
 - Interpretar as informações a respeito do campo magnético a partir de suas linhas de campo.
 - Reconhecer o efeito magnético da corrente elétrica da forma proposta pôr Oersted.
 - Reconhecer a interação entre correntes como consequência de seu efeito magnético.
 - Descrever o principio de funcionamento da campainha, telégrafo, motor elétrico e medidor com ponteiros (galvanômetro).

CONTEÚDOS

ELETRICIDADE E MAGNETISMO

CORPOS ELETRIZADOS – CORRENTE ELÉTRICA

- Eletrização – carga elétrica
- Campo elétrico – Comportamento de um condutor eletrizado
- Corrente elétrica
- Resistência elétrica
- Efeitos da corrente elétrica
- Vetor campo elétrico
- Força eletromotriz de um gerador

ELETROMAGNETISMO

- Magnetismo
- Os fenômenos magnéticos têm origem em cargas elétricas em movimento
- Ação do campo magnético sobre uma corrente – Motor elétrico
- Indução eletromagnética – Geradores de corrente elétrica
- Vetor campo magnético

PROCEDIMENTOS

- Aulas expositivas dialogadas
- Atividades experimentais
- Aulas com resolução de exercícios

RECURSOS

- Livro texto
- Recursos didáticos e audio visuais disponíveis no colégio, bem como material experimental disponível.

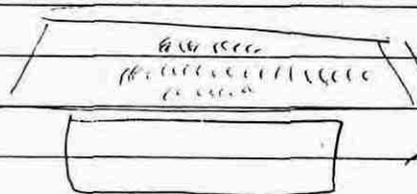
AVALIAÇÃO

- Exercícios
- Provas
- Trabalhos
- Relatórios

ANEXO II
RELATÓRIOS DOS ALUNOS

GRUPO = 5

- D vidras
- V minimalia de ferro
- V imã.



aconteceu que a minimalia é composta de ferro, por isso

ao entrar em contato com o imã, ele faz com que linhas, linhas de campo magnético

se vá para póvilha a minimalia, ele vai ficar concentrado nos polos (extremidades) do imã.

→ a minimalia se imanta

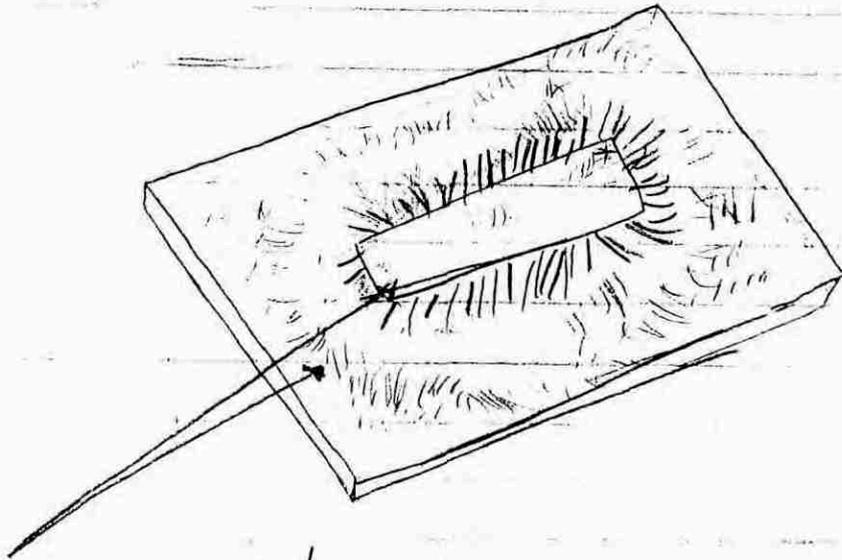
→ O campo magnético depende da distância

→ campo magnético - é uma interação entre dois corpos imantados e separados por uma distância

→ a interação se manifesta depende do fluxo magnético, que exerce na região do campo magnético

GRUPO 06

1 Campo Magnético



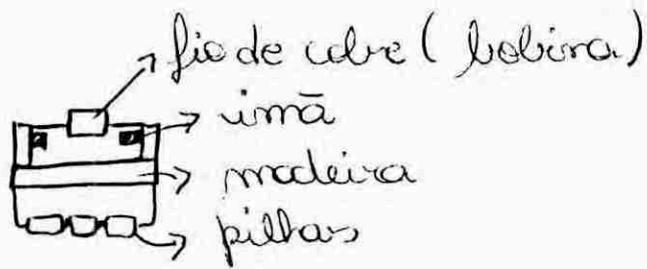
mapeamento da região magnética
do ímã

Todo o espaço em torno do ímã torna-se um campo magnético, as linhas de limelha que se formam ao aproximar-se do ímã forma uma interação magnética de dois corpos imantados. Essa interação magnética se manifesta devido a força magnética atuante na região do campo magnético.

A limelha de ferro é utilizada para fazer o mapeamento do campo magnético

Trabalho de Física

Alunos: Maysara, Tânia, Patrícia, Graças e André
Turma: 311



Ligando os pólos das pilhas negativo e positivo a bobina começa a girar toda ela com apenas uma pilha. Invertendo-se os pólos das pilhas positivo e negativo ela gira somente para um lado.

Trocando os pólos do ímã com os pólos da pilha negativa e positivo a bobina gira do mesmo jeito.

→ Invertendo-se os pólos a bobina gira somente para um lado.

→ Temos a ideia de funcionamento de um motor elétrico.

→ O motor elétrico serve para fazer funcionar liquidificador, batidoeira, geladeira e alguns brinquedos.

grupo 2



Ao montar o nosso motor, nós podemos concluir que ao por a pilha do polo + para o - a bolina gira - todo. E invertendo os polos do - para o + a bolina ela fica girando no sentido contrário da outra experiência.

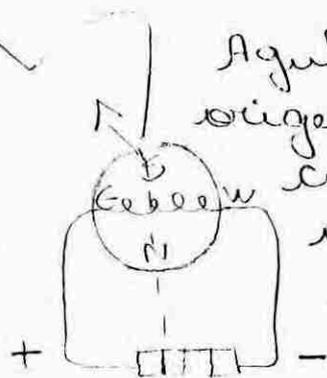
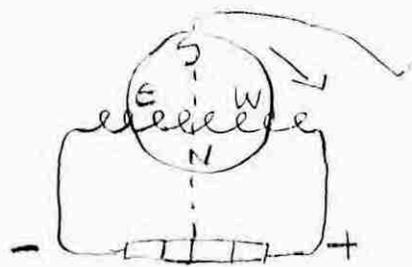
-
- 1º Se inverter os polos
 - 2º inverter os polos dos ímãs
 - 3º Para que serve?
 - 4º Qual a ideia que vocês tiraram sobre o seu funcionamento

2º Ao inverter os polos dos ímãs, a pilha no sentido + p1 - ela gira no sentido inverso, do - p1 + ela : gira no sentido horário.

3º Serve p1 funcionamento de vários aparelhos elétricos e brinquedos em geral. ex: baldeira, liquidificador, carrinhos etc.

4º O motor todos funcionam por causa do campo magnético.

- Os ímãs funcionam como magnético, que faz a bolina girar. É feito com madeira, fios de cobre e com duas pilhas e um de.



Agulha, do ponto de origem, ^{antes} da ação da corrente que percorre o fio, ou a bobina.

* Ao aproximar a bobina da bússola a agulha se desloca da direção norte-sul (isto porque a bobina está oblíqua a bússola) um pouco, aproximando-se ao sentido leste-este (mas a variação é pequena porque a carga das 4 pilhas é relativamente pequena). Invertendo os pólos das pilhas, a corrente que percorria a bobina também se alternava, e conseqüentemente a agulha da bússola se deslocava no mesmo ângulo anterior, mas no sentido oeste-leste.

* Já com a mesma bobina e pilhas, ao se aproximar da limalha de ferro se podia notar uma pequena atração, que fazia com que alguns minúsculos pedaços de limalha de ferro se agudassem à bobina.

* Com o fio (reto) posto a mesma carga de pilhas no suporte de madeira a uma distância de 10 cm ocorria uma pequena variação do sentido norte para leste, e invertendo o

pólo das pilhas, o sentido varia do norte para oeste (sendo isso com a agulha da bússola em sentido oblíquo ao fio), o mesmo ocorre com o fio encostado à bússola (no mesmo sentido oblíquo; sendo que com o fio encostado a variação é muito maior). Sendo essas últimas experiências a bússola está abaixo (do fio e da bobina). Já com a bússola a cima do fio e da bobina também se inverte, com a inversão dos pólos da pilha. Portanto com a bússola a cima ou abaixo do fio ou bobina ocorre as mesmas variações.

Fazendo a mesma experiência, sendo esta com a agulha horizontal ao fio e a bobina há uma pequena variação que faz a agulha se movimentar constantemente (devido à corrente que percorre o fio e a bobina); fazendo com que não fiquem alinhados, ao se invertirem os pólos se mantém a mesma variação.

Relatório de Física

Nome: Andre, Marisangela Turma: 311
Tâmia, Ursias, Patrícia

ANEXO III
DIÁRIO DE REGISTRO

→ No início da aula foi colocado aos alunos, que era aplicação de um projeto. Que as aulas tenham um encaminhamento diferente das aulas até então. Foi solicitado aos mesmos para que providenciassem alguns materiais como: pilhas; lâmpada de farol; ímãs; suporte de madeira; fio de cobre; pregos; alfinetes, clipe também foi solicitado aos mesmos um dicionário para mostrar a eles o significado + amplo e preciso dos termos escolhidos que deverão ser compartilhados.

a 1ª e 2ª aulas transcorreram normalmente onde foi discutido o texto e como utilizar a bússola, para sempre mostrar a curiosidade dos alunos nunca tinham visto uma, alguns alunos também não sabiam se localizar pelos pontos cardeais.

na aula foi feita a atividade pt explicar o ímã.

todos os alunos participaram foram feitos grupos - observou-se que alguns alunos que nunca participaram se interessaram + pela aula.

início a aula fazendo uma revisão das aulas anteriores alguns alunos estranham que o ímã não atrai todos os metais: → Na atividade do C.M. foi difícil prender a atenção deles nas discussões a maioria se deteve a fazer figuras com o ímã e a lâmpada de farol.

→ no final reunião pt finalizar

aula 5 e 6

Revisão: aula anterior

→ A aula teve como finalidade que os alunos percebam a interação entre eletricidade e magnetismo.

→ Foi utilizado o texto original de Verted
→ verificou-se que a maioria dos alunos tiveram (encontraram) dificuldades na leitura e interpretação do texto.

Somente um grupo leu e interpretou sem ajuda do prof.

→ Levaram na aula só para lerem o texto.

aula 6:

→ Foi dada continuidade a A.E da aula anterior, percebeu-se que alguns alunos fizeram pesquisa (livro texto). Alguns alunos questionaram qto ao fato de o livro não apresentar este fato histórico que ele traz somente um resumo da experiência realizada por ele.

→ Pa que não aparecia no livro?

7: foram feitos exercícios p/ verificar se houve aprendizagem

→ no início da lei feita uma revisão das aulas anteriores p/ tirarem algumas dúvidas

→ As atividades foram respondidas individualmente, alguns alunos não demonstraram muito interesse em responder, questionando se ainda valia a pena.

→ Obs. as médias finais pa foram entregues.

8: Revisão da aula anterior com Correção no quadro de exercícios

Foi feita A.E. verificou-se (assunto) em C.M. - F.R. e Soluções

Esta aula foi boa com a prof. qto ao seu conteúdo

→ Foi muito feliz com a investigação

9 -> Foi retomado todo o conteúdo da aula anterior através de discussões e exercícios para fixação

10 - Foi a aula que senti que os alunos + gostaram e mais se interessaram, prenderam, foi feito o meter elétrico e exercícios em seguida para para perceber que haviam assimilado bem o conteúdo visto na S.D. também já estão habituados a utilizar o diário.

ANEXO IV
TEXTO: BÚSSOLAS E ÍMÃS

3.1 Bússolas e ímãs

COMO PERCORRER UMA TRILHA NOS ORIENTANDO COM UMA BÚSSOLA?

Seria interessante que você tivesse à mão uma bússola qualquer, para que pudesse verificar que ela apresenta semelhança com as da figura 3-1.

Para respondermos a essa questão, precisaremos ter uma idéia precisa do que é uma bússola, de que materiais é constituída e de algumas de suas propriedades.

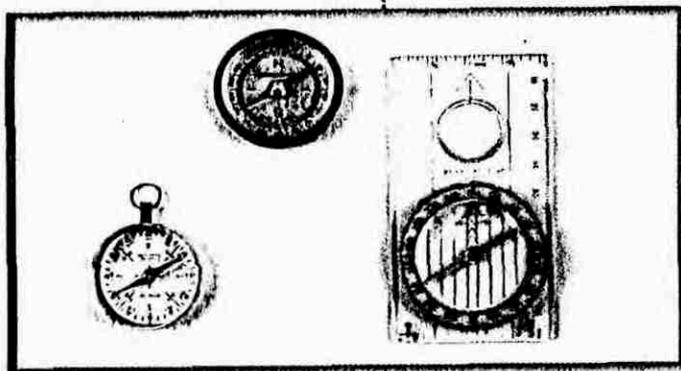


Figura 3-1: A agulha da bússola é feita do mesmo material metálico. De diferente, só a cor, pois só metade dela é pintada.

A bússola é constituída de uma pequena caixa cilíndrica, de plástico ou de metal. Em seu fundo circular, são marcados os pontos cardeais (norte, sul, leste, oeste) e, no centro, é fixado um pino verticalmente. Em sua extremidade superior, uma agulha apóia-se por uma pequena superfície de contato, permitindo-lhe girar livremente.

Se colocarmos a bússola sobre uma mesa plana e girarmos sua caixa, perceberemos que a agulha mantém sua posição, isto é, aponta sempre na mesma direção, independentemente das posições da caixa. É justamente esse comportamento da agulha que permite a orientação das pessoas, tanto na caminhada por uma trilha como para os navegantes do mar, e também para os que conduzem os aviões.

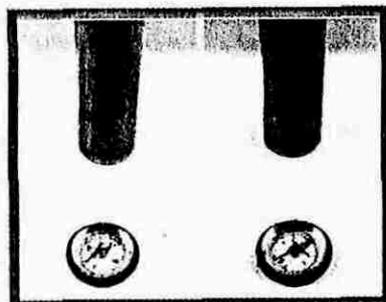


Figura 3-2: Ainda que se façam novos movimentos com a "caixa" da bússola, após ela atingir o equilíbrio a agulha indicará a mesma direção inicial.

Se você souber localizar os pontos cardeais do local em que está, poderá constatar que a direção da agulha da bússola é aproximadamente a direção norte-sul geográfica desse local. Isso poderá ser confirmado com o mapa do guia de sua cidade.



Esse modelo de bússola da atividade experimental é semelhante ao da bússola utilizada por Cristóvão Colombo em suas viagens marítimas, inclusive na que o levou à descoberta da América, em 1492. Vejamos seu comportamento: procure girar a rolha suavemente e verifique o que se passa com a agulha.

Percebe-se que a bússola se desorienta, ou seja, fica parada em qualquer direção. Ainda que tudo pareça estar correto — a agulha é metálica e a base sobre a qual ela está fixada é móvel —, a bússola não funciona. O que falta, então? Será que não é qualquer metal que pode ser utilizado como agulha de bússola? Formulando a questão de outra maneira: qual é a propriedade que o material de que é feita a agulha de uma bússola deve apresentar? Algumas informações históricas ajudarão a responder a estas questões, como também a “consertar” a bússola que construímos.

Na era dos descobrimentos, a bússola já era conhecida pelos chineses há mais de mil anos. Sua construção, entretanto, utilizava uma pedra “magnética” como agulha. Essa pedra era conhecida pelos gregos desde cerca de 600 anos a.C., sendo extraída de uma região chamada Magnésia, um distrito da Grécia antiga. Por esta razão, a pedra recebeu o nome de magnetita.

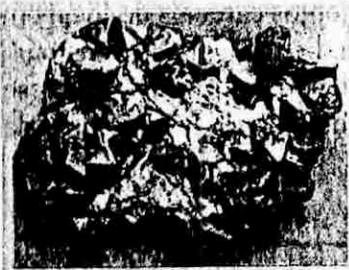


Figura 3-3: Magnetita



Figura 3-4: No livro *Cem anos de solidão*, de Gabriel García Márquez, o cigano Melquiades dá sua versão da propriedade magnética.

São considerados materiais ferromagnéticos o ferro, o níquel, o cobalto e as ligas feitas com tais materiais.

A imantação ou magnetização pode ser feita com fricção, contato ou aproximação entre um ímã permanente e o material ferromagnético.

A magnetita tem a propriedade de atrair o ferro. O conhecimento desta propriedade serviu, na Antiguidade, para que algumas pessoas amedrontassem muitas outras, contássem várias histórias e lendas e até mesmo explicassem por que alguns navios afundavam, com a justificativa de que os pregos do casco seriam arrancados pela magnetita.

No livro *Cem anos de solidão*, há uma passagem em que os ciganos dão sua versão da propriedade magnética de alguns materiais para os habitantes de uma pequena aldeia da América:

(...) Todos os anos, pelo mês de março, uma família de ciganos esfarrapados plantava a sua tenda perto da aldeia e, com um grande alvoroço de apitos e tambores, dava a conhecer os novos inventos. Primeiro trouxeram o ímã. Um cigano corpulento, de barba rude e mãos de pardal, que se apresentou com o nome de Melquiades, fez uma truculenta demonstração pública daquilo que ele mesmo chamava de a oitava maravilha dos sábios alquimistas da Macedônia. Foi de casa em casa arrastando dois lingotes metálicos, e todo o mundo se espantou ao ver que as caldeirões, os tachos, as tenazes e os fogareiros caíam do lugar; e as madeiras estalavam com o desespero dos pregos e dos parafusos tentando se desenceravar; e até os objetos perdidos há muito tempo apareciam onde mais tinham sido procurados, e se arrastavam em debandada turbulenta atrás dos ferros mágicos de Melquiades. “As coisas têm vida própria”, apregoava o cigano com áspero sotaque, “tudo é questão de despertar a sua alma.” (...)

Devido a seu poder de atrair o ferro ou os materiais que o contêm, as pedras magnéticas passaram a ser chamadas de **ímãs**, palavra que significa “pedra que ama”. As primeiras bússolas foram construídas com ímãs encontrados na natureza, que mantinham esta propriedade por todo o tempo, razão pela qual são chamados de ímãs permanentes.

Posteriormente, descobriu-se que certos metais, hoje denominados **materiais ferromagnéticos**, passavam a manifestar esta mesma propriedade quando aproximados de um ímã. Isso possibilitou a construção de bússolas, utilizando outros materiais que não a magnetita — uma vez adquirida tal propriedade, os materiais ferromagnéticos mantinham-na por um longo tempo, mesmo distantes do ímã que os magnetizava. Esse processo foi denominado imantação.

Voltemos, agora, à bússola construída com agulha de costura. Podemos fazer um teste e verificar o que ocorre se suspendermos um ímã com um barbante. Será que ele adquire a direção norte-sul geográfica? Basta que o ímã seja em formato de barra e será fácil encontrar a resposta.

Se a agulha de costura foi feita de um material que permite a imantação, a bússola construída com ela passará a funcionar normalmente. Para tanto, devemos imantá-la, colocando-a em contato com um ímã e refazendo o experimento da agulha.

No século XVI, as agulhas das bússolas eram feitas de material que mantinha a propriedade de ímã durante pouco tempo, razão pela qual Colombo e outros navegadores carregavam um ímã natural, com o qual periodicamente remagnetizavam as agulhas das bússolas, mantendo-as em perfeito funcionamento.

Como as agulhas das bússolas são previamente imantadas, elas apontam sempre na mesma direção, que é aproximadamente a direção norte-sul geográfica. Para distinguir a região norte da sul, pinta-se uma das extremidades da agulha. Se a extremidade pintada for a indicadora do norte, é necessário girar a base da bússola até que esta extremidade coincida com a marcação norte que se encontra no fundo da base. Se a caminhada for, por exemplo, realizada na direção perpendicular à direção norte-sul e para a direita, estaremos indo rumo a leste. No sentido oposto, iremos para oeste e assim por diante.

Quem usa exclusivamente a bússola como orientação geográfica exata deve registrar a distância percorrida em cada uma das direções tomadas, pois só assim o caminho de volta ficará assegurado.

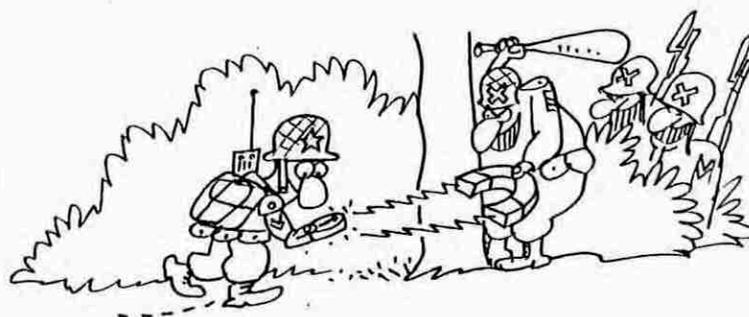


Figura 3-5: A agulha da bússola deve sempre coincidir com a direção norte-sul dos pontos cardeais fixados no fundo da base. Mesmo assim, podemos errar o caminho.

ANEXO V
TEXTO OERSTED

- electricity on the magnetic needle. *Annals of Philosophy* 16: 273-7, 1820. Esperienze intorno all'effetto del conflitto elettrico sull'ago calamitato. *Giornale di Fisica, Chimica e Storia Naturale* [2] 3: 335-9, 1820.
- Versuche über die Wirkung des electrischen Conflicts auf die Magnetradel. *Annalen der Physik und der physikalischen Chemie* 6: 295-304, 1820 — reproduzido na coleção *Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften* nº 63; reprodução *fac-simile* da memória original de Ørsted e das traduções publicadas em 1820, em: LARSEN, *Discovery of electromagnetism*.
- 35 — . New electromagnetic experiments. *Annals of Philosophy* 16: 375-7, 1820(b).
- 36 — . Expérience électro-magnétique. *Annales de Chimie et Physique* [2] 22: 201-3, 1823(a).
- 37 — . Sur la compressibilité de l'eau. *Annales de Chimie et Physique* [2] 22: 192-8, 1823(b).
- 38 — . Expériences de Ritter, analyses par M. Ørsted. *Annales de Chimie et Physique* [2] 38: 197-200, 1828.
- 39 PICTET, M. A. & de la Rive, A. [Erste öffentlich bekannt gewordene Wiederholung dieser Versuche]. *Annalen der Physik* 66: 305-9, 1820.
- 40 POISSON, A. Extrait d'une mémoire sur la théorie du magnétisme. *Annales de Chimie et Physique* [2] 25: 113-37, 1824.
- 41 PRECHTL, J. J. Untersuchungen über die Modificationen des electrischen Ladungszustandes. . . *Annalen der Physik* 35: 28-73, 1810.
- 42 — . Ansichten über den Magnetismus und dessen Ableitung aus der Electricität. *Annalen der Physik* 67: 81-90, 1821(a).
- 43 — . Ueber die wahre Beschaffenheit des magnetischen Zustandes des Schliessungs-Drahtes in der Voltaschen Säule. *Annalen der Physik* 67: 259-75, 1821 (b).
- 44 ROSENBERGER, Ferdinand. *Die Geschichte der Physik*, 3v. Braunschweig, Vieweg, 1887-90. Reprodução: Hildesheim, G. Olms, 1965.
- 45 SPARKS, J. (ed.). *The works of Benjamin Franklin*, 10 v. Philadelphia, Childs and Peterson, 1840. Vol. 5.
- 46 STAUFFER, C. Speculation and experiment in the background of Oersted's discovery of electromagnetism. *Isis* 48: 33-50, 1957.
- 47 WHITTAKER, Sir. E. *A history of the theories of aether and electricity*. New York, Humanities, 1973.

EXPERIÊNCIAS SOBRE O EFEITO DO CONFLITO ELÉTRICO SOBRE A AGULHA MAGNÉTICA¹

HANS CHRISTIAN ØRSTED²

As primeiras experiências sobre o assunto que desejo apresentar foram realizadas por mim no último inverno, ao lecionar Eletricidade, Galvanismo³ e Magnetismo na Universidade (de Copenhague). Essas experiências pareceram mostrar que a agulha magnética movia-se de sua posição por influência do aparelho galvânico; e isso com o circuito galvânico fechado, não com ele aberto — o que fora tentado em vão alguns anos atrás por célebres físicos⁴. Mas como essas experiências foram realizadas com um aparelho pouco eficaz, e não eram suficientemente conclusivas, tendo em vista a gravidade do assunto, associei-me a meu amigo Esmarch, conselheiro real de justiça, para repetir e desenvolver as experiências, realizadas por nós em conjunto, com um grande aparelho galvânico. O Sr. Comandante Wleugel, cavaleiro da ordem de Danneborg, esteve presente, participou e testemunhou as experiências. Também atuaram como testemunhas das experiências o excelentíssimo Sr. Hauch, que muitas vezes recebeu honrarias do Rei, e que é muito esclarecido sobre as coisas das ciências naturais; o agudíssimo Sr. Reinhardt, professor de História Natural; o Sr. Jacobsen, pro-rai; o agudíssimo Sr. Reinhardt, professor de História Natural; o Sr. Jacobsen, professor de Medicina e experimentador muito sagaz; e Zeise, químico muito experiente, doutor em Filosofia⁵. Realizei também sozinho várias experiências sobre o assunto, e repeti diante desses homens extremamente cultos todos os fenômenos que observei.

¹ Nota editorial — O trabalho original de Ørsted aqui traduzido foi publicado pela primeira vez, às custas do próprio autor, sob a forma de um folheto de quatro páginas, em latim: ØRSTED, Johannis Christianus. *Experimenta circa effectum electrici in acum magneticam. Hafniae, Schultz, 1820*. Há reproduções *fac simile* em: LARSEN, A. *The discovery of electromagnetism made in the year 1820 by H. C. Oersted*. Copenhagen, 1920; e em FRANKSEN, O. I. H.C. *Oersted — a man of the two cultures*. Birkbeck, Strandberg, 1981. Outras edições e traduções estão indicadas na lista bibliográfica do artigo precedente. A tradução aqui apresentada é de Roberto de A. Martins. Todas as notas são do tradutor.

² O nome de Ørsted, em dinamarquês, é Hans Christian Ørsted; latinizado, o nome foi apresentado como Johannis Christianus Ørsted (ou OErsted, ou Oersted). Parece-nos mais conveniente utilizar a forma original, assim como todos se referem ao também dinamarquês Hans Christian Andersen (aliás, amigo e protegido de Ørsted) sem latinizar seu nome.

³ No início do século XIX, era hábito distinguir o estudo da eletricidade estática do estudo de correntes elétricas, denominando este último seja a partir do nome de Galvani, seja a partir do de Volta, cuja invenção da pilha eletroquímica tornou esse estudo viável.

⁴ Ver uma descrição de algumas experiências que antecederam as de Ørsted no artigo precedente desta revista. Seção 3.

⁵ É curioso o cuidado com que Ørsted descreve seus colaboradores e testemunhas. Pelo menos parte da comunidade científica da época também achou desnecessária essa descrição dos títulos e méritos dos presentes, já que ela foi bastante abreviada nas traduções em inglês, francês e italiano do artigo de Ørsted (para referências, ver lista bibliográfica do artigo precedente).

Na descrição das experiências a seguir, omitirei todas as idéias que conduziram às coisas descobertas; elas não seriam capazes de esclarecer melhor os fatos descobertos; limitar-me-ei unicamente aos fatos que demonstram claramente esses resultados⁶.

O aparelho galvânico que empregamos consistia em 20 recipientes retangulares de cobre, cujo comprimento e altura eram iguais a 12 polegadas, e cuja largura era pouco maior do que duas polegadas e meia. Cada recipiente era provido de duas lâminas de cobre, dobradas, de modo a poderem manter o bastão de cobre que sustenta a lâmina de zinco imersa na água do receptáculo vizinho⁷. A água dos recipientes contém 1/60 de seu peso de ácido sulfúrico e 1/60 de ácido nítrico. A parte de cada lâmina de zinco submersa na água é um quadrado cujo lado é cerca de 10 polegadas. Pode-se utilizar um aparelho menor, desde que seja capaz de tornar incandescente um fio metálico⁸. Os terminais opostos do aparelho galvânico são unidos por um fio metálico, que, por concisão, chamaremos de *condutor de conexão* ou *fio de conexão*. Atribuiremos o nome de *conflito elétrico* ao efeito que se manifesta nesse condutor e no espaço que o cerca⁹.

A parte retilínea desse fio é colocada em posição horizontal, suspensa acima da agulha magnética, e paralela a ela. Se for necessário, o fio de conexão pode ser dobrado para que uma parte dele assuma a posição correta necessária à experiência. Nessa situação, a agulha magnética será movida, e a sua extremidade que está sob a parte do fio de conexão mais próxima ao terminal negativo do aparelho galvânico será desviada para oeste¹⁰.

⁶ Este parágrafo foi omitido na tradução inglesa, e resumido na francesa e na italiana. Embora aqui se fale sobre o processo de descoberta, Ørsted proporcionou informações sobre seu caminho heurístico em um artigo sobre Termo-eletricidade que publicou em 1827 na *Enciclopédia de Edinburgh* (ver artigo precedente, seção 5).

⁷ Na tradução francesa publicada nos *Annales*, Arago adiciona aqui uma nota de rodapé: "Esta descrição não é clara; mas todas as pilhas, qualquer que seja sua construção, produzem os mesmos efeitos."

⁸ Em trabalhos anteriores, Ørsted havia considerado que a possibilidade de produção de calor e luz por meio de uma corrente elétrica em um fio metálico fino era uma evidência de que calor e luz tinham uma profunda relação com a eletricidade. De acordo com sua própria descrição (ver nota 6), Ørsted imaginou que, para manifestar também os efeitos magnéticos, era necessário que a corrente elétrica fosse suficientemente forte para tornar incandescente um fio fino.

⁹ O termo "conflito elétrico" utilizado por Ørsted, e que aparentemente só ele utilizava, vem de sua concepção sobre a natureza da corrente elétrica — que, essa sim, era comum a muitos físicos, e uma consequência natural da teoria dos dois fluidos. Se tanto a eletricidade negativa quanto a positiva tivessem existência real e pudessem se mover pelos condutores — imaginava-se na época — elas teriam que se encontrar (e aniquilar), depois se separar de novo, encontrar outra eletricidade oposta logo adiante, aniquilar-se, separar-se de novo, e assim por diante. A corrente elétrica não seria algo semelhante a um fluxo uniforme de um líquido, mas a dois fluxos opostos, em luta um contra o outro, e movendo-se por impulsos sucessivos. Esta era a concepção de Ørsted, e daí o nome de "conflito elétrico" (ver artigo precedente, seção 4).

¹⁰ O artigo de Ørsted é desprovido de gravuras; as apresentadas nesta tradução foram acrescentadas apenas para facilitar a visualização das experiências, sem qualquer pretensão de reproduzir realmente a aparelhagem utilizada por Ørsted. Apresentamos também cópia de alguns esboços do próprio Ørsted, em seu caderno de anotações, por ocasião das experiências de 1820.

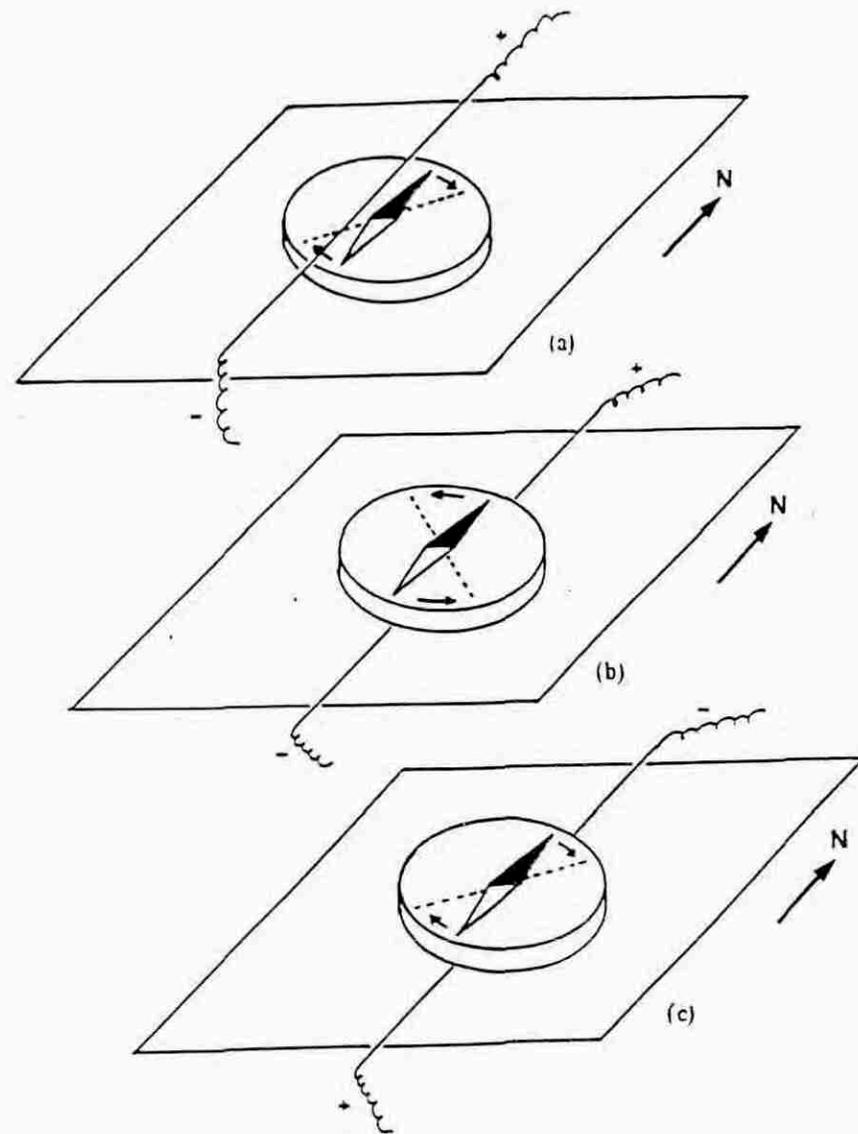


Figura 1. Colocando-se o fio condutor paralelo à agulha magnética, esta girava em sentidos opostos, conforme o fio estivesse acima (a) ou abaixo (b) da bússola. O sentido da rotação também se invertia quando o sentido da corrente elétrica era alterado (c).

Para tornar mais fácil a memorização disso, pode-se usar a fórmula: O pólo sobre o qual entra a electricidade negativa gira para oeste, ou para leste se entra abaixo.

Se o fio de conexão é girado em um plano horizontal de modo a formar um ângulo crescente com o meridiano magnético, o desvio da agulha magnética aumenta se o movimento do fio tende à posição da agulha perturbada, mas diminui se o fio se afasta dessa posição.

Colocando-se o fio de conexão no mesmo plano horizontal no qual se move a agulha magnética, equilibrada por um contrapeso¹⁴, e estando [o fio] paralelo à agulha, ela não se desvia nem para leste nem para oeste, mas inclina-se em relação ao plano, de tal modo que o pólo próximo à entrada da electricidade negativa no fio se abaixa, quando [o fio] está no lado occidental, e se eleva, quando está no lado oriental.

Quando o fio de conexão é colocado verticalmente na região defronte ao pólo da agulha magnética, e a extremidade superior do fio recebe electricidade do terminal negativo do aparelho galvânico, o pólo se move para leste; mas se o fio é colocado na região entre o pólo e o meio da agulha, ela se move para oeste. Quando a extremidade superior do fio recebe electricidade do terminal positivo, ocorrem os fenômenos inversos.

Se o fio de conexão é dobrado, até que ambas as partes se tornem duas pernas paralelas, os pólos magnéticos são atraídos ou repelidos conforme as circunstâncias¹⁵. Se o fio [assim dobrado] é colocado em oposição [diante] do pólo da agulha, de modo que o plano das pernas paralelas seja perpendicular ao meridiano magnético, e a perna oriental é unida ao terminal negativo do aparelho galvânico, a ocidental ao positivo; assim sendo, o pólo próximo será repellido, seja para leste, seja para oeste, dependendo da posição do plano das pernas. Unindo-se o ramo oriental com o terminal positivo e o ocidental com o terminal negativo, o pólo próximo será atraído. Quando o plano das pernas é colocado verticalmente em uma posição entre o pólo e o centro da agulha, ocorrem efeitos iguais mas inversos.

Uma agulha de latão, suspensa como a agulha magnética, não se move sob a ação do fio de conexão. Também permanecem em repouso agulhas de vidro ou daquilo que se chama goma laca, quando submetidas a experiências semelhantes¹⁶.

¹⁴ Nesta experiência, deve-se suspender delicadamente a agulha e equilibrá-la em posição exatamente horizontal, por um cavaleiro, para que se possa perceber suas inclinações devidas ao efeito da corrente. Com agulhas magnéticas suspensas por meio de um pino central, como nas bússolas ordinárias, é difícil notar-se esse efeito. Ao se repetir esse tipo de experiência, posteriormente, costumava-se suspender a agulha magnética por um fino fio de seda.

¹⁵ Para um fio simples, o efeito sobre o pólo do ímã nunca é de atração ou repulsão, e sim de desvio lateral. Mas para um par de fios o efeito pode ser o de atração ou repulsão, como no caso de uma espira.

¹⁶ Essas observações mostravam que o efeito observado nada tinha que ver com fenômenos eletrostáticos, pois estes atuariam também sobre agulhas não-magnéticas.

Consideremos agora a razão de todos esses fenômenos¹⁷.

O conflito elétrico apenas atua sobre as partículas magnéticas da matéria. Todos os corpos não-magnéticos parecem ser permeáveis ao conflito elétrico; mas os [corpos] magnéticos, ou suas partículas magnéticas, resistem à passagem desse conflito magnético, o que faz com que possam ser movidas pelo ímpeto das forças em luta¹⁸.

As observações expostas mostram que o conflito elétrico não está confinado ao fio condutor, mas está amplamente disperso no espaço circunjacente a ele.

Também se pode concluir das observações que esse conflito age por rotações [gyros], pois parece que essa é a condição sem a qual não se pode compreender que a mesma parte do fio de conexão, colocado abaixo do pólo magnético o leve para leste, e colocado acima dele o mova para oeste; pois tal é a natureza da rotação, que movimentos em partes opostas possuem direções opostas. Além disso, pareceria que um movimento de rotação, unido a um movimento progressivo dirigido segundo o comprimento do condutor, deveria formar uma linha conchoidal ou espiral ou seja, em hélice, mas isso, se não me engano, não contribui para a explicação dos fenômenos explicados até agora¹⁹.

Todos os efeitos aqui expostos, relativamente ao pólo norte, são facilmente compreendidos, supondo-se que a força ou matéria elétrica negativa percorre uma linha espiral dobrada para a direita, e empurra o pólo norte, mas não age sobre o [pólo] sul²⁰.

¹⁷ Até este ponto, Ørsted esteve descrevendo basicamente a fenomenologia do efeito descoberto, sem procurar explicá-lo, mas esforçando-se por encontrar descrições do tipo mais sintético possível. A seguir, em sua explicação, ele adotará uma concepção de campo, isto é, não empregará a idéia de ação à distância entre o fio e a agulha, pois a simetria do fenômeno torna difícil uma explicação desse tipo. Assim sendo, ele introduz a idéia de que a corrente elétrica (o "conflito elétrico") não é algo que ocorre apenas dentro do condutor, mas que produz uma perturbação em torno do fio, sob a forma de um turbilhão, e que é este que atua sobre o ímã. Idéias desse tipo haviam sido defendidas, muito tempo antes, por Descartes e Euler para explicar o magnetismo (ver MARTIN, T. H. *La foudre, l'électricité et le magnétisme chez les anciens*. Paris, Didier, 1866, pp. 81-2). Da mesma forma, algumas décadas mais tarde, será principalmente a observação de forças que não atuam em linha reta que levará Faraday a defender a idéia de um campo eletromagnético, abandonando a idéia de uma ação à distância.

¹⁸ Ørsted imagina que o conflito elétrico se manifesta, fora do fio, pelo menos, como um turbilhão dinâmico. Ora, como suas observações mostraram que o efeito descoberto não era impedido pela água, argila, metais, etc., Ørsted podia concluir que o conflito elétrico era capaz de atravessar esses materiais sem sofrer impedimento, e portanto também sem agir sobre eles — o que é confirmado pela experiência que mostrou que as agulhas de latão e outros materiais não são deturpadas. Por outro lado, o fluxo do conflito elétrico é impedido ou atrapalhado pelos materiais magnéticos, e o conflito por sua vez atua sobre esses materiais, empurrando-os na direção e no sentido de seu fluxo.

¹⁹ Para utilizar nossa linguagem moderna, Ørsted estava em dúvida sobre o tipo de simetria a ser atribuída ao conflito elétrico em torno do fio: teria o conflito uma simetria axial, ou polar? A diferença entre os dois tipos é que um deles é invariante em relação a uma reflexão por um plano normal ao eixo, e o outro tipo sofre inversão nessa transformação.

²⁰ Este aspecto da explicação de Ørsted pode ser compreendido de acordo com o comentário da Nota 18 acima: se o conflito elétrico é um tipo de fluxo que atua empurrando os materiais magnéticos, ele deveria, em princípio, empurrar todos os tipos de pólo (norte ou sul) no mesmo

Pode-se explicar de forma semelhante os efeitos sobre o pólo sul, se atribuirmos à força ou matéria elétrica positiva um movimento contrário, e o poder de agir sobre o pólo sul e não sobre o norte. Compreender-se-á melhor a concordância dessa lei com a natureza pela repetição das experiências do que através de uma longa explicação. A avaliação das experiências será muito facilitada, se for indicado o sentido das forças elétricas no fio de conexão por sinais pintados ou gravados.

Ao que foi dito adiciono apenas: Demonstrei em um livro publicado sete anos atrás, que o calor e a luz são constituídos pelo conflito elétrico²¹. É válido concluir, das observações descritas, que em seus efeitos ocorrem movimentos giratórios; acredito que isso contribuirá para esclarecer os fenômenos chamados de polarização da luz²².

Copenhague, 21 de julho de 1820.

sentido. Ora, isso não ocorria, o que tornava a explicação de Ørsted aparentemente inválida. A solução encontrada por ele foi a de supor a existência de dois turbilhões, com rotações opostas, em torno do fio — cada um associado a uma das eletricidades, e agindo apenas sobre um dos tipos de pólo. Sob este aspecto, há enorme semelhança entre o modelo de Ørsted e as idéias de Descartes sobre magnetismo, que talvez lhe fossem familiares (ver DESCARTES, R. *Principes de la Philosophie*, especialmente 4ª parte, §§133-183. Em: ADAM, C. & Tannery, P. *Oeuvres de Descartes*. Paris, J. Vrin, 1971, vol. 9. 2). Wollaston, posteriormente, sugerirá que o fio percorrido pela corrente gera um turbilhão único, que arrasta apenas os pólos norte do ímã, não agindo sobre os pólos sul. O modelo de Wollaston é insatisfatório, pois prevê uma assimetria em certos fenômenos, e ela não é observada. Veja-se também a proposta de Bezelius e de outros, comentada no artigo precedente, seção 6.

²¹ Sete anos antes, isto é, em 1813, fora publicada em Paris a tradução realizada por Marcel de Serres ("Recherches sur l'identité des forces chimiques et électriques") do livro que Ørsted publicara um ano antes em alemão, em Berlim ("Ansicht der chemischen Naturgesetze, durch die neueren Entdeckungen gewonnen"). É difícil saber por que motivo Ørsted se refere a sete anos antes, e não oito — talvez por preferir a tradução do que o original. Seja como for, no livro em questão, Ørsted de forma alguma "demonstrou" que o calor e a luz são constituídos pelo conflito elétrico.

²² Ørsted parece estar aqui estabelecendo uma analogia entre os turbilhões formados em torno da corrente elétrica, e que podem ser hélices dextróginas ou sinistróginas, com o fenômeno de rotação do plano de polarização da luz em substâncias opticamente ativas. Essa semelhança foi posteriormente discutida por Biot (ver artigo precedente, seção 7) e por Muncke, mas não levou a resultados importantes. Ver: MUNCKE, H. Einiges die Polarisierung des Lichtes und die Oersted'schen Versuche betreffend. *Annalen der Physik* 66: 412-5, 1820.

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

SUMÁRIOS DE REVISTAS

ANNALS OF SCIENCE, volume 40, número 1, janeiro 1983

Artigos

R. K. DeKosky	<i>William Crookes and the Quest for Absolute Vacuum in the 1870s</i>	1
A. G. Cock	<i>William Bateson's Rejection and Eventual Acceptance of Chromosome Theory</i>	19
N. S. Hetherington	<i>Mid-Nineteenth-Century American Astronomy: Science in a Developing Nation</i>	61
J. Jones	<i>James Hutton: Exploration and Oceanography</i>	81

ANNALS OF SCIENCE, volume 40, número 2, março 1983

Artigos

C. E. Perrin	<i>Joseph Black and the Absolute Levity of Phlogiston</i>	109
M. Feingold and P. M. Gouk	<i>An Early Critique of Bacon's Sylva Sylvarum: Edmund Chilmead's Treatise on Sound</i>	139
A. D. Farr	<i>Religious Opposition to Obstetric Anaesthesia: a Myth?</i>	159
D. R. Dean	<i>John Playfair and his Books</i>	179
B. Bensaude-Vinent	<i>Une Mythologie Révolutionnaire dans la Chimie Française</i>	189

ANNALS OF SCIENCE, volume 40, número 3, maio 1984

Artigos

O. Reinhardt and D. R. Oldroyd	<i>By Analogy with the Heavens: Kant's Theory of the Earth</i>	203
J. Jones	<i>The Geological Collection of James Hutton</i>	223
P. J. Bowler	<i>E. W. MacBride's Lamarckian Eugenics and its Implication for the Social Construction of Scientific Knowledge</i>	245
H. Nakajima	<i>Two Kinds of Modification Theory of Light: Some New Observations on the Newton-Hooke Controversy of 1672 Concerning the Nature of Light</i>	261

ANEXOVI
ATIVIDADES DOS ALUNOS AULA 7

Assinatura

ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA PROFESSORA GENI COMEL

ALUNO:

1- Suponha que você possua alguns ímãs nos quais assinalou quatro pólos com as letras A, B, C e D. Você verifica que:

- O pólo A repele o pólo B;
- O pólo A atrai o pólo C;
- O pólo C repele o pólo D;

E sabe que o pólo D é um pólo norte. Nestas condições, você pode concluir que B é um pólo norte ou um pólo sul? *sul*

2- Com base nas discussões feitas sobre campo magnético, explique por que a agulha da bússola adquire a direção norte-sul magnética da Terra.

Quando a Terra se comporta como um ímã grande, com um pólo norte magnético e um pólo sul magnético. A agulha da bússola se alinha com o campo magnético da Terra, apontando para o pólo norte magnético da Terra, que está próximo ao pólo sul geográfico da Terra.

3- Como se caracteriza o comportamento magnético dos materiais? Dê exemplos.

Podem ser classificados em materiais magnéticos e não magnéticos. Os materiais magnéticos são aqueles que são atraídos pelo ímã, como o ferro, o níquel e o cobalto. Os materiais não magnéticos são aqueles que não são atraídos pelo ímã, como o alumínio, o cobre e o vidro.

ALUNO: Fabúcia

1- Suponha que você possua alguns ímãs nos quais assinalou quatro pólos com as letras A, B, C e D. Você verifica que:

- O pólo A repele o pólo B;
- O pólo A atrai o pólo C;
- O pólo C repele o pólo D;

E sabe que o pólo D é um pólo norte. Nestas condições, você pode concluir que B é um pólo norte ou um pólo sul? *sul*.

2- Com base nas discussões feitas sobre campo magnético, explique por que a agulha da bússola adquire a direção norte-sul magnética da Terra. *Porque é no norte-sul há maior concentração do campo magnético*

3- Como se caracteriza o comportamento magnético dos materiais? Dê exemplos.

③ Dependendo do comportamento semelhante a de um ímã, ou seja, um ímã obtido por meio de corrente elétrica, isso é eletroímã.

Juliana

ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA PROFESSORA GENI COMEL

ALUNO: _____

1- Suponha que você possua alguns ímãs nos quais assinalou quatro pólos com as letras A, B, C e D. Você verifica que:

➤ O pólo A repele o pólo B;

➤ O pólo A atrai o pólo C;

➤ O pólo C repele o pólo D;

E sabe que o pólo D é um pólo norte. Nestas condições, você pode concluir que B é um pólo norte ou um pólo sul?

2- Com base nas discussões feitas sobre campo magnético, explique por que a agulha da bússola adquire a direção norte-sul magnética da Terra.

3- Como se caracteriza o comportamento magnético dos materiais? Dê exemplos.

Respostas

1- Pólo Sul

2- Isso ocorre porque a terra se comporta como um grande ímã, cujo pólo norte magnético está localizado na região sul geográfica e cujo pólo sul magnético está localizado na região norte geográfica.

3- Um alto grau de alinhamento dos ímãs elementares constituídos por átomos, que só ocorre com as substâncias ferromagnéticas, isto é, ferro, cobalto, níquel. As demais substâncias apresentam normalmente um alinhamento muito pequeno cujo efeito magnético externo não é perceptível.