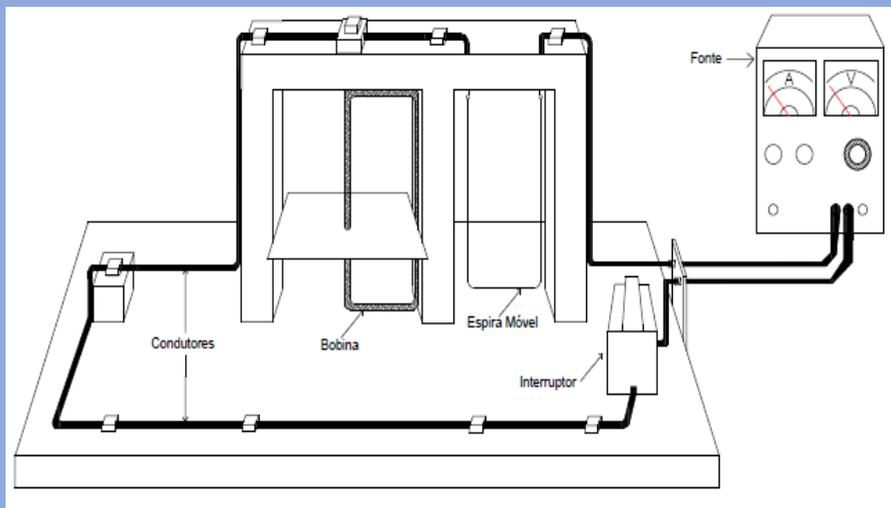


GUIA PARA CONSTRUÇÃO DE KIT DIDÁTICO PARA ENSINO DO ELETROMAGNETISMO



PRODUTO EDUCACIONAL
1ª EDIÇÃO

- CARLOS HENRIQUE ROCHA
- GISELLE FAUR

2017

ISBN: 978-85-9549-018-5



PPGEC

Programa de Pós-Graduação em
Ensino das Ciências
UNIGRANRIO

UNIVERSIDADE
UNIGRANRIO

Apresentação

Caríssimo (a) Profissional Docente:

Esta produção é destinada a você, profissional docente, que busca estratégias para tornar os processos de ensino e de aprendizagem mais efetivos e é fruto de uma pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências (PPGEC) da UNIGRANRIO.

Vários autores apontam que o Eletromagnetismo precisa, para melhor compreensão do comportamento de suas variáveis no plano tridimensional, de uma visualização e que os experimentos utilizados no ensino, como recurso didático, possuem várias vantagens sobre textos e falas dos professores, tornando estes aspectos dos fenômenos físicos mais acessíveis cognitivamente.

Inquietos com uma realidade de ensino presente em algumas escolas que prioriza a aplicação de fórmulas e a realização de exercícios repetitivos em detrimento de abordagens mais práticas, desenvolvemos este produto, composto de um Kit Experimental e uma Sequência Didática, na tentativa de valorizar a compreensão também dos conceitos físicos envolvidos.

O Kit Experimental foi desenvolvido considerando a utilização de materiais de baixo custo e facilidade de montagem, fato que possibilita sua reprodução e utilização nas diversas realidades do Ensino Médio onde, via de regra, prevalece a escassez de recursos.

Visando facilitar sua utilização, foi desenvolvida uma Sequência Didática que orienta o docente quanto à realização dos experimentos, bem como apresenta uma série de sugestões de atividades a fim de estimular o processo de mediação.

A utilização deste produto permite aos professores de Física o estabelecimento do processo de mediação professor/aluno, que é apontado por Gerard Vergnaud como imprescindível ao processo de ensino e de aprendizagem, possibilitando ao docente trabalhar os conceitos físicos externados pelos alunos, conduzindo-os aos conceitos científicos.

Acreditamos que a utilização deste Produto Educacional (Kit Experimental + Sequência Didática) pode estimular o processo de autonomia do aluno no processo de construção do conhecimento.

Bom trabalho,

Carlos Henrique Rocha
e
Giselle Faur

Sumário

INTRODUÇÃO.....	04
1 A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS.....	06
2 KIT EXPERIMENTAL.....	10
3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	14
COSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
REFERÊNCIAS.....	34
SOBRE OS AUTORES.....	36

Introdução

Podemos entender as dificuldades na aprendizagem dos conceitos do Eletromagnetismo observando as metodologias utilizadas atualmente, com excesso de atenção dada às aulas expositivas, cuja abordagem privilegia a aplicação de fórmulas e a realização de exercícios repetitivos em detrimento de abordagens mais práticas e conceituais que possibilitem uma associação dos conteúdos ministrados com a realidade e/ou experiências pessoais dos alunos. Este processo encontra-se desgastado, pois não permite que a educação se torne um ato cognoscente, ou seja, pouco estimula a participação do aluno no processo de construção do conhecimento.

O professor de hoje precisa buscar novos mecanismos para abordar os conceitos físicos, principalmente os mais complexos, como é o caso do Eletromagnetismo.

Propondo novas metodologias de ensino, estimular-se-á o processo de aprendizagem voltado para o papel ativo do aluno na construção do próprio conhecimento. Esses métodos devem ser desenvolvidos com o objetivo de despertar o interesse e a curiosidade do aluno, possibilitando, com isso, um olhar diferente do mundo que o cerca e estimulando-o na construção do conhecimento a partir da sua própria realidade.

Na discussão de novas metodologias, percebe-se que há certo consenso de que a aprendizagem se torna mais efetiva quando é possibilitada ao aluno a realização de atividades práticas planejadas e com objetivos bem definidos, com vistas a enriquecer e favorecer a construção de conhecimento a partir dos conteúdos que estão sendo abordados.

Acreditamos que a realização de experimentos, durante as aulas de Eletromagnetismo, desenvolvidos e aplicados à luz da Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud, melhora o processo de aprendizagem, facilitando a prática docente, aumentando a satisfação dos alunos e seu desempenho nos processos de avaliação da disciplina.

Com vistas a facilitar a aplicação desta metodologia de ensino, foram desenvolvidos e construídos uma série de experimentos de baixo custo com facilidade de montagem e aplicação (Kit Experimental), acompanhados de uma Sequência Didática que orienta a sua realização, a fim de que possam ser utilizados nas diversas realidades de escolas de Ensino Médio.

1 – A Teoria dos Campos Conceituais

A fundamentação teórica deste trabalho está apoiada na teoria de aprendizagem de Gérard Vergnaud ou, como é conhecida, Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud.

Em sua teoria, Vergnaud ampliou e redirecionou o foco das operações lógicas reais e das estruturas gerais do pensamento para o estudo do funcionamento cognitivo do sujeito em ação.

Plaisance e Vergnaud (2003) definem a Teoria dos Campos Conceituais como um quadro teórico que torna possível a integração, de um ponto de vista psicológico, de vários fatores considerados nos processos de ensino e de aprendizagem, quais sejam:

- a relação entre os processos a curto prazo, de aprendizado em situação, e os processos a longo prazo, do desenvolvimento cognitivo;
- a dialética entre uma visão do cognitivo em termos de competências e de esquemas, de um lado, e em termos de conhecimentos e de concepções expressas, de outro lado;
- o papel de mediações linguísticas e outras formas de mediação. (PLAISANCE E VERGNAUD, 2003, p. 75)

A Teoria de Vergnaud dá importância à interação social, à linguagem e à simbolização no progressivo e importante domínio de um campo conceitual pelos alunos, na medida em que

contribuem para: “a oferta de situações favoráveis ao aprendizado, a mediação por parte das pessoas que o rodeiam, a utilização de formas linguísticas e de formas simbólicas para comunicar e representar.” (PLAISANCE E VERGNAUD, 2003, p.65)

Moreira (2011) resume a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud como:

...uma teoria cognitivista neopiagetiana que pretende oferecer um referencial mais frutífero do que o piagetiano ao estudo do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem de competências complexas, particularmente aquelas implicadas nas ciências e na técnica. (MOREIRA, 2011, p. 207).

E continua:

Campo conceitual é também definido por Vergnaud como um conjunto de problemas e situações cujo tratamento requer conceitos, procedimentos e representações de tipos diferentes, mas intimamente relacionados. (MOREIRA, 2011, p.208)

Para Brun (2000), embora a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud tenha sido elaborada a fim de explicar o processo de conceitualização das estruturas aditivas e multiplicativas, ela não é específica da matemática. Ele justifica a utilização da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud no ensino das ciências da seguinte forma:

A teoria dos campos conceituais é uma teoria cognitivista que visa fornecer um quadro coerente e alguns princípios de base para o estudo do desenvolvimento e da aprendizagem das competências complexas, nomeadamente daquelas que revelam das ciências e das técnicas. (BRUN, 2000, p.155)

Optou-se pela utilização da teoria de Vergnaud como suporte teórico deste trabalho, pois ela nos permite compreender a aprendizagem do indivíduo através de situações, ou seja, a atuação do mesmo frente a estas situações o torna um “sujeito-em-ação”. Para Vergnaud, a análise e investigação do “sujeito em ação” é o cerne da questão. Com estes conceitos pode-se elaborar uma série de atividades que permitem uma abordagem mais eficiente dos conteúdos desde a fase de elaboração das aulas até a fase de avaliação do aluno.

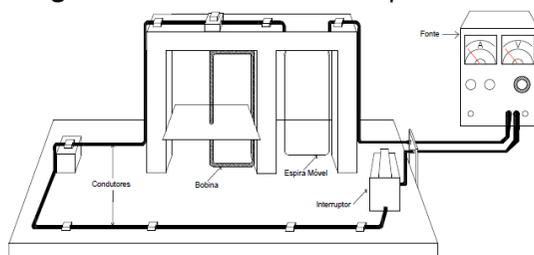
Quanto a importância da experimentação, Araújo e Abib (2003) afirmam que todos os autores são unânimes quanto à defesa do uso de atividades experimentais e destacam dois aspectos fundamentais pelos quais acreditam na efetividade desta estratégia: as atividades experimentais estimulam a participação ativa dos estudantes, fomentando a criatividade e envolvendo-os no processo de aprendizagem; proporcionam um ambiente motivador, estimulante e agradável, rico em situações desafiadoras que, quando bem trabalhadas pelo professor, tornam a aprendizagem mais significativa.

Entendemos ainda, concordando com Séré et al. (2003), que um experimento pode ser concebido considerando-se diferentes abordagens. Ao diversificar as atividades e abordagens, cria-se no aluno motivação e interesse para as atividades experimentais e, segundo os autores, “Concebe-se a experimentação como uma forma de favorecer o estabelecimento de um elo entre o mundo dos objetos, o mundo dos conceitos, leis e teorias e o das linguagens simbólicas” (SÉRÉ et al., 2003, p. 30).

2 - Kit Experimental

O Kit Experimental foi desenvolvido considerando a utilização de materiais de baixo custo e facilidade de montagem, com vistas a possibilitar sua aplicação nas diversas realidades do Ensino Médio, onde a escassez de recursos, muitas vezes, inviabiliza a realização de atividades experimentais. A vista geral do Kit Experimental é mostrada na figura 1.

Figura 1 - Vista Geral do Kit Experimental



Trata-se de um Kit Experimental compacto e de fácil locomoção, não necessitando de um ambiente específico para realização dos experimentos como, por exemplo, um laboratório de Física. Para seu funcionamento basta que a sala de aula disponha de uma fonte de tensão alternada de 127 ou 220 V, podendo ser montado e utilizado sobre a mesa do professor.

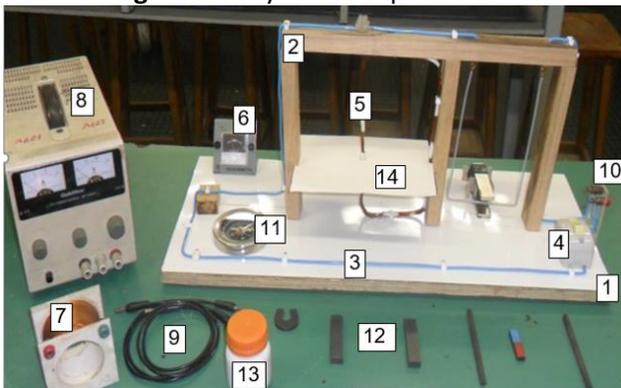
Para a construção do Kit Didático foram utilizados os seguintes materiais:

- 1 tábua de madeira com 15 x 40 cm (1)
- 1 metro de ripa de madeira de 2 x 2 cm (2)

- 2 metros de fio de cobre isolado de 1,5 mm² (3)
- 1 interruptor simples de sobrepôr (4)
- 20 metros de fio de cobre esmaltado (5)
- 1 galvanômetro de zero central (6)
- 1 bobina de 500 espiras (7)
- 1 fonte de tensão contínua variável 15 V / 3 A (8)
- 2 cabinhos com plug banana macho (9)
- 2 terminais fêmea tipo banana (10)
- 1 bússola (11)
- ímãs de ferrite ou neodímio em formas de barra e U (12)
- 1 pote com limalhas de ferro (13)
- 1 chapa de acrílico de 14 x 14 cm (14)

O layout do Kit Didático, com a devida identificação de seus componentes, é apresentado na figura 2.

Figura 2 – Layout Kit Experimental



Na figura 3 é apresentado o Kit Experimental devidamente acondicionado em sua maleta de transporte.

Figura 3 – Maleta de Acondicionamento e Transporte



Parte do material necessário para montagem do Kit Didático pode ser obtida a partir de material de refugo da própria escola, como, por exemplo, restos de madeira, pontas de fio, pedaço de acrílico, limalhas de ferro, plugs/bornes e fios esmaltados. Os demais componentes, necessários à montagem do Kit Didático, fonte de tensão, ímãs, galvanômetro, bobina, bússola e maleta podem ser obtidos ao custo total de R\$ 350,00 (trezentos e cinquenta reais).

Se compararmos este valor com os valores praticados pelas empresas especializadas na venda de instrumentos, equipamentos e kits para laboratórios de Física, cujos montantes necessários à aquisição giram na faixa de milhares de reais, podemos considerar este projeto como de baixo custo, ou seja, este custo pode ser absorvido pela escola sem grande impacto financeiro em seu orçamento.

Vale ressaltar ainda que o maior investimento se refere à aquisição da fonte de tensão variável, ou seja, caso a escola já disponha de uma fonte ou algum de seus funcionários domine a eletrônica a fim de montá-la, o custo necessário para construção do Kit Experimental reduzirá para, aproximadamente, R\$ 200,00 (duzentos reais).

O Kit Experimental permite a realização dos seguintes experimentos:

- Campo magnético de um ímã;
- Atração e repulsão dos pólos de um ímã;
- Espectro do campo magnético de um ímã;
- Geração de campo magnético a partir de uma corrente elétrica;
- Regra de Ampère;
- Força magnética em um condutor;
- Lei de Faraday;
- Lei de Lenz.

O passo a passo para montagem do Kit Didático pode ser acessado no link abaixo:

<https://m.youtube.com/watch?v=TWcjmQu0YyQ>

3 - Sequência Didática

Para Kobashigawa et. al (2008 apud LEAL, 2013), uma Sequência Didática é um conjunto de atividades e intervenções planejadas, etapa por etapa, pelo docente para que o entendimento do conteúdo ou tema proposto seja alcançado pelos discentes.

Com a aplicação da Sequência Didática busca-se um avanço na apropriação do ensino, possibilitando aos professores as intervenções necessárias e a identificação das concepções dos alunos sobre o tema proposto.

Para Leal (2013), a Sequência Didática é uma ação democrática aos discentes e quebra o paradigma de que o professor somente reproduz um conhecimento aos alunos. Ainda segundo a autora dois grandes objetivos são alcançados com o uso da Sequência Didática, quais sejam:

- Possibilitar ao aluno uma reflexão e apreensão acerca do tema proposto.
- Estender o conhecimento sobre o tema à vida cotidiana dos alunos.

É importante que na aplicação desta Sequência Didática, seja oportunizada aos alunos participantes a manipulação de todos os experimentos propostos. Para Régnier e Monin (2009), as atividades práticas mobilizam conhecimentos que nem sempre são visíveis e dizíveis, pois existe uma defasagem entre as formas operatória (prática) e predicativa (oral e escrita) do conhecimento.

Para as autoras, a expressão perceptivo-gestual dos participantes, observada durante a realização das atividades práticas, possui núcleo conceitual passível de ser analisado.

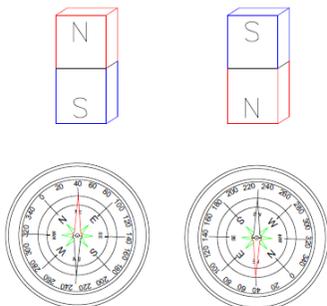
Para Séré et al. (2003), um experimento pode ser concebido considerando-se diferentes abordagens e, ao diversificar as atividades e abordagens, dando-lhes uma conotação mais de acordo com as atividades científicas, cria-se no aluno motivação e interesse para as atividades experimentais. “Concebe-se a experimentação como uma forma de favorecer o estabelecimento de um elo entre o mundo dos objetos, o mundo dos conceitos, leis e teorias e o das linguagens simbólicas” (SÉRÉ et al., 2003, p. 30).

2.1 – Atividade Experimental 1: Experiência com Imãs.

A base fundamental desta atividade deverá se concentrar nas características dos imãs: Polaridade, forças de atração e repulsão, campo e espectro magnético.

Os procedimentos e materiais necessários à execução das atividades são mostrados nos quadros 1, 2 e 3, respectivamente, para as situações 1, 2 e 3 que serão trabalhadas nesta atividade.

Figura 4 – Identificação dos Pólos do Imã



Quadro 1 – Descrição da Situação 1 da Atividade Experimental 1

Variável Didática	Pólos Norte e Sul.
Objetivo Específico	Identificar os pólos Norte e Sul dos imãs
Material Necessário Para Realizar o Experimento	- 1 Bússola - 1 Imã em forma de barra
Procedimentos da Construção do Experimento	Colocando a bússola sobre a mesa, aproxima-se um imã em forma de barra, observando como o campo magnético do imã interfere na posição da agulha e identificando a partir da posição da mesma os pólos desconhecidos do imã, vide figura 4. Tomar o cuidado de não aproximar muito o imã para que o mesmo não desmagnetize a agulha da bússola.
Procedimentos da Atividade	Nesta atividade trabalha-se o conceito de magnetismo, campo magnético e polaridade dos imãs. Sugere-se ao professor entregar aos alunos o imã e a bússola, convidando-os a manipularem os objetos a fim de que verifiquem os conceitos envolvidos.
Tempo Estimado	30 minutos
Comentários	Nesta atividade poderá ser proporcionado ao aluno o manuseio de imãs e da bússola a fim de que estes conheçam os materiais/instrumentos, conforme mostrado na figura 4. Objetiva-se que os discentes entendam o funcionamento da bússola e determinem os pólos de um imã com a sua utilização.

Figura 5 – Forças de atração e repulsão

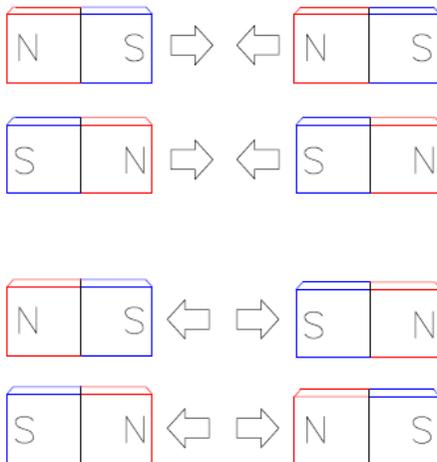
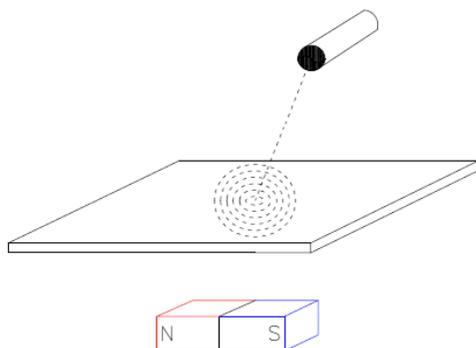


Figura 6 – Espectro do campo magnético



Quadro 2 – Descrição da Situação 2 da Atividade Experimental 1

Variável Didática	Forças de atração e repulsão
Objetivo Específico	Comprovar as forças de atração e repulsão existentes entre os pólos dos ímãs.
Material Necessário Para Realizar o Experimento	- Dois ímãs em forma de barra
Procedimentos da Construção do Experimento	Com os pólos dos ímãs devidamente identificados, verificar como se processam as forças de atração e repulsão entre os pólos, aproximando o pólo Norte de um ímã com o Norte do outro ímã, o Sul com o Sul e o Norte com o Sul, conforme figura 5.
Procedimentos da Atividade	Nesta atividade pode-se trabalhar o conceito de força magnética, atração e repulsão dos pólos. Os alunos podem ser convidados pelo professor a manipular os dois ímãs em forma de barra, com pólos devidamente identificados, vide figura 5, verificando a existência das forças de atração e repulsão entre os pólos conforme a disposição dos ímãs. O professor pode ainda iniciar a atividade perguntando aos alunos o que acontecerá ao aproximarmos pólos iguais de dois ímãs e o que acontecerá no caso da aproximação de pólos diferentes.
Tempo Estimado	30 minutos
Comentários	Basicamente este experimento possibilitará ao aluno a verificação dos fenômenos da atração e repulsão entre os pólos dos ímãs, conhecida como Lei de Du Fay para pólos magnéticos (WOLSKI, 2005, p.15).

Quadro 3 – Descrição da Situação 3 da Atividade Experimental 1

Variável Didática	Campo magnético do ímã.
Objetivo Específico	Comprovar a existência do campo magnético ao redor do ímã com suas respectivas linhas de força magnética, visualizando seu espectro.
Material Necessário Para Realizar o Experimento	- Um ímã em forma de barra - Um ímã em forma de U - Um pote com limalhas de ferro - Uma folha de papel sulfite
Procedimentos da Construção do Experimento	Colocar o ímã em forma de barra sobre a mesa e uma folha de papel sulfite suspensa sobre ele. Derramar aos poucos a limalha de ferro sobre o papel e observar a formação do espectro magnético, conforme figura 6.
Procedimentos da Atividade	Nesta atividade trabalha-se o conceito de campo magnético e suas linhas de força magnética. Sugere-se ao professor disponibilizar aos alunos um ímã em forma de barra, uma folha de papel sulfite e um recipiente com limalhas de ferro, convidando-os a colocar a folha sobre o ímã e a despejar lentamente a limalha de ferro sobre a folha a fim de que estes visualizem a formação do espectro do campo magnético. Caso esteja disponibilizado um ímã em forma de U pode-se sugerir a realização do mesmo procedimento com a utilização deste ímã. O professor pode perguntar aos alunos sobre suas concepções em relação à disposição das linhas de campo ao redor do ímã antes da realização do experimento.
Tempo Estimado	30 minutos
Comentários	Neste experimento os alunos poderão visualizar o campo magnético ao redor de um ímã bem como será verificada a formação do espectro do campo magnético presente ao redor do mesmo, vide figura 6, possibilitando ao discente a observação da região onde o ímã exerce sua influência e delineando as linhas de campo magnético com a utilização da limalha de ferro.

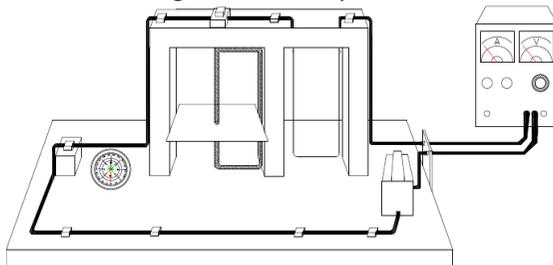
Nas três situações propostas na Atividade Experimental 1, poderá ser utilizada a abordagem de verificação. Para Oliveira (2010), as atividades de verificação são aquelas que servem para corroborar alguma Lei ou Teorema e proporcionam aos alunos a capacidade de interpretar parâmetros que determinam o comportamento dos fenômenos observados, articulando-os com os conhecimentos científicos que possuem e tornando o ensino mais realista e palpável. Séré (2003) afirma que neste tipo de abordagem o professor enfoca a teoria buscando estabelecer uma primeira relação entre ela e o mundo dos objetos.

2.2 – Atividade Experimental 2: Geração de um Campo Magnético a partir de uma Corrente Elétrica.

A base fundamental desta atividade deverá se concentrar na experiência de Hans Oersted, ressaltando a origem e a configuração do campo magnético ao redor de um condutor.

Os procedimentos e materiais necessários à execução dos experimentos são mostrados nos quadros 4, 5 e 6, respectivamente, para as situações 1, 2 e 3 que serão trabalhadas nesta atividade.

Figura 7 – Montagem Para o Experimento de Oersted



Quadro 4 – Descrição da Situação 1 da Atividade Experimental 2

Variável Didática	A relação entre eletricidade e magnetismo.
Objetivo Específico	Comprovar a relação entre eletricidade e magnetismo.
Material Necessário Para Realizar o Experimento	- 1 Bússola - 1 Fonte de tensão contínua variável (0 a 15 V / 3 A) - 1 Kit Experimental mostrado na figura 1
Procedimentos da Construção do Experimento	Montar o circuito conforme mostrado na figura 7. Inicialmente a bússola deve ser colocada por baixo do condutor, deixando o ponteiro da mesma alinhado à direção deste e, ainda com o circuito aberto, deve ser observada a posição do ponteiro da bússola. Fechando o circuito, a tensão da fonte deve ser aplicada, gradativamente, até a corrente atingir 2 A e novamente deve ser observado o comportamento do ponteiro da bússola. Em seguida o sentido da corrente no circuito deve ser invertido, observando-se mais uma vez o comportamento do ponteiro da bússola. Ainda com o circuito energizado retira-se a bússola da parte de baixo, colocando-a sobre o condutor e observando o que acontece com o ponteiro da mesma.
Procedimentos da Atividade	Nesta atividade trabalha-se o conceito de campo magnético gerado por um condutor conduzindo corrente. Sugere-se ao professor disponibilizar aos alunos o circuito previamente montado e a bússola, convidando-os a manipular os objetos. O professor pode iniciar perguntando aos alunos se o ponteiro da bússola se sensibilizará caso a mesma seja aproximada do condutor, enquanto o circuito estiver aberto, propondo em seguida a aproximação da mesma. O professor pode sugerir o fechamento do circuito e observar o procedimento dos alunos, conduzindo-os a observação da condição com circuito fechado. Finalizando, sugere-se suscitar uma discussão sobre o sentido do campo magnético, conduzindo a investigação dos alunos a fim de que os mesmos constatem o sentido do campo em função do sentido da corrente elétrica. O experimento também pode ser conduzido de maneira que os alunos façam a mesma verificação com a bússola colocada embaixo e sobre o condutor, vide figura 7. Antes de possibilitar a realização do experimento o professor pode questionar os alunos sobre a existência ou não de campo magnético ao redor de condutores, conduzindo ou não corrente, o sentido do campo e da corrente e suas correlações.
Tempo Estimado	30 minutos
Comentários	Neste experimento será trabalhado e discutido com os alunos o clássico experimento de Hans Oersted, mostrando ao aluno o comportamento da agulha da bússola nas condições de circuito aberto e circuito fechado, permitindo ao mesmo a comprovação da existência de um campo magnético ao redor do condutor conduzindo corrente. Ao colocar a bússola nas posições acima e abaixo do condutor comprovar-se-á os diferentes sentidos do campo ao redor do condutor, em função da posição da bússola e do sentido da corrente.

Figura 8 – Campo Magnético ao Redor do Condutor

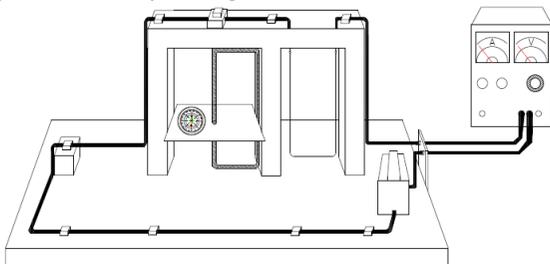
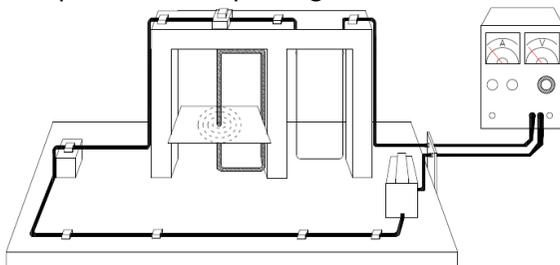


Figura 9 – Espectro do Campo Magnético ao Redor do Condutor



Quadro 5 – Descrição da Situação 2 da Atividade Experimental 2

Variável Didática	Campo magnético.
Objetivo Específico	Mostrar a disposição do campo magnético ao redor do condutor.
Material Necessário Para Realizar o Experimento	- 1 Bússola - 1 Fonte de tensão contínua variável (0 a 15 V / 3 A) - 1 Kit Experimental mostrado na figura 1
Procedimentos da Construção do Experimento	Dispor a bobina do circuito na posição vertical, posicionando a bússola no plano perpendicular ao plano da bobina, conforme pode ser observado na figura 8. Colocar a bússola em várias posições ao redor da mesma e observar o comportamento do ponteiro da bússola nas várias posições onde ela for colocada.
Procedimentos da Atividade	Nesta atividade trabalha-se o conceito de campo magnético ao redor de um condutor conduzindo corrente colocado na posição vertical a fim de comprovar a disposição perpendicular do campo em relação ao condutor. Sugere-se ao professor convidar os alunos a manipular a bússola, colocando-a ao redor do condutor, conduzindo-os a executar a verificação em diversas posições ao redor deste. Pode-se trabalhar a aplicação da regra da mão direita a fim de incentivar os alunos a inverter o sentido da corrente, constatando a inversão do sentido do campo. A partir de questionamentos o professor pode levantar o conceito da disposição do campo magnético em relação ao condutor, buscando esclarecer a perpendicularidade do campo magnético em relação aos condutores conduzindo corrente.
Tempo Estimado	30 minutos
Comentários	Esta experiência, ao dispor o condutor perpendicularmente ao plano, vide figura 8, possibilitará a discussão de que as linhas de campo magnético são circulares, concêntricas e perpendiculares em relação ao condutor, dando-se especial atenção ao tratamento das dificuldades da visualização tridimensional. Permite também trabalhar a regra prática da mão direita, indicando o sentido das linhas de campo em função do sentido da corrente. Para conseguir bons efeitos, o professor deverá utilizar uma bobina quadrada de 200 espiras para permitir a formação de um campo de maior intensidade.

Quadro 6 – Descrição da Situação 3 da Atividade Experimental 2

Variável Didática	Campo magnético
Objetivo Específico	Mostrar o espectro do campo magnético ao redor do condutor.
Material Necessário Para Realizar o Experimento	- 1 Bússola - 1 Fonte de tensão contínua variável (0 a 15 V / 3 A) - 1 Kit Experimental mostrado na figura 1 - 1 Pote com limalha de ferro
Procedimentos da Construção do Experimento	Disponibilizar a bobina do circuito na posição vertical, conforme mostrado na figura 9, colocando uma folha de papel sulfite sobre o plano perpendicular à bobina. Espalhar, gradativamente, limalha de ferro neste plano a fim de comprovar a forma e a distribuição das linhas de campo magnético. Inverter o sentido da corrente no circuito e observar o que acontece com as limalhas.
Procedimentos da Atividade	Nesta atividade trabalha-se o conceito do espectro e sentido do campo magnético ao redor de um condutor conduzindo corrente. O professor pode entregar aos alunos um recipiente com limalha de ferro e uma folha de papel sulfite a fim de possibilitar a estes a comprovação da concentricidade do campo magnético ao redor do condutor conduzindo corrente. Sugere-se ao professor convidar os alunos a fazer uma analogia com o espectro do campo magnético de um ímã e conduzi-los a despejar a limalha de ferro ao redor do condutor a fim de que o espectro magnético seja formado. O professor pode suscitar uma investigação em relação ao sentido das linhas de força, conduzindo os alunos a inversão do sentido da corrente a fim de que estes comprovem a inversão do sentido do campo, após a inversão do sentido da corrente. O professor pode reforçar a perpendicularidade e concentricidade das linhas de campo em relação ao plano do condutor.
Tempo Estimado	30 minutos
Comentários	Esta experiência, ao dispor a bobina perpendicularmente ao plano, possibilitará a discussão de que as linhas de campo magnético são circulares e concêntricas ao condutor, dando especial atenção ao tratamento das dificuldades da visualização tridimensional. Permitirá trabalhar também a regra prática da mão direita, indicando o sentido das linhas de campo em função do sentido da corrente. Poderá ainda, suscitar uma discussão de que a intensidade do campo magnético depende da distância à bobina ou fio e da intensidade da corrente elétrica.

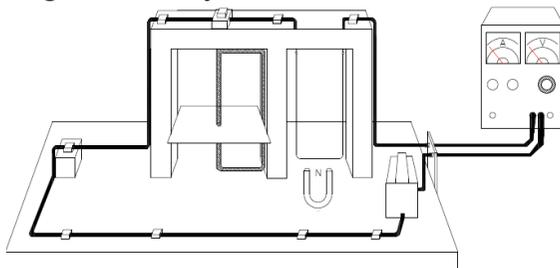
Durante a realização das situações propostas na Atividade Experimental 2, poderá ser utilizada a abordagem de investigação. Para Oliveira (2010), as atividades com abordagem investigativa possuem característica mais aberta, não possuem um roteiro fechado, possibilitando ao aluno intervenções e modificações ao longo das etapas do procedimento experimental.

2.3 – Atividade Experimental 3: Ação do Campo magnético sobre a Corrente Elétrica.

A base fundamental desta atividade deverá se concentrar na existência da força que atua sobre um condutor conduzindo corrente quando o mesmo está imerso em um campo magnético, comprovando a Regra de Fleming.

Os procedimentos e materiais necessários à execução da atividade são mostrados nos quadros 7 e 8, respectivamente, para as situações 1 e 2 que serão trabalhadas ao longo desta atividade.

Figura 10 – Força em Um Condutor Retilíneo



Quadro 7 – Descrição da Situação 1 da Atividade Experimental 3

Variável Didática	Força magnética em um condutor.
Objetivo Específico	Comprovar a existência da força magnética que atua sobre um condutor, quando o mesmo está sob a ação de um campo magnético e circula por ele uma corrente elétrica.
Material Necessário Para Realizar o Experimento	- 1 Bússola - 1 Fonte de tensão contínua variável (0 a 15 V / 3 A) - 1 Kit Experimental mostrado na figura 1 - Um ímã em forma de U ou dois ímãs em forma de barra
Procedimentos da Construção do Experimento	Montar o circuito conforme mostrado na figura 10. Colocar o ímã ao lado do fio e conectar a espira de condutor rígido, suspensa no suporte, à fonte de tensão, observando o movimento da mesma.
Procedimentos da Atividade	Nesta atividade trabalha-se o conceito de força magnética em um condutor imerso em um campo magnético. O professor pode convidar os alunos a aproximar o ímã em forma de U da espira suspensa, a fim de que estes constatem o que acontecerá com a espira móvel, enquanto o circuito estiver desligado. Em seguida o professor pode questionar os alunos, conduzindo-os ao fechamento do circuito e a observação da condição da espira. Sugere-se ao professor perguntar aos alunos se haverá alguma interação entre ímã e espira nas duas condições do circuito (aberto e fechado). Pode-se trabalhar com os alunos o conceito do motor elétrico após a realização do experimento.
Tempo Estimado	45 minutos
Comentários	Neste experimento trabalham-se as propriedades do campo magnético e a influência da passagem ou não da corrente elétrica pelo condutor, comprovando-se que o campo magnético tem influência, ou seja, exerce uma força sobre o condutor quando o mesmo é percorrido por uma corrente elétrica.

Quadro 8 – Descrição da Situação 2 da Atividade Experimental 3

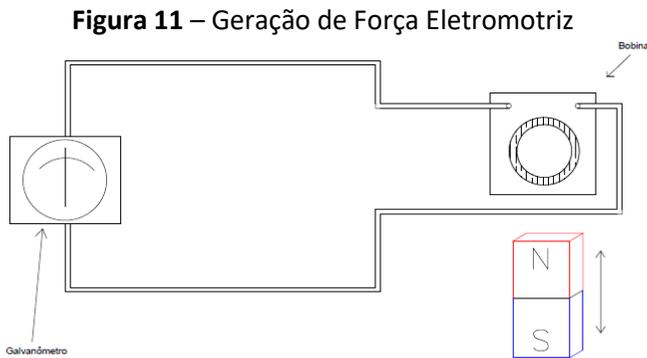
Variável Didática	Sentido da força magnética em um condutor.
Objetivo Específico	Analisar o sentido da força que age sobre um condutor sob a ação de um campo magnético, em função do sentido da corrente que circula por ele e do sentido do campo magnético.
Material Necessário Para Realizar o Experimento	- 1 Bússola - 1 Fonte de tensão contínua variável (0 a 15 V / 3 A) - 1 Kit Experimental mostrado na figura 1 - Um ímã em forma de U ou dois ímãs em forma de barra
Procedimentos da Construção do Experimento	Montar o circuito conforme mostrado na figura 10. Colocar o ímã ao lado do fio e conectar a espira de condutor rígido, suspensa no suporte, à fonte de tensão e observar o movimento da espira. Inverter o sentido da corrente e observar novamente o comportamento da espira. Em seguida inverter a posição do ímã e repetir os dois passos anteriores, sempre observando o movimento da espira suspensa. Com os resultados comprovar-se-á a Regra de Fleming.
Procedimentos da Atividade	Nesta atividade trabalha-se o conceito do sentido da força magnética que age sobre um condutor conduzindo corrente quando o mesmo está sob a ação de um campo magnético. Aproveitando a mesma montagem da situação um, sugere-se ao professor perguntar aos alunos se é possível, a inversão do sentido da força que age sobre a espira, fomentando uma investigação de como isso será possível e conduzindo os alunos à inversão do sentido da corrente e/ou do campo magnético no qual o condutor está imerso. As duas propostas deverão ser contempladas e realizadas pelos alunos. Aproveitando o conceito de motor elétrico trabalhado com os alunos na situação anterior, o professor pode perguntar a eles sobre a possibilidade de inversão do sentido da força ou do movimento da espira, fazendo analogia com a inversão do sentido de rotação do eixo dos motores elétricos. A partir da proposta de inversão de sentido das três variáveis envolvidas (corrente elétrica, campo magnético e força magnética), pode-se trabalhar a aplicação da regra da mão esquerda, aplicando-a nas diversas configurações obtidas durante a realização do experimento.
Tempo Estimado	45 minutos
Comentários	Este experimento permite trabalhar com os alunos a influência do sentido do campo e do sentido da corrente no fenômeno, permitindo um destaque no aspecto tridimensional. Permite uma aplicação do conceito da regra da mão esquerda. Aplicações como, por exemplo, os motores elétricos, poderão ser apresentadas aos alunos com vistas a facilitar o entendimento dos conceitos envolvidos.

Assim como nos experimentos descritos nas duas situações da Atividade Experimental 2, poderá ser utilizada a abordagem investigativa durante a realização das situações da Atividade Experimental 3.

2.4 – Atividade Experimental 4: Geração de uma corrente elétrica induzida a partir de um campo magnético.

A base fundamental desta atividade deverá se concentrar na maneira de se produzir uma corrente elétrica a partir da indução eletromagnética, utilizando-se como base os experimentos de Faraday e Lenz.

Os procedimentos e materiais necessários à execução das atividades são mostrados nos quadros 9 e 10, respectivamente, para as situações 1 e 2 que serão trabalhadas ao longo desta atividade.



Quadro 9 – Descrição da Situação 1 da Atividade Experimental 4

Variável Didática	Indução eletromagnética.
Objetivo Específico	Verificar o aparecimento de uma força eletromotriz induzida em um circuito, devido à variação do campo magnético.
Material Necessário Para Realizar o Experimento	- 1 Bobina de 500 espiras - 1 Galvanômetro de zero central ou miliamperímetro - 2 Condutores flexíveis de 1,5 mm ² com plug banana para interligações - 2 Imãs em forma de barra
Procedimentos da Construção do Experimento	Conectar os terminais da bobina aos terminais do galvanômetro conforme mostrado na figura 11. Proceder movimentos de aproximação e afastamento do imã em relação à bobina, analisando as deflexões do ponteiro do instrumento. Experimentar movimentos mais rápidos e observar o movimento do ponteiro do instrumento. Inverter os pólos do imã e repetir os passos descritos anteriormente.
Procedimentos da Atividade	Nesta atividade trabalha-se o conceito da indução eletromagnética. Sugere-se ao professor disponibilizar aos alunos uma bobina de 500 espiras, um galvanômetro, um imã em forma de barra e dois condutores com plug banana. Em seguida pode propor á aos alunos a geração de uma força eletromotriz a partir dos objetos disponibilizados. O professor poderá questionar aos alunos, fazendo-os refletir sobre o experimento de comprovação da força sobre o condutor quando o mesmo está conduzindo corrente e está sob a ação de um campo magnético. A partir da analogia os alunos deverão chegar à realização do experimento que comprovará a Lei de Faraday. O professor poderá perguntar aos alunos se é possível a geração de uma corrente na bobina, levando-os a refletir sobre o experimento anterior onde corrente elétrica e campo magnético levaram ao movimento da espira, a fim de que os mesmos cheguem a conclusão de que o movimento relativo do campo em relação as espiras da bobina, levará à geração de uma corrente elétrica induzida.
Tempo Estimado	45 minutos
Comentários	Basicamente será discutida neste experimento a experiência clássica de Faraday. Trabalha-se com os alunos o conceito de que só existe corrente induzida enquanto houver variação de fluxo, ou seja, com o imã parado próximo ou dentro da bobina, não haverá indicação no galvanômetro.

Quadro 10 – Descrição da Situação 2 da Atividade Experimental 4

Variável Didática	Polaridade da corrente induzida.
Objetivo Específico	Analisar o sentido da corrente induzida em uma bobina quando sujeita à variação de um campo magnético.
Material Necessário Para Realizar o Experimento	- 1 Bobina de 500 espiras - 1 Galvanômetro de zero central ou miliamperímetro - 2 Condutores flexíveis de 1,5 mm ² com plug banana para interligações - 2 Ímãs em forma de barra de Neodímio ou ferrite
Procedimentos da Construção do Experimento	Conectar os terminais da bobina aos terminais do galvanômetro conforme mostrado na figura 11. Analisar o sentido da deflexão do galvanômetro quando se aproxima o pólo norte do ímã e, em seguida, analisar o sentido da deflexão do ponteiro do galvanômetro quando se aproxima o pólo sul do ímã. Repetir as observações para as condições de aproximação e afastamento do ímã em relação à bobina.
Procedimentos da Atividade	Nesta atividade trabalha-se o conceito do sentido da força eletromotriz induzida em uma bobina a partir da variação do campo magnético. O professor, aproveitando a montagem realizada pelos alunos na situação anterior descrita, pode questioná-los sobre o sentido da força eletromotriz induzida, fomentando-os a observar, a partir da aproximação de pólos diferentes ou dos movimentos de aproximação ou afastamento do ímã em relação à bobina. Aproveitando o trabalho realizado na atividade 3 anterior, em relação ao funcionamento do motor elétrico, pode conduzir os alunos à verificação da possibilidade de inversão do sentido da força eletromotriz ou corrente induzida na bobina.
Tempo Estimado	45 minutos
Comentários	Este experimento permitirá ao aluno identificar o sentido da corrente induzida em uma bobina sujeita à variação de fluxo, trabalhando o conceito da Lei de Lenz a partir do movimento relativo entre a bobina e o campo magnético do ímã em forma de barra.

Nas duas situações da Atividade Experimental 4 poderá ser utilizada como abordagem a concepção do experimento. Para Séré (2003) este tipo de abordagem possibilita escolhas ao aluno e um maior aprofundamento dos conhecimentos adquiridos. A princípio tem-se a impressão de muito tempo perdido, porém, os resultados são bastante significativos na medida em que surgem muitos questionamentos que oportunizam a utilização e a aprendizagem dos conceitos envolvidos.

Vale ressaltar que os procedimentos das atividades, descritos ao longo desta Sequência Didática, servem apenas como exemplos para futuras aplicações do Kit Experimental nas diversas realidades de Ensino Médio. Os professores que vierem a utilizar o Kit Experimental têm ampla liberdade para conduzir a realização dos experimentos da maneira que julgarem mais adequada para suas turmas. Esperamos que esta diversidade seja realizada, contribuindo ainda mais para o desenvolvimento dos processos de aprendizagem.

Considerações Finais

A utilização de experimentos é apontada nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) como indispensável ao longo do processo de desenvolvimento das competências em Física pois proporciona ao aluno participação na construção do conhecimento. A utilização de atividades experimentais desenvolve nos alunos a curiosidade e o hábito de questionar (BRASIL, 2000).

Alguns autores apontam a importância da utilização da experimentação no ensino das ciências, como, por exemplo, Giordan (2009) que afirma que os alunos atribuem à experimentação um caráter lúdico, motivador e essencialmente vinculado aos sentidos.

No Brasil, vários são os casos em que as atividades experimentais não fazem parte das aulas ou, quando ocorrem, se limitam à manipulação de objetos, não permitindo a reflexão adequada ao desenvolvimento do processo investigativo.

A utilização do Kit Experimental permite ainda ao docente observar o aluno enquanto sujeito em ação, possibilitando o levantamento dos conceitos que este tem sobre determinado tópico, conduzindo-o a conceitos próximos aos científicos a partir da mediação.

A teoria de Vergnaud mostrou-se bastante apropriada para o desenvolvimento dos conceitos do Eletromagnetismo, ao contribuir para mostrar ao professor uma nova visão do ensinar, planejando e desenvolvendo situações que possam ser apresentadas às suas turmas a fim de dar sentido aos conceitos a serem desenvolvidos.

A conceitualização, apontada por Vergnaud, foi possibilitada com a realização dos experimentos, permitindo aos alunos a construção de novos invariantes operatórios, ou seja, facilitando seu processo de aprendizagem.

O Produto Educacional (Kit Experimental e Sequência Didática), desenvolvido ao longo deste trabalho, mostrou-se bastante efetivo para trabalhar os experimentos do Eletromagnetismo devido ao baixo custo envolvido para sua construção, praticidade, facilidade de montagem e transporte. Estes fatores permitem que este Produto Educacional seja utilizado nas diversas realidades do Ensino Médio, possibilitando, de forma simples, que os conceitos do Eletromagnetismo sejam trabalhados pelo professor, não necessitando para isto de um laboratório específico, ou seja, podendo ser utilizado na estrutura disponibilizada por uma sala de aula convencional.

Por fim, esperamos que a utilização deste material proporcione aos docentes uma prática de ensino diferenciada, contribuindo com os processos de mudança, urgentes e necessários ao Ensino Médio do Brasil.

Referências

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino da Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n. 2, p. 176-194, 2003.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, Brasília, 2000.

BRUN, J. **Didáctica das Matemáticas**. Lisboa: Horizontes Pedagógicos, 2000

CARVALHO, A. M. P. de. **Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e Suas Metodologias**. São Paulo: Papirus, 2005.

GIORDAN, M. O Papel da Experimentação no Ensino das Ciências. **Revista Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.

LEAL, C. A. **Vamos brincar de quê? Os jogos cooperativos no ensino das ciências**. 2013. 167f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – PROPEC, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Nilópolis, Rio de Janeiro, 2013.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2011.

OLIVEIRA, J. R. S. de. Contribuições e Abordagens das Atividades Experimentais no Ensino das Ciências: reunindo elementos para prática docente. **Acta Scientiae**, v.12, n.1, p. 139-153, 2010.

PLAISANCE, E.; VERGNAUD, G. **As Ciências da Educação**. São Paulo: Loyola, 2003.

RÉGNIER, N. M. A.; MONIN, N. Da teoria dos campos conceituais à didática profissional para a formação de professores: contribuição da psicologia e da sociologia para análise de práticas pedagógicas. **Educação Unisinos**, v.13, n.1, p.5-16, 2009.

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da Experimentação no Ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino da Física**, v. 20, n. 1, p. 30-42, 2003.

WOLKI, B. **Fundamentos de Eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 2005.

Sobre os Autores

CARLOS HENRIQUE DA SILVA ROCHA - UNIGRANRIO

chsrocha@yahoo.com.br

Professor de Eletrotécnica na FAETEC e Instrutor no Instituto Senai de Tecnologia Automação em Simulação. Graduado em Engenharia Elétrica (UERJ) e Licenciado em Eletrotécnica (UCAM). Pós-Graduado em Automação do Processo Produtivo do Petróleo (FACULDADE SENAI) com MBA em Gestão da Educação Profissional (FGV). Mestre em Ensino das Ciências na Educação Básica pelo PPGE da UNIGRANRIO.

GISELLE FAUR DE CASTRO CATARINO - UNIGRANRIO

gisellefaur@gmail.com

Doutora e Mestre em Educação pela Universidade Federal Fluminense, Licenciada e Bacharel em Física pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Professora Adjunta do Instituto de Física da UERJ. Professora da Escola de Educação e do Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências da Universidade do Grande Rio.