



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC

CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E
TECNOLOGIAS**

PRODUTO EDUCACIONAL

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS SOB UMA
PERSPECTIVA INVESTIGATIVA: ELETRICIDADE
E MAGNETISMO.**

Rodrigo Stil

Joinville, SC

2018

Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Programa: ENSINO DE CIENCIAS, MATEMATICA E TECNOLOGIAS

Nível: MESTRADO PROFISSIONAL

Área de Concentração: Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias.

Linha de Pesquisa: Ensino Aprendizagem e Formação de Professores

Título: Atividades Experimentais sob uma Perspectiva Investigativa: eletricidade e magnetismo

Autor: Rodrigo Stil

Orientador: Luiz Clement

Data: 06/07/2018.

Produto Educacional: Atividades experimentais sob uma perspectiva investigativa: eletricidade e magnetismo

Nível de ensino: Ensino Médio

Área de Conhecimento: Física

Tema: Eletricidade e Magnetismo

Descrição do Produto Educacional: Neste produto educacional apresentamos um conjunto de oito Atividades Experimentais Investigativas - AEI, com diferentes graus de liberdade intelectual, no contexto do ensino de eletricidade e magnetismo, na disciplina de Física para o Ensino Médio. Apresenta-se a proposição de cada AEI, bem como, algumas orientações didático-pedagógicas para orientar na implementação das atividades em sala de aula.

Biblioteca Universitária UDESC: <http://www.udesc.br/bibliotecauniversitaria>

Licença de uso: O autor e titular dos direitos autorais dos documentos disponíveis e é vedado, nos termos da lei, a comercialização de qualquer espécie sem sua autorização prévia (Lei no 12.853, de 2013).

SUMÁRIO

Apresentação	4
Necessidade de atualizações de metodologias	6
Ensino por investigação	7
Experimentos sob uma Perspectiva Investigativa	9
Caracterização das Atividades Experimentais Investigativas	10
Aspectos a serem observados pelo professor nas atividades.....	16
Sugestões de leituras	17
Atividades Experimentais Investigativas	18
<i>AEI 1 - Será que conduz?</i>	18
<i>AEI 2 - Resistores ôhmicos e não-ôhmicos</i>	20
<i>AEI 3 - Associação de resistores</i>	22
<i>AEI 4 - Maquete elétrica residencial</i>	24
<i>AEI 5 - Campo magnético gerado por ímãs</i>	27
<i>AEI 6 - Campo magnético gerado por corrente elétrica</i>	30
<i>AEI 7 - Indução eletromagnética</i>	33
<i>AEI 8 - Tubo anti gravidade</i>	35
Referências	37

Apresentação

Olá professor(a)!

Apresentamos a você, professor de física e/ou ciências, um guia Didático-Pedagógico intitulado “*Atividades Experimentais sob uma Perspectiva Investigativa: eletricidade e magnetismo*”. Este material contempla uma breve discussão sobre o Ensino por Investigação e, na sequência, apresenta um conjunto de oito Atividades Experimentais Investigativas (AEI), voltadas para o ensino de eletricidade e magnetismo. O estudo sobre esta temática e a elaboração destas AEI iniciou no ano de 2016 e faz parte dos resultados alcançados ao longo do trabalho desenvolvido no mestrado profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias da Universidade do estado de Santa Catarina.

Destacamos que todas estas AEI foram elaboradas tendo como base o Ensino por Investigação, em especial, a perspectiva defendida por Carvalho et al. (2010). As AEI foram previamente elaboradas pelo autor deste trabalho, discutidas com o Orientador (coautor deste trabalho) e, na sequência, foram implementadas em sala de aula, tendo como propósito buscar evidências de validade das mesmas. Uma descrição e análise destas atividades você encontra no texto da dissertação intitulada “*Uso de Experimentos no Ensino de Física sob uma Perspectiva Investigativa*”. Neste texto também encontra-se uma reflexão e descrição mais detalhada sobre o Ensino por Investigação e o Uso de Experimentos para o ensino de física. A dissertação e o presente Produto Educacional estão disponíveis, em arquivos .pdf, no site do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias.

Por fim, cabe salientar que em uma sociedade cada vez mais tecnológica, se faz necessário a busca por novas estratégias e ensino que poderão conciliar modelos teóricos com situações vivenciadas pelos estudantes em seu cotidiano. Quando os conceitos teóricos são expostos de forma tradicional, fica evidenciado uma grande dificuldade dos alunos e, em alguns casos, certa resistência ao engajamento e esforço necessário para apropriação de tais conceitos. Como educadores, não podemos ignorar tais dificuldades, cabe a nós criarmos

estratégias diferenciadas de ensino e aprendizagem para suprir estas dificuldades. Uma proposição didático-pedagógica que poderá contribuir com a superação destas dificuldades está contida neste Produto Educacional, conforme já mencionado anteriormente.

Necessidade de atualizações de metodologias

Com os atuais sistemas de ensino necessitando de inovações curriculares e metodológicas, fica evidente que devemos buscar alternativas para resgatar o interesse dos estudantes do ensino médio. De acordo com as orientações curriculares para o ensino médio, há uma importância em se repensar as metodologias, de modo que os estudantes possam ser capacitados a responder perguntas nos contextos solicitados e que desenvolvam características reflexivas e autocríticas diante de possíveis erros, conseguindo efetivamente gerenciar os conhecimentos adquiridos (BRASIL, 2006).

Na segunda metade da década de 1990, Terrazzan (1997) fez duras críticas aos currículos escolares brasileiros, assim como a falta de relação dos conteúdos ministrados com o cotidiano do aluno. Na maioria das vezes, os currículos são listas de conteúdos, muitas vezes retirados de índices de livros didáticos. No cenário atual tal crítica ainda possui pertinência, embora mudanças positivas já tenham ocorrido, principalmente influenciadas pela pesquisa na área de educação em ciências e pela relativa melhora dos livros didáticos, orientada pelo Programa Nacional do Livro Didático.

As diretrizes oficiais também sugerem a necessidade dos estudantes conseguirem relacionar e interpretar situações do dia a dia com os conteúdos abordados em sala de aula. Consta nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 2000) que os estudantes devem apresentar competências capazes de perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes no seu cotidiano. Além disso, o estudante deve reconhecer processos de construção que ocorreram ao longo da história, e as contribuições culturais econômicas e sociais que vem sendo desenvolvidos ao longo dela.

Ao analisar os documentos oficiais, fica clara a necessidade de aproximar os conteúdos vistos em sala de aula com o cotidiano do aluno, mas, como isso poderia ser feito? O Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLD/EM, 2018) aponta uma boa alternativa para superar este obstáculo, inclusive cita em seu edital que o Livro Didático deve trazer conteúdos da Física considerando a contextualização a aspectos sociais, históricos, culturais, econômicos ou do cotidiano. Além disso, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio em Física (PCN+/Física, 2000) apresentam um conjunto de habilidades, competências, conhecimentos, atitudes e valores desejados que devem ser desenvolvidas no ensino de Física, que deve ser despertado no aluno um caráter investigativo, construindo e investigando situações-problema, além de visualizar fenômenos ou equipamentos tecnológicos

construídos, deve prever, identificar, generalizar e utilizar modelos científicos para explicar seu funcionamento.

Ensino por investigação

De acordo com Clement (2013) independentemente do foco específico que se queira adotar o ensino por investigação é uma perspectiva didático-pedagógica que tem se mostrado muito promissora para o ensino de ciências, pois busca fomentar o protagonismo dos estudantes na construção de sua aprendizagem e propicia aprendizagem de e sobre Ciência. De acordo com García e García (2000), a investigação é uma possibilidade frutífera no processo de formulação e tratamento de problemas, pois se refere a “uma estratégia de conhecimento e atuação na realidade própria do comportamento de nossa espécie, comum a população humana e com um claro valor adaptativo para o indivíduo”.

Esta vertente de ensino, se fundamenta na problematização e nos diálogos que aproximam as teorias e o mundo real. Seu objetivo é incentivar o debate, a troca de informações entre os estudantes, fomentando o aluno a pensar em soluções para a problematização criada (MUNFORD; LIMA, 2007). O professor continua tendo um papel importante na problematização e organização das aulas de modo a promover uma aprendizagem adequada aos estudantes.

García e García (2000) afirmam que a investigação é uma possibilidade frutífera no processo de formulação e tratamento de problemas, pois se refere a “uma estratégia de conhecimento e atuação na realidade própria do comportamento de nossa espécie, comum a população humana e com um claro valor adaptativo para o indivíduo”. Para esses autores o ensino baseado na resolução de problemas sob uma perspectiva investigativa permitirá o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes, uma vez que será possível: levantar e pôr em prova as pré-concepções dos estudantes, relacionadas a situação-problema abordada; propiciar uma interação das pré-concepções dos estudantes com outras formulações procedentes de seu entorno físico e social; o encaminhamento para uma reestruturação das pré-concepções dos estudantes e a execução de uma reflexão sobre sua própria aprendizagem, avaliando as estratégias de solução adotadas, bem como, os resultados obtidos.

Proposto por García e García (2000) a metodologia investigativa pode ser demarcado três momentos que constituem o processo de desenvolvimento de atividades didáticas sob a perspectiva investigativa, quais sejam:

- Busca, seleção, formulação, reconhecimento e apropriação da situação-problema.
- Elaboração da solução (hipóteses, estratégias e encaminhamento da solução propriamente dita), propiciando o confronto e interação entre as concepções dos estudantes e informações oriundas de outras fontes;
- Ações que possibilitem a recapitulação do trabalho realizado, a elaboração de conclusões e a apresentação dos resultados obtidos.

Independente de qual estratégia investigativa o professor utilizar, todas devem partir de um problema proposto pelo professor, que deve convidar os alunos a levantarem hipóteses sobre possíveis respostas para esse problema e, também, sobre possíveis procedimentos para se chegar a uma solução satisfatória. [...] os alunos devem ser incentivados a registrar medidas eventualmente realizadas, a fazer observações e a propor novas questões. Entretanto, é importante que o professor leve os alunos a desenvolver reflexões, relatos e argumentações sobre o fenômeno investigado. Para finalizar, é produtivo que ele dê um “fechamento” ao trabalho, enumerando as principais ideias discutidas durante a atividade, bem como ressaltando e explicando os conceitos científicos nela envolvidos (SÁ, 2009).

No ensino por investigação, atribui-se que as diferentes estratégias de ensino que poderão ser adotadas devem considerar que é indispensável ter a definição de um problema (ou uma situação-problema) (CLEMENT, 2013). Gil Perez e Castro (1996) ressaltam que as atividades de investigação devem compreender as seguintes características: apresentar aos alunos situações problemáticas abertas, em um nível de dificuldade adequado à zona de desenvolvimento potencial dos educandos; favorecer a reflexão dos alunos sobre a relevância das situações-problema apresentadas; emitir hipótese como atividade indispensável à investigação científica; elaborar um planejamento da atividade experimental; proporcionar momentos para comunicação do debate das atividades desenvolvidas; e potencializar a dimensão coletiva do trabalho científico.

Já Rodriguez e León (1995) vão além da apresentação de características e propõem algumas etapas para as atividades investigativas. Dentre elas: a elaboração do problema pelos alunos; elaboração de hipóteses; planejamento da investigação; contato com novas fontes de informação, incluindo experimentos; leitura de materiais informativos; visitas; interpretação e conclusão dos resultados. Após essas etapas, o aluno deverá expressar seus resultados ao grupo e aplicar o conhecimento a novas situações.

É recomendado que o professor organize as situações de ensino-aprendizagem de forma que atividades relacionadas componham a “investigação”. Sendo necessário apresentar um elenco variado de aulas para trabalhar temas através da investigação, impossibilitando

considerar que uma única aula por si só seja investigativa. Concerne enfatizar que o nível de direcionamento e coordenação por parte do professor varia conforme as condições do contexto de ensino-aprendizagem, tais como disponibilidade de tempo, conceitos a serem trabalhados, características dos estudantes, relações dentro da turma e experiência do docente (MUNFORD; LIMA, 2007).

Custódio et al. (2013) defende que a proposição de promover regulações autônomas por intermédio do ensino por investigação, não obstante, prevê a participação ativa do professor no processo de aprendizagem. O auxílio para apropriação do conhecimento se caracteriza por ações didático-metodológicas do professor, informações organizadas, sugestões e encaminhamentos, novas questões ou opções de escolha que combinadas com a atividade mental de construção do aluno permitem conduzir e encaminhar a aprendizagem para direção desejada.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (2000), Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (2000) e Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (2006) os conteúdos de Física devem ser ensinados de maneira contextualizada e embasada em práticas experimentais, que devem ser estruturadas de acordo com o contexto social e cotidiano dos estudantes, com o objetivo de desenvolver competências e habilidades que o auxilie na interpretação e resolução de problemas do mundo em que vive.

Experimentos sob uma Perspectiva Investigativa

Para facilitar a visualização e análise da cooperação dos professores e estudantes, Pella (1969) constrói possíveis graus de liberdade intelectual que os materiais didáticos e os professores proporcionam aos seus aprendizes, conforme podemos observar na tabela 1. A perspectiva retratada na tabela 3 também é utilizada por Carvalho et al. (2010), servindo como referencial para os professores para pensar ações de ensino focadas na experimentação.

Tabela 1 - Grau de liberdade do professor e aluno em atividades laboratoriais.

	Grau I	Grau II	Grau III	Grau IV	Grau V
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P	P	A	A
Plano de trabalho	P	P	A	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A	A	A	A

Fonte: Pella (1969)

- O grau I, representa que o estudante tem apenas liberdade de obtenção de dados, ou seja, é o estilo de atividade experimental “receita de bolo”. Notem que até as conclusões sobre os dados obtidos já foram propostas pelas atividades.
- O grau II, os estudantes conseguem realizar suas conclusões a partir dos dados obtidos na proposta experimental. Trata-se de uma pequena mudança na proposição.
- O grau III, quem propõe o que será feito é o estudante, ou seja, cada grupo de alunos elabora seu plano de trabalho, que deverá levar a conclusões obtidos pela coletas de dados.
- O grau IV, os estudantes recebem do professor, apenas o problema, ficando eles responsáveis por todo restante do trabalho.
- O grau V, os estudantes são responsáveis por todo trabalho, inclusive a proposição do problema.

Poderíamos afirmar que ao aumentar o grau de liberdade da proposta experimental, diminuimos a participação do professor em sala de aula, porém, o que ocorre é justamente o oposto. O que acontece na verdade é a mudança do papel do professor, ora atua como mediador, ora como orientador (CUSTÓDIO, 2011).

Caracterização das Atividades Experimentais Investigativas

Para que o estudante se aproprie dos conteúdos propostos neste produto educacional a participação do professor como mediador e orientador é fundamental. Para facilitar a aplicação das atividades pelo professor, dividimos os conteúdos em conceituais, procedimentais e atitudinais. Os conteúdos conceituais físicos envolvidos ao longo das oito

atividades experimentais investigativas foram: condutores e isolantes elétricos (eletrostática), resistores ôhmicos e não-ôhmicos e circuitos elétricos (Lei de Ohm), campo magnético gerado por ímãs e corrente elétrica (eletromagnetismo), força eletromotriz induzida e Lei de Lenz (indução eletromagnética).

Já os conteúdos procedimentais abrangem leitura e análise textual, manipulação de materiais, realização de medidas (multímetro), observação e reprodução de experimentos, construção de gráficos, construção de circuitos elétricos, familiarização com dispositivos de segurança, coleta e organização de dados, observação e análise de aspectos teóricos e situações experimentais, proposição de explicação e justificativa, análise, argumentação e emissão de conclusões.

Quanto aos conteúdos atitudinais acreditamos que após a realização das AEIs, os estudantes conseguirão diferenciar materiais que possam colocar em risco a sua segurança (AEI 1), percepção a importância de Leis da Física para a solução de situações-problema em circuitos elétricos (AEIs 2 e 3), compreender as ligações e o funcionamento da parte elétrica de uma residência (AEI 4), conscientização do papel dos conceitos e das teorias científicas para explicação de determinados fenômenos do magnetismo (AEI 5 e 6), através de situações teóricas históricas e da observação de fenômenos físicos conseguir validar os conceitos físicos e ser capaz de solucionar situações-problema (AEIs 7 e 8).

Cabe salientar que esta divisão citada anteriormente está melhor distribuída e sugerida no quadro 1, onde apresentamos também a sugestão do grau de liberdade que deve ser aplicado em cada atividade.

Quadro 1 - Caracterização das atividades experimentais investigativas e sugestão de grau de liberdade para implementação das AEIs

Atividades Experimentais Investigativas	Situações-Problema	Objetivos Específicos de Ensino	Conteúdos Focados			Sugestão de Graus de Liberdade
			Conceituais	Procedimentais	Atitudinais	
<u>AEI-01</u> Será que conduz?	Quais dos materiais que seu grupo recebeu são condutores elétricos e quais são isolantes?	- Fazer os estudantes distinguir os materiais que são condutores e isolantes.	- Eletrostática	- Manipulação de materiais. - Coleta de dados. - Análise e emissão de conclusões.	- A importância do estudante conseguir diferenciar no seu dia-a-dia materiais que possam colocar em risco a sua segurança	Grau III - proposição (plano de trabalho) e conclusões realizada pelos estudantes,
<u>AEI-02</u> Resistores ôhmicos e não-ôhmicos	Qual destes resistores é ôhmico e qual é não-ôhmico?	- Fazer os estudantes compreenderem a Lei de Ohm. - Fazer os estudantes utilizarem a Lei de Ohm para solucionar a situação-problema. - Oportunizar os estudantes a realização de medidas e a construção e análise de gráficos.	- Lei de Ohm	- Realização de medidas (multímetro) e manipulação de materiais. - Organização de dados e construção de gráficos. - Leitura e análise textual. - Análise e emissão de conclusões.	- Percepção da importância das Leis da Física para a solução de situações-problema.	Grau III - proposição (plano de trabalho, obtenção de dados e conclusões realizada pelos estudantes,
<u>AEI-03</u> Associação de resistores	Caso você estivesse no lugar deste engenheiro e tivesse em sua bancada de trabalho	Fazer os estudantes aplicarem a Lei de Ohm.	Lei de Ohm	Realização de medidas (multímetro) e	Percepção da importância das Leis da Física para a	Grau IV – hipóteses, plano de trabalho, obtenção de

	alguns resistores, como você deveria associar estes resistores para conseguir a corrente esperada?	- Fazer os estudantes utilizarem a Lei de Ohm para solucionar a situação-problema. - Oportunizar os estudantes a realização de medidas e resolução de circuitos elétricos.		manipulação de materiais. - Organização de dados Leitura e análise textual. - Análise e emissão de conclusões.	solução de situações-problema.	dados e conclusões realizada pelos estudantes,
AEI-04 Maquete Elétrica Residencial	Após receber a maquete da residência, lhes será proposto o seguinte desafio, no qual vocês terão para isso três etapas: 1º Elaboração deste projeto em papel; 2º Fazer a implementação desse projeto em papel no trabalho de execução com base na maquete; 3º Discussão dos projetos.	- Possibilitar os estudantes a aprenderem a projetar e a montar um circuito elétrico de uma residência, portanto, receberão uma maquete simulando uma residência com quatro cômodos	- Circuitos elétricos	- Manipulação de materiais. - Construção de circuitos elétricos. - Familiarização com dispositivos de segurança. - Análise e emissão de conclusões.	A importância do estudante conseguir compreender as ligações e o funcionamento da parte elétrica de uma residência.	Grau IV – hipóteses, plano de trabalho, e conclusões realizada pelos estudantes,
AEI-05 Campo Magnético Gerado por Ímãs	Pegue uma moeda e coloque sobre o ímã como mostra a figura. Se eu puxar a moeda de cima o que acontece? Como podemos explicar essa situação?	- Fomentar os estudantes a procurarem compreender o que é o campo magnético.	- Campo magnético	- Observar e reproduzir os experimentos. - Manipulação de materiais. - Confrontar aspectos práticos	- Conscientização do papel dos conceitos e das teorias científicas para explicação de	Grau III - proposição (plano de trabalho) e conclusões realizada pelos estudantes,

		- Oferecer aos estudantes a observação de um fenômeno físico e instigá-los a um processo investigativo para construir uma explicação a este fato.		com explicações teóricas. - Argumentar e justificar.	determinados fenômenos.	
<u>AEI-06</u> Campo magnético gerado por corrente elétrica	Um grupo de amigos fizeram uma incursão em uma floresta, mas para comprovar suas habilidades de navegação eles foram levados de helicóptero até o meio de uma floresta. A única informação que lhes foi dada é que eles deveriam seguir para o Sudeste para acharem a saída da floresta. Ao anoitecer fazendo uso da lanterna perceberam que ao aproximar a lanterna acesa da bússola em algumas posições a bússola mudava sua direção. Quando desligavam a lanterna, a bússola voltava a leitura anterior.	- Fazer os estudantes reproduzirem e problematizarem um dos experimentos significativos para a construção do eletromagnetismo. – Viabilizar a realização de análises experimentais, fenomenológicas e matemáticas de um contexto problemático.	- Campo magnético de um condutor.	- Manipular materiais e reproduzir. - Observar e analisar. - Propor uma explicação e justificá-la.	- Perceber a importância das perguntas para a construção do conhecimento.	Grau IV – hipóteses, plano de trabalho, e conclusões realizadas pelos estudantes,

	Como você explicaria esse comportamento da bússola?					
<u>AEI-07</u> Indução eletromagnética	Cientes de que este questionamento fosse fundamental para a época, apresentamos a seguinte situação-problema: Com base no seu material (apostila, livro, internet) elaborem uma estratégia que permita verificar quais as conclusões que foram alcançadas pela comunidade científica na época? E como chegaram até elas?	- Fazer os estudantes compreender, reproduzir e problematizarem um dos experimentos primordiais para a criação e evolução da eletricidade. - Possibilitar situações de análises experimentais, fenomenológicas de um contexto histórico.	Indução eletromagnética.	- Manipulação de materiais. - Observar e reproduzir os experimentos. - Analisar aspectos teóricos com situações experimentais. - Argumentar e justificar fenômenos físicos.	- Através de situações teóricas históricas conseguir compreender os conceitos físicos e ser capaz de solucionar situações-problema.	Grau IV – hipóteses, plano de trabalho, e conclusões realizada pelos estudantes,
<u>AEI-08</u> Tubo anti gravidade	Ímãs abandonados em queda livre dentro de tubos de alumínio caem mais lentamente do que fora deles devido a redução do campo gravitacional terrestre. É verdade? Ou Mito?	Promover uma situação problema aos estudantes de modo a buscar hipóteses para compreender a lei de Lenz.	Lei de Lenz. (Eletromagnetismo)	Manipulação de materiais. - Observar e reproduzir os experimentos. - Analisar aspectos teóricos e experimentais. - Argumentar e justificar fenômenos físicos.	- Através da observação de fenômenos físicos conseguir validar os conceitos físicos e ser capaz de solucionar situações-problema.	Grau IV – hipóteses, plano de trabalho, e conclusões realizada pelos estudantes,

Aspectos a serem observados pelo professor nas atividades

Para auxiliar a análise da atividade aplicada pelo professor, construímos um roteiro de observação composto de dez perguntas.

- 1 – A atividade experimental investigativa proposta conseguiu despertar o interesse dos estudantes?
- 2 – A situação-problema está relacionado com o cotidiano dos estudantes de modo que eles sintam-se desafiados a resolvê-la?
- 3 – Os estudantes utilizaram os seus conhecimentos prévios para resolver a situação-problema? Estes conhecimentos foram suficientes para solucioná-lo?
- 4 – Como foi fundamentada a elaboração das hipóteses/estratégias? Todos os grupos conseguiram elaborar hipóteses? Caso negativo, qual o motivo da não elaboração?
- 5 – A discussão das hipóteses se dá de que maneira?
- 6 – Os estudantes buscaram novas informações que pudessem auxiliá-los para criar suas hipóteses? De que maneira isso ocorreu?
- 7 – As conclusões obtidas se deram de que forma?
- 8 – Todos os integrantes participaram do processo?
- 9 – Os educandos dialogam sobre os resultados obtidos? Como fazem?
- 10 – De acordo com Pella e Carvalho, esta atividade encaixaria em qual grau de liberdade? Por quê?

Com isso, acreditamos que este material pode ser uma excelente ferramenta de auxílio no processo de ensino aprendizagem.

Sugestões de leituras

Caso o professor queira buscar mais informações sobre o assunto, segue sugestões de leituras sobre o tema.

CLEMENT, Luiz. Autodeterminação e Ensino Por Investigação Construindo Elementos Para Promoção da Autonomia Em Aulas de Física Tese de doutorado 2013. Pag 85-106. Disponível em: <http://www.fcc.org.br/fcc/images/pesquisa/premio_capes/pdf/LuizClement.pdf>

SÁ, E. F. Discursos de professores sobre o ensino de Ciências por investigação. 2009. N° fl. 203 Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação da UFMG, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/FAEC-84JQPM/2000000177.pdf?sequence=1>>

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013, v. 1, p. 01-15.

Atividades Experimentais Investigativas

AEI 1 - Será que conduz?

No contexto tecnológico, de desenvolvimento de materiais e equipamentos, bem como no nosso dia a dia, fazemos uso e demandamos saber se determinados materiais são condutores de energia elétrica ou se são isolantes. Cientes da importância disso, vocês estão recebendo um conjunto de materiais diferentes. Elaborem uma estratégia que permita responder o seguinte questionamento:

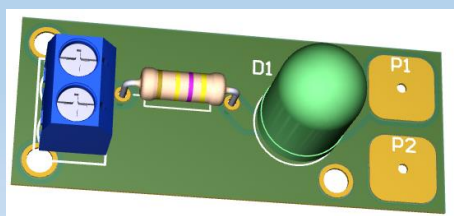
Quais dos materiais que seu grupo recebeu são condutores elétricos e quais são isolantes?

Com base no seu material (apostila, livro, internet) elaborem uma estratégia para separar quais materiais são condutores e quais são isolantes e procurem elaborar uma explicação que permita caracterizar e diferenciar condutores e isolantes.

Orientações para o professor:

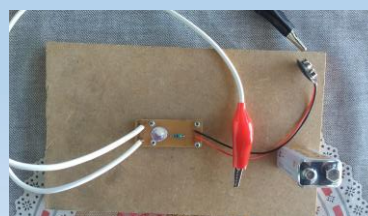
- Deverá ser fornecido aos estudantes um conjunto de materiais diversos como por exemplo pregos, parafusos, pedaços de plásticos, madeira, pedaços de fios, etc. Não é preciso usar estes materiais citados acima, mas deverá haver tanto materiais condutores quanto isolantes no kit de materiais distribuídos.
- Em seguida à elaboração da estratégia, faça uma discussão com os estudantes acerca das hipóteses levantadas pelas equipes.
- Como não haverá certeza sobre se realmente a classificação dos estudantes está correta, instigue os estudantes a imaginar algum dispositivo que facilitaria a identificação destes materiais.
- Solicite que os estudantes compartilhem suas ideias com seus colegas e com o professor.
- Caso as ideias se aproximem do aparato experimental previamente construído conforme figuras 1 e 2, ele deverá ser fornecido aos estudantes para que possam fazer suas constatações e conclusões referente à situação-problema proposta. Caso a ideia da montagem do aparato experimental para o teste seja diferente do oferecido, o professor deverá mediar uma discussão de modo a orientar e aproximar o pensamento do estudante acerca da atividade experimental desejada.
- Após separar os condutores dos isolantes, solicite aos estudantes que respondam a pergunta: Explique porque um condutor “conduz” e um isolante “isola”?

Figura 1 - Projeto



Fonte: Próprio autor

Figura 2 - Circuito pronto



Fonte: Próprio autor

AEI 2 - Resistores ôhmicos e não-ôhmicos

Vocês estão recebendo dois resistores, elabore uma estratégia que permita responder o seguinte questionamento:

Qual destes resistores é ôhmicos e qual é não-ôhmico?

Com base no seu material, (apostila, livro, internet) elaborem uma estratégia para que permita responder esta pergunta.

Orientações para o professor:

- Deverá ser fornecido aos estudantes dois resistores, um ôhmico e outro não-ôhmico. Sugerimos que seja utilizado um resistor de 100Ω /1W como resistor ôhmico e uma lâmpada de 12V/5W como resistor não ôhmico. Além dos resistores, deverão ser fornecidas algumas pilhas para que os estudantes possam associá-las para poder variar a tensão e medir a corrente elétrica.
- Acreditamos que com auxílio das ferramentas de pesquisa, o estudante consiga perceber que quando variar os valores de tensão e corrente, caso a razão U/i for constante, trata-se de resistor ôhmico, caso varie, trata-se de não-ôhmico. Caso isso não ocorra, o professor deverá mediar uma discussão de modo a orientar e aproximar o pensamento do estudante acerca deste objetivo.
- Em seguida da elaboração da estratégia, faça uma discussão com os estudantes referente às hipóteses levantadas pelas equipes.
- Após a discussão, solicite que os estudantes construam o gráfico $U \times i$ de cada resistor e expliquem o porquê da diferença desses gráficos.
- Para finalizar a atividade, faça uma discussão com os estudantes sobre a diferença dos gráficos de resistores ôhmicos e não- ôhmicos.

AEI 3 - Associação de resistores

Um engenheiro eletrônico está trabalhando em um projeto inovador de um carregador de celular. Para que a bateria do celular consiga carregar mais rapidamente ele necessita que a corrente elétrica total do circuito esteja entre 45 mili-amperes e 55 mili-amperes. A inovação do projeto é que o celular poderá ser carregado com uma bateria de 9V e em um intervalo de tempo muito menor que os carregadores normais.

Caso você estivesse no lugar deste engenheiro e tivesse em sua bancada de trabalho alguns resistores, como você deveria associar estes resistores para conseguir a corrente esperada?

Com auxílio de apostila, livros ou internet, desenvolva um projeto no papel que consiga ajudar a solucionar este problema. .

Orientações para o professor:

Caro professor, para o desenvolvimento desta atividade estruture o trabalho em duas etapas, deste modo facilitará a organização do aluno mediante o trabalho a ser desenvolvido.

Etapa 1:

É muito provável que o estudante não consiga identificar o código de cores que os resistores apresentam, portanto, para o desenvolvimento da atividade, o estudante deve possuir conhecimentos prévios sobre multímetro de modo a realizar medidas dos valores dos resistores assim como de corrente elétrica.

Para que o estudante consiga desenvolver o projeto, deverá ser fornecido para ele alguns resistores ôhmicos. Tome cuidado para fornecer resistores que associados forneça um resistor equivalente que associado com a bateria de 9V possibilitam encontrar a corrente desejada.

O professor tem a liberdade de escolher os resistores de sua escolha para a atividade, assim como a fonte de tensão. Porém, para facilitar o trabalho do professor, iremos sugerir uma configuração de resistores (figura 3) assim como de que modo eles deverão ser associados.

Resistores:

$$U = 9V$$

$$R_1 = 2200\Omega$$

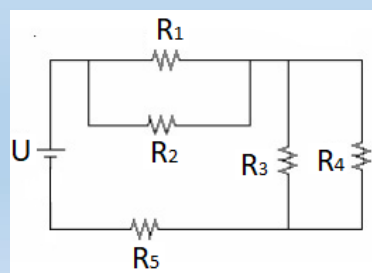
$$R_2 = 120\Omega$$

$$R_3 = 18\Omega$$

$$R_4 = 56\Omega$$

$$R_5 = 56\Omega$$

Figura 3 - Sugestão de circuito



Fonte: Próprio autor

Etapa 2:

- Usando seu projeto produzido na etapa anterior, os estudantes deverão realizar a montagem elétrica em uma placa protoboard, de modo a medir a corrente elétrica de sua associação.
- Após a montagem, faça uma discussão com os estudantes solicitando que eles expliquem como foi realizado a execução do projeto e se a forma que associaram os resistores influenciou na corrente elétrica do circuito.

AEI 4 - Maquete elétrica residencial

Um dos trabalhos de um engenheiro civil é projetar toda a instalação elétrica de uma residência. Para isso, é necessário o engenheiro se preocupar com a quantidade de eletrodomésticos, lâmpadas e tomadas de um determinado cômodo.

Vocês estão sendo convidados a participar de uma atividade que permite vivenciar a elaboração e execução deste projeto, para isso vocês receberão uma maquete residencial. Neste sentido então, projetem primeiramente em papel um circuito que permita conectar todos os equipamentos desta maquete residencial de maneira que funcionem e possam ser utilizados.

Após receber a maquete da residência, lhes será proposto o seguinte desafio, no qual vocês terão para isso três etapas:

1º Elaboração deste projeto em papel;

2º Fazer a implementação desse projeto em papel no trabalho de execução com base na maquete;

3º Discussão dos projetos.

Orientações para o professor:

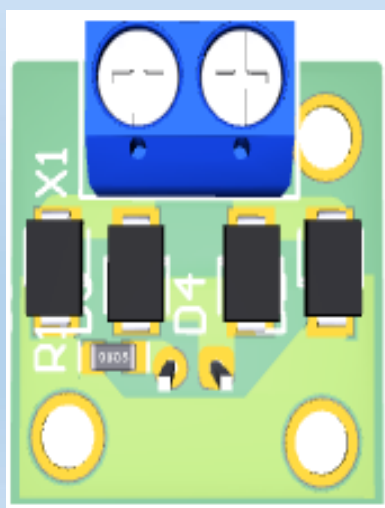
Caro professor, para o desenvolvimento desta atividade estruture o trabalho em três etapas, deste modo facilitará a organização e desenvolvimento da atividade em sala.

Esta atividade tem como objetivo aprender a projetar e a montar um circuito elétrico de uma residência, portanto, cada grupo de estudantes receberá uma maquete simulando uma residência com quatro cômodos.

Etapa 1:

- Os estudantes deverão criar um projeto do circuito elétrico baseado na maquete (figuras 4 e 5) na qual todas as lâmpadas e eletrodomésticos sejam ligados na fonte de alimentação da maquete residencial de forma a funcionarem plenamente.
- Após a construção do projeto, o professor deverá solicitar aos estudantes que procurem em seu material didático algumas representações de circuitos elétricos e compare se seu projeto segue as mesmas características ou não. Caso não as siga, o estudante deverá rever seu projeto de forma a utilizar e se apropriar das representações dos componentes eletrônicos.
- Após a construção dos projetos, o estudante deverá comparar seu projeto com o de seus colegas. Uma discussão entre professor e alunos deverá ocorrer de modo a encontrar, caso exista, alguma inconformidade nos projetos.

Figura 4 - Projeto circuito



Fonte: Próprio autor

Figura 5 - Aparato experimental



Fonte: Próprio autor

Etapa 2:

- Usando seu projeto produzido na etapa anterior, os estudantes deverão realizar a montagem elétrica da maquete da residência, de forma deixar todos os eletrodomésticos funcionando.
- Após a montagem, faça uma discussão com os estudantes solicitando que eles expliquem como foi realizado a execução do projeto.
- Faça o seguinte questionamento: As ligações dos fios na maquete, ficaram parecidas com o projeto? Explique.

Etapa 3:

- Após a conclusão da execução do projeto da instalação elétrica da maquete, faça os seguintes questionamentos:
 - Caso seja necessário desligar uma lâmpada da residência, ou ainda, caso seja necessário desligar temporariamente algum cômodo, como poderia ser feito? Com este questionamento procure deixar os estudantes discutirem em grupo qual seria uma divisão estratégica e adequada para subdividir os circuitos em uma residência (falar em interruptores).
 - Quais elementos são utilizados para proteger uma residência de curtos circuitos e de que maneira eles são ligados? É importante que nesta discussão seja abordado os disjuntores como dispositivos de segurança e mencionar o seu funcionamento.
- Neste momento, o professor deverá solicitar que os estudantes acrescentem em seu projeto um interruptor simulando estes dispositivos de segurança, assim como acrescente em todas as lâmpadas um interruptor.
- Os estudantes deverão mostrar ao professor e seus colegas a montagem final e explicar como foi realizado a montagem.
- Para finalizar a atividade, os estudantes deverão responder à pergunta: Você acredita que a residência que você projetou, está realmente protegida contra curtos circuitos?
- Na discussão final o professor poderá discutir aspectos sobre aterramento, que não fazem parte da maquete, e aspectos ainda em relação a instalações bifásicas e trifásicas.

AEI 5 - Campo magnético gerado por ímãs

Etapa 1:

Nesta aula vocês vão receber um desafio, mas para solucioná-lo, inicialmente vamos estudar e olhar algumas características de campo magnético em torno de ímãs. Para isso, vocês estão recebendo primeiramente alguns materiais, estudem e façam sobre papel as linhas dimensional e bidimensional sobre as linhas de campo.

Etapa 2:

Cientes agora de como são as configurações de linhas de campo, observem a figura 6, assim como a demonstração do fenômeno:

Figura 6 - Densidade magnética



Elaborem uma explicação para o fenômeno que vocês observaram.

Orientação ao professor: (Etapa 1)

Caro professor, esta atividade está estruturada em duas etapas e tem o objetivo de fazer que o estudante se aproprie e entenda as configurações de campos magnéticos em torno de ímãs e para um segundo momento solucionarem uma situação-problema que lhes será oferecida.

- Em seguida a elaboração da estratégia, faça uma discussão com os estudantes acerca das hipóteses levantadas pelas equipes. As ideias dos estudantes deverão se aproximar da figura 7.
- Após a discussão, solicite aos estudantes que respondam a seguinte pergunta: Por que os cliques quando próximos aos ímãs atraem outros cliques?
- Solicite que os estudantes compartilhem sua ideia com seus colegas e com o professor.

Figura 7 - Linhas de campo magnético tridimensionais



Fonte: Próprio autor

Orientações ao professor: (Etapa 2)

- Como reproduzir a experiência?
 - Para esta experiência, são necessárias duas moedas de qualquer nacionalidade ou valor. Primeiramente coloque uma das moedas em pé sobre o ímã, posteriormente coloque a outra moeda sobre a outra moeda também em pé, ou seja, apoie sobre o ímã duas moedas uma sobre a outra como mostra a figura 6. Em seguida pegue a moeda de cima e comece a afastar do ímã.
- Solicite que os estudantes também reproduzam a experiência.
- Após a demonstração faça os seguintes questionamentos: Quando eu puxei a moeda de cima o que aconteceu? Como podemos explicar essa situação?
 - Os estudantes deverão desenvolver uma estratégia que permita explicar esta situação visualizada.
 - Solicite que os estudantes compartilhem sua ideia com seus colegas e com o professor.
 - Encerre a aula com uma discussão em grupo sobre o assunto.

AEI 6 - Campo magnético gerado por corrente elétrica

Um grupo de amigos fizeram uma incursão em uma floresta, mas para comprovar suas habilidades de navegação eles foram levados de helicóptero até o meio de uma floresta. A única informação que lhes foi dada é que eles deveriam seguir para o Sudeste para acharem a saída da floresta. Ao anoitecer fazendo uso da lanterna perceberam que ao aproximar a lanterna acesa da bússola em algumas posições a bússola mudava sua direção. Quando desligavam lanterna, a bússola voltava a leitura anterior.

Como você explicaria esse comportamento da bússola?

Com auxílio de apostila, livros ou internet, elaborem uma estratégia que consiga responder este questionamento.

Orientações para o professor:

Caro professor, para o desenvolvimento desta atividade estruture o trabalho em duas etapas, deste modo facilitará a organização do aluno mediante o trabalho a ser desenvolvido.

Etapa 1:

- Em seguida a elaboração da estratégia, faça uma discussão com os estudantes acerca das hipóteses levantadas pelas equipes.

Nestas estratégias, é provável que algum estudante traga como exemplo a experiência de Oersted (figura 8), caso isto ocorra, forneça aos estudantes o kit de experimentação para que eles possam fazer suas constatações e verificar se Oersted estava correto. Caso os estudantes se afastem dos conceitos apresentados por Oersted o professor deverá fazer questionamentos ou discussões que possibilitem aproximar os pensamentos com o conceito desejado. É importante que os estudantes investiguem e façam constatações referentes a experiência.

Figura 7 - Aparato experimental



Fonte: próprio autor

Etapa 2:

- Faça uma discussão acerca das conclusões dos estudantes após suas observações.
- Após a discussão, solicite aos estudantes que coloquem a bússola em algumas posições como acima, abaixo e aos lados do fio e expliquem o porquê das mudanças da bússola. Além disso, estimule os estudantes a inverterem o sentido da corrente elétrica e relatar o ocorrido.
- Solicite que os estudantes compartilhem sua ideia com seus colegas e com o professor.
- Para encerrar a atividade, solicite os estudantes desenvolverem uma estratégia responder a seguinte pergunta: O campo magnético é mais intenso a 15 cm do fio ou a 5 cm? Proponha uma explicação para este questionamento.

AEI 7 - Indução eletromagnética

Após os resultados experimentais de Christian Oersted (a passagem de corrente elétrica em um fio condutor produzia efeitos magnéticos em torno dele – 1820), a comunidade científica passou a se indagar se haveria possibilidade da corrente elétrica por meio do campo magnético.

Etapa 1:

Cientes de que este questionamento fosse fundamental para a época, apresentamos a seguinte situação-problema: Com base no seu material (apostila, livro, internet) elaborem uma estratégia que permita verificar quais as conclusões que foram alcançadas pela comunidade científica na época? E como chegaram até elas?

Etapa 2:

Elaborem uma estratégia que possa testar as conclusões alcançadas pela comunidade científica sobre a geração da corrente elétrica com o uso de campo magnético.

Orientações para o professor:

Etapa 1:

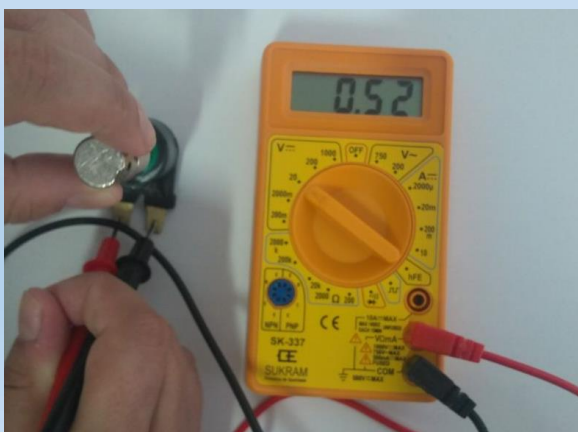
Após o questionamento e a discussão entre os alunos para tentar responder o questionamento, faça uma discussão com os estudantes acerca das respostas dadas pelas equipes.

Etapa 2:

O professor deverá propor a seguinte atividade: Elaborem uma estratégia que possa testar as conclusões alcançadas pela comunidade científica sobre a geração da corrente elétrica com o uso de campo magnético.

- Este momento o professor deverá mediar uma discussão de modo a orientar e aproximar o pensamento do estudante acerca do aparato experimental que será fornecido aos estudantes (figura 9). Um grupo de estudantes poderá solicitar um voltímetro para medir a F.E.M. gerada, já outros poderão solicitar uma lâmpada que poderá ser substituída por um led, ou seja, é necessário ter tanto o voltímetro quanto o led para a realização das constatações dos estudantes.
- Faça uma discussão sobre das conclusões dos estudantes após suas observações.
- Para encerrar a atividade, solicite os estudantes propor uma explicação, com a descrição do passo a passo da atividade, para que tanto o voltímetro quanto o led só “funcionam” quando se aproxima ou se afasta o ímã da bobina?

Figura 8 - Experiência de Faraday



Fonte: próprio autor

AEI 8 - Tubo anti gravidade

Etapa 1:

Leiam a manchete abaixo:

VERDADE OU MITO?

Ímãs abandonados em queda livre dentro de tubos de alumínio (figura 10) caem mais lentamente do que fora deles devido a redução do campo gravitacional terrestre. É verdade? Ou Mito?

Figura 9 - Ímã abandonado em um tubo de alumínio



Não será aceito como resposta apenas “verdade ou mito”, vocês deverão justificar suas respostas. Para isso, poderão utilizar como recurso de pesquisa o livro didático e internet ou alguma fonte de informações que você tenha acesso.

Etapa 2:

Investigue sistemas tecnológicos que operam a partir desse fenômeno de indução e os exemplifique:

Orientações para o professor:

- Em seguida a leitura da reportagem, faça uma discussão com os estudantes acerca das hipóteses levantadas pelas equipes.
- Acreditamos que é pouco provável que os estudantes consigam desenvolver uma explicação convincente para o questionamento realizado, por este motivo sugerimos que o professor instigue os alunos a planejar e desenvolver um experimento similar ao da figura 10.
- Recomenda-se que utilizem um tubo de pvc para que a atividade seja executada. Neste momento o aluno perceberá a diferença entre o tubo de pvc e o alumínio, o que definitivamente comprovará que a reportagem é um mito. Incentive os estudantes a colocar outros objetos não imantados para testar hipóteses.
- Após a comprovação experimental da lei de Lenz, solicite que os estudantes compartilhem suas hipóteses com seus colegas e com o professor realizando uma discussão em grupo. Para encerrar a atividade, solicite os estudantes sistemas tecnológicos que operam a partir desse fenômeno de indução.

Figura 100 - Experiência de Lenz



Fonte: Próprio autor

Referências

AZEVEDO, M.C.P.S. Ensino por Investigação: problematizando as atividades em sala de Aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. 2ª reimp. (1ª ed. 2004), São Paulo: Cengage Learning, 2009. p. 19-33.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2006.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

CARVALHO, A. M. P. O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013, v. 1, p. 01-15.

CLEMENT, L. Autodeterminação e Ensino Por Investigação Construindo Elementos Para Promoção da Autonomia Em Aulas de Física Tese de doutorado 2013. Pag 85-106.

CUSTÓDIO, J. F. et al. Práticas didáticas construtivistas: critérios de análise e caracterização. Tecné, Episteme y Didaxis – TED, v. 33, n.1, p. 11-35, 2013.

CUSTÓDIO, M. E. S. A Construção Do Conhecimento No Ensino De Física Através De Múltiplas Linguagens: Uma Proposta Metodológica. Atas, São Paulo, 05 out. 2011.

GARCÍA, J. E.; GARCÍA, F. F. Aprender investigando: una propuesta metodologica basada en la investigacion. 7a. ed. Sevilla/ES: DIADA, 2000. 93 p. (Serie Practica, n. 2. Coleccion Investigacion y Ensenanza).

GIL PÉREZ, D.; CASTRO, P. V. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un exemplo ilustrativo. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v.14, n.2, p. 155-163, 1996.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? Revista Ensaio, v. 1, 2007.

RODRIGUEZ, J. J.; LEÓN, P. C. ¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. Investigación em la escuela, n. 25, 1995.

SÁ, E. F. Discursos de professores sobre o ensino de Ciências por investigação. 2009. Nº fl. 203 Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação da UFMG, Belo Horizonte, 2009.

TERRAZZAN, Eduardo Adolfo; STRIEDER, Dulce Maria. Planejamentos Didáticos: Uma Agenda de Investigação para o Ensino de Física Moderna na Escola Média. Atas do XII SNEF. p. 606-613, Jan. 1997.