

Atividades experimentais e computacionais no contexto da indissociação da eletricidade e do magnetismo com alunos de um curso de licenciatura em ciências naturais

RESUMO

Este trabalho aborda o ensino da indissociação da eletricidade e do magnetismo por meio da integração de atividades experimentais e computacionais. A experiência é parte de um estudo de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade do Vale do Taquari. O estudo foi realizado na Universidade do Estado do Amapá, município de Macapá. O objetivo desta pesquisa é refletir sobre os resultados obtidos nas sequências de atividades práticas desenvolvidas com acadêmicos do 4º semestre do curso de Licenciatura em Ciências Naturais por meio da integração de atividades experimentais e computacionais no contexto da indissociação da eletricidade e do magnetismo. A pesquisa desenvolvida é de natureza qualitativa. Para coleta e análise dos dados, utilizaram-se os guias POE durante o desenvolvimento de atividades pedagógicas com o uso de atividades experimentais e computacionais. Os resultados das atividades experimentais e computacionais mostraram a possibilidade de integrá-las, já que os acadêmicos puderam ter uma visão não linear e holística da indissociação da eletricidade e do magnetismo e um entendimento melhor dos conteúdos mais específicos do eletromagnetismo. Conclui-se que as atividades experimentais e as atividades computacionais despertaram o interesse, proporcionaram a interação social e intelectual dos acadêmicos.

PALAVRAS-CHAVE: Atividades experimentais. Atividades computacionais. Aprendizagem significativa. Eletromagnetismo.

Rosivaldo Carvalho Gama Júnior
rosivaldo.junior@ueap.edu.br
orcid.org/0000-0002-5398-888X
Universidade do Estado do Amapá
(UEAP), Macapá, Amapá, Brasil

Ítalo Gabriel Neide
italo.neide@univates.br
orcid.org/0000-0003-0343-7294
Universidade do Vale do Taquari
(UNIVATES), Lajeado, Rio Grande do Sul,
Brasil

INTRODUÇÃO

Atualmente, pesquisadores têm apontado que o desenvolvimento de estratégias que melhoram os processos de ensino e de aprendizagem em Física são cada vez mais importantes para professores e alunos. As atividades computacionais integradas às atividades experimentais podem ser uma possibilidade metodológica de transição de um modelo de transmissão de conhecimento, baseado em cópias de livros e centrado no professor, para a construção de formas alternativas de ensinar Física, de acordo com Moro, Neide e Vettori (2015).

O modelo tradicional de ensinar eletromagnetismo é desenvolvido ao trabalhar, primeiramente, a eletricidade; em seguida, de forma desassociada, o magnetismo. Esse processo induz o estudante a pensar que são dois fenômenos físicos separados. Geralmente, quando esses conteúdos são abordados como descrito acima, é priorizada a transmissão de conhecimento. Além disso, recai-se num contraponto importante de ensino desses conteúdos.

Nessa perspectiva, o conhecimento científico deve estar relacionado com a vida cotidiana dos alunos. Por isso, para trabalhá-lo, devem ser utilizados novos recursos didáticos. Nesse viés, a abordagem do eletromagnetismo considera as diversas aplicações que permeiam nossa vida diariamente, assim como outros conteúdos da área da Física, tornando esses conceitos menos abstratos.

A eletricidade e o magnetismo sempre estiveram presentes na vida do homem, porém com mais intensidade na sociedade tecnológica em que vivemos. Além disso, o entendimento do eletromagnetismo auxilia os estudantes a compreenderem o funcionamento de diversos equipamentos eletromagnéticos que fazem parte do seu dia a dia. Dentre esses equipamentos, tomam-se por base diversos motores elétricos, como por exemplo: ventilador, liquidificador, secador de cabelo, um motor de uma embarcação, dentre outros.

As atividades experimentais, quando trabalhadas a partir de ações que exigem muita participação do aluno durante seu desenvolvimento, segundo Bassoli (2014), rompem com o círculo vicioso e anticientífico proporcionado pelas aulas puramente conteudistas, em que os alunos são sujeitos passivos nos processos de ensino e de aprendizagem.

Com esse pensamento, o ensino de Física por meio das atividades experimentais tem importância na aprendizagem dos alunos, pois eles são, na prática, incentivados por seu próprio interesse. Esse tipo de ensino busca possibilitar uma aprendizagem mais expressiva, em que os alunos buscam novas descobertas e questionam sobre vários conteúdos (SOUZA, 2017). Ainda nesse raciocínio, Clavé, Faccin e Sauerwein (2013) corroboram que as atividades experimentais podem desenvolver nos alunos uma maior motivação para a aprendizagem da Física.

Além das atividades experimentais, as atividades computacionais também são importantes, uma vez que complementam conteúdos em situações em que, através das atividades experimentais, é impossível realizar determinada abordagem. Como exemplo, pode-se citar a representação da interação do campo magnético com cargas em movimento em três dimensões por meio da álgebra vetorial. Nesse viés, sobre o uso dos recursos tecnológicos como atividade

computacional no ensino de Física, os autores Madureira, Santos e Silva afirmam que:

Os Recursos Tecnológicos são importantes ferramentas que, sendo utilizado de forma adequada, possibilitam a apresentação de um ensino dinâmico e que pode conceituar concretamente as teorias Físicas, porém o professor deve saber até que ponto estes recursos podem auxiliar nesta prática (MADUREIRA; SANTOS; SILVA, 2015, p. 03).

Os jovens alunos são nativos digitais e aprendem praticando nos seus tablets, smartphones e notebooks de ponta. Essas ferramentas tecnológicas, portanto, precisam fazer parte do processo educacional desses sujeitos, seja na utilização de um simples jogo didático ou a partir de uma simulação de um determinado fenômeno físico. Prensky (2001) discorre que os nativos digitais estão acostumados a recepcionar informações precocemente. Eles gostam de processar várias tarefas de uma só vez preferem analisar os gráficos antes do texto e não o contrário. Os alunos também priorizam o acesso sem uma ordem cronológica, como por exemplo, o hipertexto. Trabalham melhor quando interagem a uma rede de contatos. Têm sucesso com gratificações imediatas e recompensas constantes. Preferem jogos a trabalho com seriedade.

As atividades experimentais e as atividades computacionais, quando utilizadas de forma integrada no ensino de Física, têm a possibilidade de se complementarem, pois uma tendência não necessariamente substitui a outra. Isto é, o uso dessas atividades associadas apresenta-se como uma estratégia potencialmente promissora no desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes (RODRIGUES, 2016).

Segundo Moro (2015), com a integração das atividades experimentais e computacionais é possível perceber indícios de que os estudantes ficam mais motivados e predispostos para trabalhar com essas atividades, realizando com entusiasmo e demonstrando interesse.

O uso dessa integração é uma estratégia que auxilia nas atividades investigativas e pode proporcionar o entendimento de conceitos e Leis não somente da Física, mas de outras áreas do conhecimento. Para tanto, é fundamental que a sequência do predizer, observar e explicar (POE) seja seguida para que a atividade experimental desenvolvida tenha seus objetivos alcançados, de acordo com Schwahn, Silva e Martins (2007). A etapa do predizer é o momento em que os aprendizes discutem, em grupos, o problema proposto e, por meio da troca de experiências, predizem o resultado esperado. Posteriormente, deverão observar o que ocorre durante a realização do experimento e, por fim, tentam explicar os resultados obtidos, em consonância ou não com o que foi predito no início (OLIVEIRA, 2003).

É importante ressaltar ainda mais sobre a utilização das atividades investigativas em virtude dessa tendência de abordagem ser o foco deste estudo. Desta forma, corrobora-se com Vianna (2013), que as atividades de cunho investigativo levam os alunos a um comportamento crítico em relação à ciência e à tecnologia, à construção do pensamento científico, além de um ensino de modo mais contextualizado com o mundo moderno.

As atividades desenvolvidas neste trabalho foram fundamentadas na aprendizagem significativa. Segundo Ausubel (2003, p. 72), a aprendizagem

significativa “consiste no fato de que novas ideias expressas de forma simbólica (a tarefa de aprendizagem) se relacionam àquilo que o aprendiz já sabe”.

Conforme Ausubel (2003), para que ocorra a aprendizagem significativa são necessárias duas condições: o material a ser utilizado deve ser potencialmente significativo, assim como atividades experimentais e simulações computacionais (atividades foco deste trabalho); e o aprendiz deve estar motivado a relacionar a sua estrutura cognitiva com novos conhecimentos (MOREIRA, 2011).

Para tal, existem processos pelos quais o aprendiz pode operar para que, de fato, seja construída uma aprendizagem significativa, a exemplo da diferenciação progressiva. Para Ausubel (2003), acontece quando um novo subsunçor se modifica por meio da ancoragem em conceitos ou proposições prévias relevantes.

Tendo em vista esse contexto, apresenta-se uma intervenção voltada para o ensino da indissociação da eletricidade e do magnetismo, a partir de atividades experimentais e atividades computacionais, pois pode ser uma estratégia acessível para contribuir com a aprendizagem. Diante disso, o objetivo do presente trabalho é refletir sobre os resultados obtidos nas sequências de atividades práticas desenvolvidas com acadêmicos do 4º semestre do curso de Licenciatura em Ciências Naturais por meio da integração de atividades experimentais e computacionais no contexto da indissociação da eletricidade e do magnetismo.

DETALHAMENTO METODOLÓGICO

A execução da intervenção pedagógica ocorreu durante 9 horas/aulas (de 50 minutos cada), sendo 3 horas/aulas para cada conjunto de atividade. As atividades ocorreram no campus I da Universidade do Estado do Amapá, em uma turma de vinte acadêmicos, do 4º semestre de 2018, do curso de Licenciatura em Ciências Naturais. A turma foi dividida em três grupos (denominados **G1**, **G2** e **G3**), com intuito de possibilitar interação social entre os estudantes, bem como para melhores discussões e tomadas de decisões nos momentos da montagem e durante o preenchimento das respostas nos guias predizer, observar, explicar (POE), posteriormente. Os acadêmicos foram também denominados de **A1**, **A2**, **A3**, assim sucessivamente.

Antes da execução de cada conjunto de atividade experimental e computacional, para o desenvolvimento da diferenciação progressiva, vídeos foram exibidos para a turma com intuito de desencadear os conteúdos que seriam abordados logo em seguida. Ou seja, esse recurso apresentava uma ideia geral do conteúdo que ajudaria os alunos a entenderem as abordagens mais específicas nos guias POE. Isso se dá, quando conceitos (por exemplo) mais gerais e inclusivos são apresentados no início da intervenção, e diferenciados progressivamente em detalhes e especificidade (MOREIRA, 1999).

O primeiro vídeo¹ apresentava algumas características do carro tesla, e o segundo² mostrava os componentes eletromagnéticos e os princípios de funcionamento desse carro. Esses vídeos foram exibidos antes da aplicação do guia POE 1. Quanto ao terceiro vídeo³, apresentado antes da aplicação do guia POE 2, exibia os princípios gerais de funcionamento do motor elétrico de um liquidificador. Por fim, o último vídeo⁴, mostrado antes da aplicação do guia POE

3,abordava os principais componentes de uma usina hidrelétrica, bem como os princípios físicos de funcionamento.

Este trabalho é de natureza qualitativa, pois, para Malhotra (2006), se caracteriza como um método de pesquisa exploratório e não-estruturado, baseado em dados coletados que proporcionam percepções e compreensão do contexto do problema. Os dados foram interpretados sob a ótica da análise descritiva e cronológica, pois, de acordo com Gil (2008), esse tipo de pesquisa tem a finalidade de descrever as propriedades de fenômenos ou conjuntos de elementos com determinada característica em comum.

Em seguida, encontram-se as três sequências de atividades realizadas pelos acadêmicos durante a intervenção pedagógica por meio dos guias POE 1, 2 e 3. É importante destacar que esses guias foram utilizados como instrumentos de coletas e análise de dados.

GUIA POE 1

Conteúdo: Campo magnético produzido por corrente elétrica em um condutor retilíneo.

Objetivos:

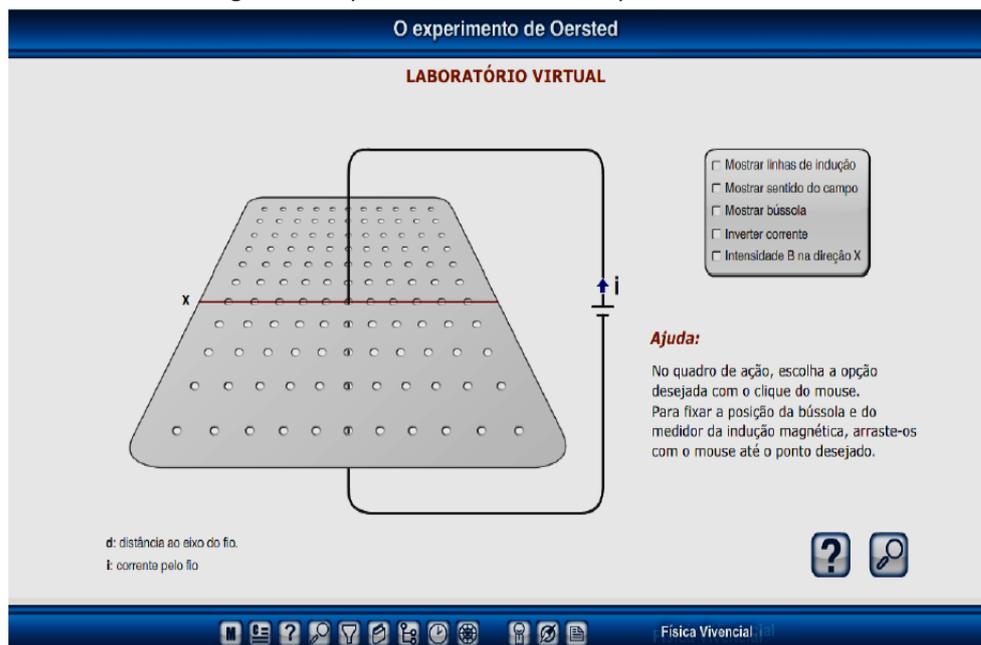
- Explorar a indissociação entre a eletricidade e magnetismo;
- Configurar as linhas de campo magnético geradas por um condutor reto percorrido por corrente elétrica;
- Identificar a direção e sentido do campo magnético gerado por um condutor reto percorrido por corrente elétrica;
- Entender as relações de proporcionalidades entre as grandezas de campo, corrente e distância.

Atividade computacional: simulação.

Procedimento para a simulação computacional

1. Abrir o simulador **O experimento de Oersted** conforme Figura 1, onde é apresentado o aspecto do Simulador **O experimento de Oersted**.

Figura 1 – Aspecto do Simulador O experimento de Oersted



Fonte: <http://www.fisicavivencial.pro.br/> (2017).

Questões:

a) o que ocorre com a agulha da bússola quando aproximada do fio condutor percorrido por corrente elétrica? Explique a razão de tal fenômeno.

Previsão:

Observação: Aproxime a bússola do fio condutor. Observe, analise o simulador e responda a pergunta novamente. (A simulação não leva em consideração o campo magnético terrestre).

Explicação após observações feitas no simulador.

b) faça um desenho das linhas de campo magnético geradas pelo condutor reto percorrido por corrente elétrica.

Desenho previsto:

Observação: Marque a opção **mostrar linhas de indução**. Observe, analise o simulador e responda a pergunta novamente.

Desenho após observações feitas no simulador:

c) qual a direção e o sentido do campo magnético gerado por um condutor reto percorrido por corrente elétrica?

Previsão:

Observação: Marque as opções **mostrar linhas de indução** e **mostrar sentido do campo**. Observe, analise e responda a pergunta novamente (confirmando ou não sua previsão).

Explicação após observações feitas no simulador:

d) marque a opção **Intensidade B na direção X** e explique a proporcionalidade que envolve as grandezas - campo, corrente e distância, ao aproximar e afastar-se o medidor **indução magnética** do fio condutor.

Previsão:

Observação: Aproxime e afaste-se o medidor **Indução magnética** do fio condutor e observe.

Explicação após observações feitas no simulador:

Atividade Experimental

Observação: Antes de executar o experimento responda as questões procurando **predizer** o que ocorrerá em cada situação. Faça suas anotações. Em seguida, execute (e observe) o experimento **explicando** as diferenças (caso existam) entre o que você observou e o que você previu.

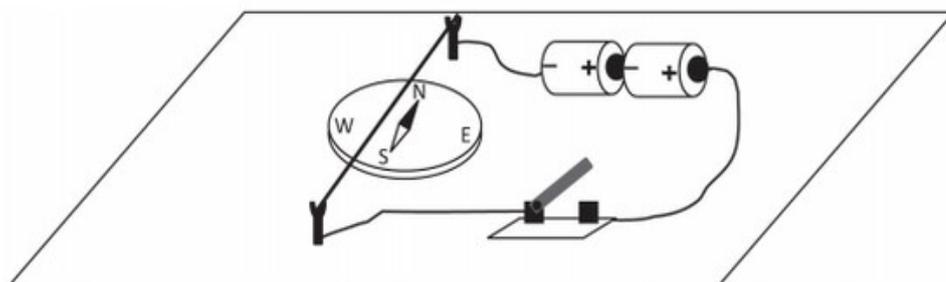
Materiais:

- 01 ou 02 pilhas de 1,5 V.
- 0,5 m de fio condutor.
- 01 bússola.
- 01 interruptor.

Procedimento para o experimento real:

Monte o equipamento de acordo com a Figura 2 (manter o circuito aberto).

Figura 2 – Aspecto do experimento de Oersted (montado)



Fonte: https://www.google.com.br/search?q=experimento+de+Oersted+em+pdf&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi_6OPK6_vWAhWCDZAKHV_HAUIQ_AUICygC&biw=1280&bih=694#imgrc=yctRcvca3c2zbM:

Questões:

a) o que acontece com a agulha da bússola quando o circuito é fechado? Explique a causa para isso.

Previsão:

Observação: Feche o circuito no interruptor, observe a agulha da bússola e responda a mesma pergunta.

Explicação após observações feitas no experimento:

b) o que acontece com a agulha da bússola ao inverter o sentido da corrente? Qual sua conclusão em relação a esse fenômeno?

Previsão:

Observação: Abra o circuito (desligando no interruptor), inverta de posição as duas pilhas (para inverter o sentido da corrente elétrica), depois feche o circuito e observe o comportamento da agulha da bússola.

Explicação após observações feitas no experimento:

GUIA POE 2

Conteúdo: Campo magnético produzido por corrente elétrica em várias espiras

Objetivos:

-Compreender a relação do campo magnético do solenóide com as fontes de corrente (AC ou DC);

- Analisar as configurações das linhas de campo magnético geradas pelo solenóide;

- Caracterizar a direção e sentido do campo magnético no interior de um solenóide percorrido por corrente elétrica.

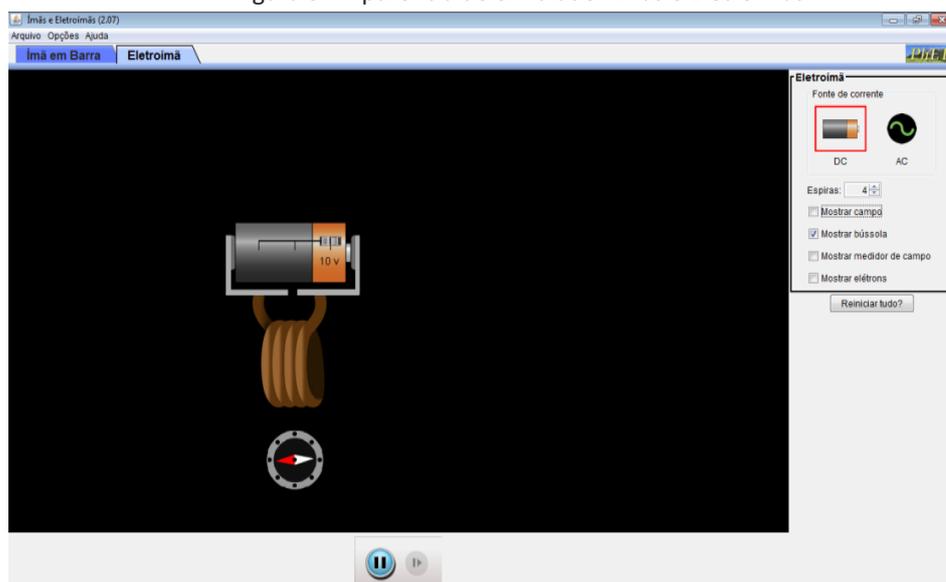
- Observar a relação entre a intensidade do campo magnético e a quantidade de espiras de um solenóide;

Atividade computacional: simulação.

Instruções para a simulação computacional

Abrir o simulador **Ímãs e Eletroímãs**, conforme com a Figura 3.

Figura 3 – Aparência do Simulador Ímãs e Eletroímãs



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/magnets-and-electromagnets (2017).

Questões:

- a) selecione as opções **DC** e depois **Mostrar elétrons**. Faça um desenho de como seria o campo magnético gerado pela espira.

Desenho previsto:

Observação: Selecione a opção **Mostrar campo** e observe.

Desenho após observações feitas no simulador:

- b) o número de espiras influencia na intensidade do campo magnético? De que maneira? O campo magnético é maior nas proximidades das espiras ou quando mais afastado?

Previsão:

Observação: Aumente e diminua o **número de espiras** e observe. Confirmou-se ou não o que havia previsto? Explique a seguir.

Explicação após observações feitas no simulador:

- c) como se configura as linhas de campo magnético da espira quando a fonte de corrente é contínua (DC) e alternada (AC)? Existe alguma diferença?

Previsão:

Observação: Selecione as opções **DC** e **AC**, e observe o comportamento das linhas de campo magnético. Responda abaixo a mesma pergunta (confirmando ou não sua previsão).

Explicação após observações feitas no simulador:

ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Observação: Antes de executar o experimento, responda as questões procurando **predizer** o que ocorrerá em cada situação. Faça suas anotações. Em seguida, execute (e observe) o experimento **explicando** as diferenças (caso existam) entre o que você observou e o que você previu.

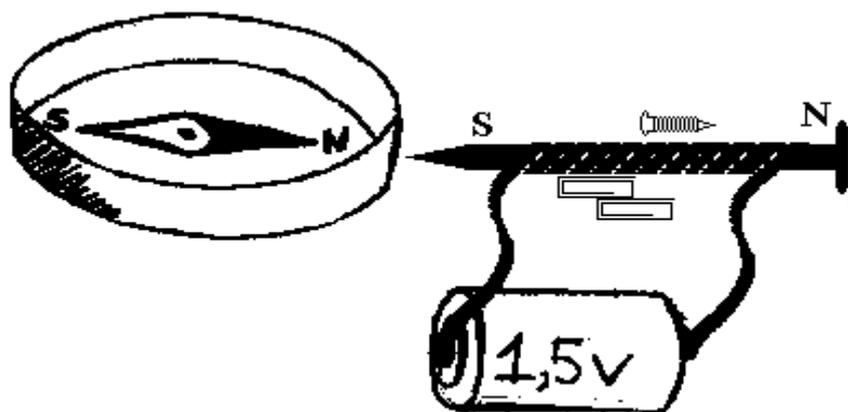
Materiais:

- Aproximadamente 10 cm de fio elétrico comum;
- 01 pilha comum de 1.5 Volts;
- 01 prego de aço 3/9;
- 01 bússola;
- Materiais de teste: Moedas, cliques de papel, pregos pequenos, etc;
- Porta pilhas e duas conexões (jacaré) – opcionais.

Procedimento para o experimento real

Monte o equipamento de acordo com a Figura 4 (manter o circuito aberto).

Figura 4 – Aspecto do experimento Eletroímã (montado)



Fonte: <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>.

1. Para fazer o solenóide enrola-se o fio condutor no prego. Deixe livre duas pontas do fio condutor de aproximadamente 2 cm de comprimento com as extremidades descascadas, para a conexão com a pilha.

2. Ligue as extremidades do fio condutor à pilha.

Questões:

a) aproximando o eletroímã da lateral da bússola, o que acontecerá com a agulha da mesma?

Previsão:

Explicação após observações feitas no experimento:

b) o que acontece ao aproximar o eletroímã dos materiais de teste? E por quê?

Previsão:

Explicação após observações feitas no experimento:

c) inverta as extremidades do fio condutor, ligue a pilha e observe ao aproximar da bússola. O que acontecerá? Explique.

Previsão:

Explicação após observações feitas no experimento:

GUIA POE 3

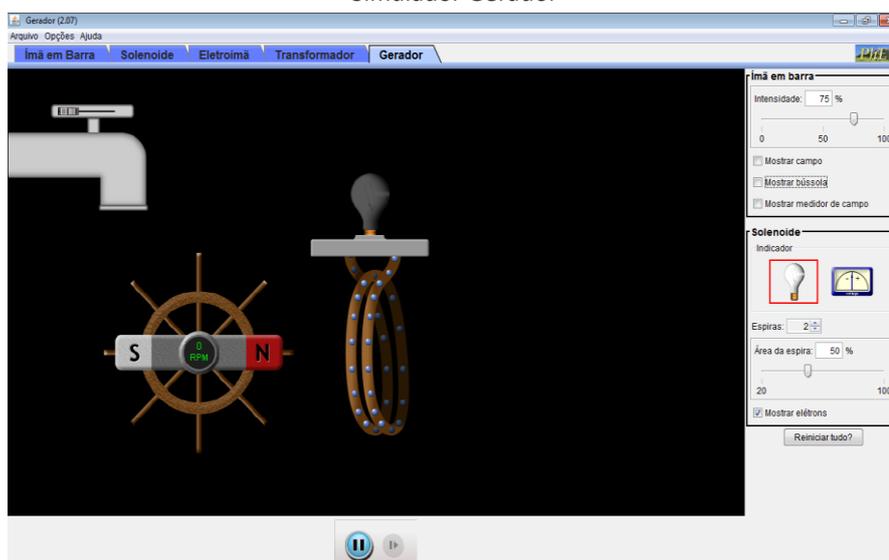
Conteúdo: Corrente elétrica gerada por campo magnético

Objetivos:

- Constatar que um ímã em movimento rotacional gera uma corrente induzida;
- Entender como é definido o fluxo magnético;
- Compreender que a indução eletromagnética está relacionada ao surgimento de uma fem induzida;

- Observar que uma fem induzida surge devido à variação do fluxo magnético;
 - Identificar as diferentes formas de se variar o fluxo magnético;
- Atividade computacional: simulação.

Abrir o simulador **Gerador** conforme com a Figura 5. Figura 5 – Aparência do Simulador Gerador



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/generator (2017).

Questões:

a) o que acontece quando a queda de água começa ser acionada?

Previsão:

Observação: **Acione levemente a torneira** do simulador e observe. Agora, responda a mesma pergunta para verificar se sua previsão se confirmou ou não.

Explicação após observações feitas no software:

b) o que é necessário para aumentar o brilho da lâmpada?

Previsão:

Observação: **Varie a queda de água** e observe o brilho da lâmpada. Agora, responda a mesma pergunta para verificar se sua previsão se confirmou ou não.

Explicação após observações feitas no software:

c) além da variação queda de água, o que mais pode variar no brilho da lâmpada?

Previsão:

Observação: **Varie o número de espiras** e observe. Agora, responda a mesma pergunta para verificar se sua previsão se confirmou ou não.

Explicação após observações feitas no software:

d) afinal, o que produz a corrente elétrica alternada responsável por ligar a lâmpada?

Previsão:

Observação: Clique na opção **Mostrar campo** e observe. Agora, responda a mesma pergunta para verificar se sua previsão se confirmou ou não.

Explicação após observações feitas no software:

ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Observação: Antes de executar, o experimento responda as questões com o objetivo de **predizer** o que ocorrerá em cada situação. Faça suas anotações. Em seguida, execute (e observe) o experimento e **explique** as diferenças (caso existam) entre o que você observou e o que você previu.

Materiais:

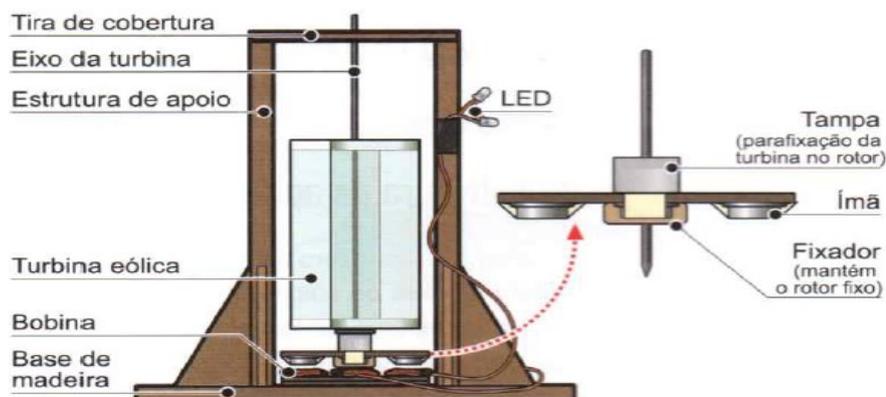
- 01 garrafa de plástico de 2L e suas tampas;
- 01 espeto de churrasco;
- Madeira (o pesquisador informará as medidas na montagem);
- 02 pinos de madeira;
- 01 CD;
- 01 cortiça de garrafa de vinho;
- 1m de fio de cobre esmaltado;
- 04 ímãs de neodímio (ou de discos rígidos de PCs);
- 04 arruelas com 2cm de diâmetro externo;
- 02 LEDs de 1,5 V

Procedimento para o experimento real

Monte o equipamento de acordo com a Figura 6.

1. No dia da execução a turbina virá montada.

Figura 6 – Aspecto do experimento Turbina Eólica (montado)



Fonte: Valadares (2012, p. 297).

Questões:

a) o que é necessário para que o LED ascenda?

Previsão:

Observação: Utilize um ventilador (ligue na velocidade de rotação 1) para a turbina girar e observe. Agora, responda a mesma pergunta para verificar se sua previsão se confirmou ou não.

Explicação após observações feitas no experimento:

b) a intensidade do brilho do LED sofre variação com a mudança de velocidade de rotação do ventilador (consequente da turbina)?

Previsão:

Observação: Para a turbina girar, utilize um ventilador nas velocidades de rotação 1, 2 e 3, e observe. Agora, responda a mesma pergunta para verificar se sua previsão se confirmou ou não.

Explicação após observações feitas no experimento:

c) explique: porque o LED brilha?

Previsão:

Explicação após observações feitas no experimento:

RESULTADOS DA EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E COMPUTACIONAIS

No início de cada conjunto de atividades, o experimento, e os respectivos materiais: o computador com o simulador e o guia POE já estavam disponíveis nas bancadas do Laboratório de Física da UEAP.

Antes do preenchimento desses guias, os grupos foram orientados quanto ao uso da metodologia POE. Os discentes estavam devidamente cientes de que deveriam escrever a previsão antes de executar as atividades. Em seguida, deveriam executar as ações e observar, de acordo com os questionamentos. Por fim, deviam explicar o fenômeno de acordo com as observações e previsões.

Considerando a quantidade de dados obtidos, relatam-se algumas das respostas dos grupos, na condição de amostra representativa, de acordo com cada atividade desenvolvida durante o estudo.

No primeiro momento, os acadêmicos desenvolveram a primeira atividade experimental seguida da primeira atividade computacional, as quais tratavam sobre o conteúdo Campo Magnético produzido por corrente elétrica em um condutor retilíneo.

Nesse sentido, a Figura 7 apresenta as respostas dos grupos **G1** e **G2** referentes à experimentação com relação à questão “a” (guia POE 1), que questionava a interação da bússola com um circuito elétrico fechado.

Figura 7 – Respostas dos grupos **G1** e **G2**, nessa ordem, da questão a referente à experimentação

A) O que acontece com a agulha da bússola quando o circuito é fechado? Explique a causa para isso.

Previsão:
A agulha da bússola se movimentará.

Observação: Feche o circuito no interruptor, observe a agulha da bússola e responda a mesma pergunta

Explicação após observações feitas no experimento:
A agulha se desloca a 90° para oeste. Isso é devido a presença do campo magnético do fio condutor.

Previsão:
ALTERA O CAMPO MAGNÉTICO DA BÚSSOLA SE MOVIMENTO.

Explicação após observações feitas no experimento:
A AGULHA DA BÚSSOLA MOVE-SE PORQUE ELA INTERAGE COM CAMPO MAGNÉTICO

Fonte: Autoria própria (2018).

Segundo a explicação do grupo **G1**, a agulha da bússola sofre deflexão de 90° para oeste. Mais do que isso, o referido grupo justificou o ocorrido devido à presença de um campo magnético gerado pelo fio condutor. Já o grupo **G2** argumentou que a agulha da bússola se move devido à interação com o campo magnético. Tais fundamentações estão em consonância com as palavras de Peruzzo (2013, p. 163), em que, “para explicar esse fenômeno Oersted concluiu que um fio condutor percorrido por uma corrente elétrica gera um campo magnético ao seu redor”.

As explicações corretas dos acadêmicos para a questão “a” podem inferir que o POE é um método com potencial de aprendizagem. O processo apresentado possivelmente foi significativo para os aprendizes, pois denotam evidências de compreensão científica em relação às previsões dos grupos **G1** e **G2**.

Na questão “a” (da simulação – guia POE 1), os grupos foram questionados sobre o que ocorre com a agulha da bússola quando aproximada do fio condutor percorrido por corrente elétrica. A Figura 8 mostra a resposta do grupo **G2** relacionada à questão “a”.

Figura 8 – Resposta do grupo **G2**, na questão “a”

a) O que ocorre com a agulha da bússola quando aproximada do fio condutor percorrido por corrente elétrica? Explique a razão de tal fenômeno.

Previsão:
É pela criação de um campo magnético em torno da corrente elétrica.

Observação: Aproxime a bússola do fio condutor, observe, analise o simulador e responda a pergunta novamente. (A simulação não leva em consideração o campo magnético terrestre).

Explicação após observações feitas no simulador:
A agulha da bússola move-se ao se aproximar do fio, alterando seu campo magnético.

Fonte: Autoria própria (2018).

Nessa questão, o grupo **G2**, na previsão, não disse o que poderia ocorrer com a agulha da bússola ao ser aproximada do condutor com corrente elétrica, mas explicou a razão para o fenômeno questionado, ao escrever: **É pela criação de um campo magnético em torno da corrente elétrica**. No entanto, após a observação e discussão em grupo, os acadêmicos explicaram que a agulha da bússola move-se ao ser aproximada do fio.

Adicionalmente, ainda sobre a questão “a”, os acadêmicos **A11** e **A3** argumentaram, referindo-se às semelhanças nas duas atividades (experimental e a computacional):

Acadêmico A11: - Professor...É... Essa questão da simulação é a mesma dos experimentos?

Professor: - **Sim**.

Acadêmico A3: - Ah tá... Porque nosso grupo também percebeu isso e as respostas ficam parecidas.

Professor: - Sim... A ideia é que essas atividades possam se complementar ou se associar para o entendimento do conteúdo.

Através desse diálogo, pode-se inferir que as atividades com experimentos e o simulador se complementaram em determinadas explicações para o fenômeno questionado.

No momento seguinte, os acadêmicos desenvolveram a segunda atividade experimental seguida da segunda atividade computacional, as quais tratavam sobre o conteúdo Campo Magnético produzido por corrente elétrica em várias espiras.

A seguir, apresentam-se as respostas de alguns grupos de uma questão da atividade experimental (questão “c”) e uma questão envolvendo atividade computacional (questão “b”) de simulação, referente ao guia POE 2.

A questão “c” da atividade experimental perguntava sobre o que acontece quando são invertidas as extremidades do fio na pilha e aproximadas da bússola. As respostas da questão estão expostas na figura abaixo.

Figura 9 – Respostas dos grupos **G2** e **G3** referente à questão “c”, respectivamente

<p>C) Inverta as extremidades do fio condutor, ligue a pilha e observe ao aproximar da bússola. O que acontecerá? Explique.</p> <p>Previsão:</p> <p>_____ <i>A agulha fica oscilando</i> _____</p> <p>_____</p> <p>Explicação após observações feitas no experimento:</p> <p>_____ <i>A agulha fica girando em várias direções contrária ao que estava antes.</i> _____</p> <p>C) Inverta as extremidades do fio condutor, ligue a pilha e observe ao aproximar da bússola. O que acontecerá? Explique.</p> <p>Previsão:</p> <p>_____ <i>Não haverá ação a condução de energia elétrica e não produziram no campo magnético</i> _____</p> <p>Explicação após observações feitas no experimento:</p> <p>_____ <i>Não houve ação do campo magnético.</i> _____</p>
--

Fonte: Autoria própria (2018).

Em relação a essa questão, é necessário destacar duas situações importantes:

A primeira está relacionada à explicação do grupo **G2**. Considerando a explicação, nota-se um entendimento além do previsto, pois os alunos afirmaram que a agulha da bússola continuará girando, mas em várias direções. Considerando o traçado da letra, possivelmente de pessoas diferentes, parece que outro membro da equipe completou, escrevendo: **contrária ao que estava antes**.

A segunda situação refere-se à explicação do grupo **G3**. O grupo foi categórico em escrever que **não houve ação do campo magnético**. No momento do preenchimento, o grupo perguntou por que o deles não funcionava. Constatou-se com o grupo após alguns testes, que a pilha descarregara devido à utilização excessiva do equipamento. Diante da situação, dois membros das demais equipes foram convidados a compartilhar seus eletroímãs e discutirem os resultados. Assim, o grupo **G3**, após interação com os demais colegas, conseguiu compreender o que ocorre quando se inverte a corrente elétrica, como ficou claro no depoimento do acadêmico **A3** do grupo: **então, invertendo a corrente, inverte o movimento da agulha**.

A pergunta “b” questionava (referente à simulação) se o número de espiras influenciava na intensidade do campo magnético e se essa intensidade era maior quanto mais próximo ou quanto mais distante o campo estivesse das espiras. A Figura 10 exhibe o resultado relativo a essa questão, dos grupos **G1** e **G2**.

Figura 10 – Respostas dos grupos **G1** e **G2** referente à questão **B**, respectivamente

<p>B) O número de espiras influencia na intensidade do campo magnético? De que maneira? O campo magnético é maior nas proximidades das espiras ou quando mais afastado?</p> <p>Previsão: Não influencia. É maior nas proximidades das espiras.</p> <p>Observação: Aumente e diminua o número de espiras e observe. Confirmou-se ou não o que havia previsto? Explique a seguir.</p> <p>Explicação após observações feitas no simulador: Não. Pois a quantidade de espiras influencia no campo magnético. Quanto mais espiras, maior o campo.</p>
<p>B) O número de espiras influencia na intensidade do campo magnético? De que maneira? O campo magnético é maior nas proximidades das espiras ou quando mais afastado?</p> <p>Previsão: Sim. Quanto mais voltas maior será a intensidade por causa da velocidade.</p> <p>Explicação após observações feitas no simulador: Quanto menos espiras a intensidade apresenta ser menor.</p>

Fonte: Autoria própria (2018).

A seguir, apresentam-se as respostas de alguns grupos a uma questão da atividade computacional (questão “d”) de simulação e a uma questão da atividade experimental (questão “c”). Como os acadêmicos tiveram a chance de optar por qual atividade começar no guia POE 3, preferiram iniciar pelas computacionais.

A questão “d” tinha por finalidade saber o que de fato produzia a energia elétrica necessária para acender a lâmpada. Nesse caso, selecionaram-se, como exemplo, as respostas dos grupos **G1** e **G3**, como mostra a Figura 11.

Figura 11 – Respostas dos grupos **G1** e **G3**, nessa ordem, da questão **D** referente ao software

D) Afinal, o que produz a corrente elétrica alternada responsável por ligar a lâmpada?

Previsão:
O campo magnético.

Observação: Clique na opção **Mostrar campo** e observe. Agora, responda a mesma pergunta para verificar se sua previsão se confirmou ou não.

Explicação após observações feitas no software:
Sim, o contato do campo magnético com as espiras.

D) Afinal, o que produz a corrente elétrica alternada responsável por ligar a lâmpada?

Previsão:
O gerador produz a corrente elétrica que liga a lâmpada.

Fonte: Autoria própria (2018).

De acordo com a Figura 11, o grupo **G1** confirmou sua previsão, afirmando que o campo magnético sobre as espiras é o responsável pela corrente elétrica. Na descrição dos resultados da atividade com o experimento da turbina eólica, mais adiante, será possível ver que esse mesmo grupo fez alusão a essa questão com uma explicação mais coerente, possivelmente representando um indício de aprendizagem significativa.

O grupo **G3** previu que a corrente elétrica produzida no gerador é a que liga a lâmpada. Porém, explicou, complementando, que a produção dessa energia é devida a um campo magnético oriundo do gerador. Nesse sentido, será mostrado na questão “c” da atividade experimental, que o grupo **G3** explicou o porquê de o LED brilhar, de modo análogo.

Por fim, a questão “c”, com propósito de um entendimento mais específico, perguntava aos grupos: por que o LED brilha? A seguir, apresentam-se as respostas dos grupos **G1** e **G3**, na Figura 12.

Figura 12 – Respostas dos grupos **G1** e **G3**, nessa ordem, da questão “c” referente à experimentação

C) Explique porque o LED brilha?

Previsão:
El campo magnético dos quatro ímãs.

Explicação após observações feitas no experimento:
A rotação dos ímãs varia o campo magnético nas espiras que gera a corrente elétrica, semelhante a questão D da simulação.

C) Explique porque o LED brilha?

Previsão:
Por causa da corrente elétrica produzida pela turbina eólica.

Explicação após observações feitas no experimento:
Os ímãs em movimento circular próximo das espiras induz uma corrente elétrica para led brilhar.

Fonte: Autoria própria (2018).

Em sua previsão, o grupo **G1** apontou o campo magnético dos ímãs como o causador do brilho do LED. Após discussão entre os membros do grupo, várias repetições de funcionamento da turbina eólica e a mediação do professor, o grupo decidiu responder que com a rotação dos ímãs o campo magnético varia no interior das espiras, as quais, por sua vez geram uma corrente elétrica. Assim sendo, vislumbra-se, em relação à previsão, considerável avanço na compreensão do fenômeno eletromagnético.

Por meio dessa questão, o grupo **G1** fez alusão à questão “d” da simulação. Logo, pode-se inferir que a questão “d” da parte computacional auxiliou na questão “c” da atividade experimental, tendo em vista que a explicação na experimental ficou mais completa, considerando o que é aceito cientificamente.

O grupo **G3** previu a corrente elétrica como a causa do brilho do LED. Na explicação, complementou, ao afirmar que o movimento circular dos ímãs próximos das espiras induz uma corrente elétrica, fazendo o LED brilhar. O termo **induz** faz referência à corrente induzida, abordada dentro do conteúdo de indução eletromagnética.

Considera-se importante lembrar que a explicação para o entendimento desse fenômeno eletromagnético não é tão simples. Por isso, mesmo depois dessas duas atividades, foi necessário um razoável debate acerca da questão e só depois levou-se em conta a compreensão da abordagem. Mesmo assim, as respostas dos dois grupos convergiram para o que a ciência corrobora. Young e Freedman (2009, p. 280) abordam que “a resposta é um fenômeno chamado indução eletromagnética: quando o fluxo magnético varia através de um circuito, ocorre a indução de uma fem e de uma corrente no circuito”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a execução do conjunto de atividades, observa-se o quanto é importante o professor refletir e agir sobre sua própria prática, na busca por novas formas de ensinar que despertem a curiosidade dos estudantes em querer conhecer os fenômenos que os cercam.

Nota-se que os objetivos esperados com a realização dessas atividades experimentais e computacionais foram alcançados, pois conseguimos integrá-las proporcionando indícios de aprendizagens significativas e com uma visão holística do eletromagnetismo.

Com relação aos vídeos, possivelmente motivaram e instigaram para aprendizagem significativa de conteúdos específicos nos guias POE 1, 2 e 3.

A integração das atividades experimentais com as simulações computacionais em um mesmo encontro foi uma estratégia inovadora para os acadêmicos, pois não tinham trabalhado dessa forma. As dificuldades de montagem e de manuseio dos protótipos experimentais, bem como o uso dos simuladores se fizeram presentes em alguns acadêmicos, porém com as mediações executadas isso foi facilitado.

Após a finalização das atividades, verifica-se que os acadêmicos vivenciaram experiências, em que puderam ter uma visão não linear e holística da indissociação da eletricidade e do magnetismo e um melhor entendimento dos conteúdos mais

específicos do eletromagnetismo. Nesse sentido, conclui-se que as atividades experimentais e as atividades computacionais despertaram o interesse, proporcionaram a interação social e intelectual dos acadêmicos.

Acredita-se que esta forma de se ensinar, por meio da integração das atividades experimentais e computacionais tem relevância considerando o contexto tecnológico que a escola vive. E o mais importante, com intensa participação dos alunos nos processos de ensino e de aprendizagem.

Experimental and computational activities in the context of the indissociation of electricity and magnetism with students of a degree course in natural sciences

ABSTRACT

This work addresses the teaching of the indissociation of electricity and magnetism through the integration of experimental and computational activities. This paper is part of a professional master's study in teaching exact sciences, from the University of Vale do Taquari. The study was carried out at the University of the State of Amapá, municipality of Macapá. The objective of this research is to reflect about results obtained in the sequences of practical activities developed with academics from the 4th semester of the Natural Sciences Degree course through the integration of experimental and computational activities in the context with indissociation of electricity and magnetism. The research developed has a qualitative nature. For data collection and analysis, POE guides were applied during the development of pedagogical activities with the use of experimental and computational activities. The results of the experimental and computational activities showed the possibility of its integration, since academics were able to have a non-linear and holistic view of the indissociation of electricity and magnetism and a better understanding of the more specific contents of electromagnetism. It is concluded that the experimental activities and the computational activities aroused the interest, provided the social and intellectual interaction of the students.

KEYWORDS: Experimental activities. Computer activities. Meaningful learning. Electromagnetism.

NOTAS

1. Vídeo referente as características do carro Tesla. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=IOOh_nH6Wo0.
2. Vídeo referente aos componentes eletromagnéticos e os princípios de funcionamento do carro Tesla. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3SAXUIre28>.
3. Vídeo referente aos princípios gerais de funcionamento do motor elétrico de um liquidificador. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=jGEyYedWFjk>.
4. Vídeo referente aos principais componentes de uma usina hidrelétrica e seus princípios físicos de funcionamento. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ABv631t1OKI>.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. 1. ed. LDA. Lisboa: Paralelo Editora, 2003.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.

CLAVÉ, G. H.; FACCIN F.; SAUERWEIN, I. P. S. Atividades experimentais em aulas extracurriculares como estratégia para o ensino de física. **XX Simpósio Nacional De Ensino De Física – Snef 2013 – São Paulo, SP**.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MADUREIRA, R. B.; SANTOS, G. S. S.; SILVA, V. A. Recursos tecnológicos: até que ponto influenciam no processo de ensino aprendizagem em física. **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2015**.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MORO, F. T. **Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio**. 2015. 154f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015.

MORO, F. T.; NEIDE, I. G.; VETTORI, M. atividades experimentais e simulações computacionais: alicerces dos processos de ensino e de aprendizagem da física no ensino médio. **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2015**.

OLIVEIRA, P.R.S. A Construção Social do Conhecimento no Ensino-Aprendizagem de Química. In: **Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**, Bauru, SP, 2003.

PERUZZO, J. **Experimentos de Física Básica: Eletromagnetismo, Física Moderna e Ciências Espaciais**. Ed. São Paulo: Livraria da Física, 2013.

PRENSKY, Marc. Digital Natives, Digital Immigrants. **MCB University Press**, vol. 9 n. 5, October. 2001.

RODRIGUES, J. J. V. **O ensino de eletromagnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais: contribuições para o entendimento da indução eletromagnética**. 2016. 78f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Centro Universitário Univates, Lajeado, 2016.

SCHWAHN, M. C. A.; SILVA, J.; MARTINS, T. L. C. A abordagem POE (Predizer, Observar e Explicar): uma estratégia didática na formação inicial de professores de Química. In: **VI ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2007, Florianópolis. Atas do VI ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007.

SOUZA, M. M DE. **Um estudo da luz: construindo com materiais de baixo custo uma antiluneta polarizadora e o sistema solar**. 2017. 78f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF, Juiz de Fora, 2017.

VIANNA, D. Temas de física para o ensino médio com enfoque cts (ciência–tecnologia–sociedade). **IX Congreso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de Las Ciencias**. 2013.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física III: Eletromagnetismo**. 12. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

Recebido: 07 out. 2019

Aprovado: 13 jan. 2020

DOI: 10.3895/actio.v5n1.10192

Como citar:

GAMA JUNIOR, R. C.; NEIDE, I. G. Atividades experimentais e computacionais no contexto da indissociação da eletricidade e do magnetismo com alunos de um curso de licenciatura em ciências naturais. **ACTIO**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 1-22, jan./abr. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>>. Acesso em: XXX

Correspondência:

Rosivaldo Carvalho Gama Júnior

Avenida Estélio de Oliveira, n. 910, Bairro Nova Brasília, Santana, Amapá, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

