

CONTRIBUIÇÕES PARA A COMPREENSÃO DO CAMPO MAGNÉTICO POR MEIO DE SIMULAÇÕES E ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INTEGRADAS

José Jorge Vale Rodrigues¹

Resumo

Este artigo resulta de uma pesquisa qualitativa e quantitativa que foi desenvolvida com alunos de uma turma do 4º ano do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), campus Palmas. A pesquisa pretendeu investigar as possíveis contribuições para a compreensão do campo magnético por meio de simulações e atividades experimentais integradas. Para a coleta de dados foi utilizado um questionário inicial (pré-teste) e questionário final (pós-teste) idênticos, além de um questionário que se refere a uma entrevista aos alunos. As informações obtidas indicaram que: a) Houve um avanço significativo na melhoria do processo de ensino e de aprendizagem do eletromagnetismo, mais especificamente no que se refere ao campo magnético; b) Foi diferenciada a forma como os alunos passaram a participar das aulas, o modo como eles começaram a interagir, discutir, levar questionamentos e criar seu próprio conhecimento depois das aulas envolvendo experimentos e simuladores; c) Os alunos avaliaram o procedimento de forma positiva. Muitos alunos concordaram que integrar experimentação real com simulações para compreender melhor o conceito de campo magnético é um bom método de ensino e os instigou mais facilmente à curiosidade e ao aprendizado.

Palavras chaves: Atividades experimentais. Simulações. Campo magnético.

INTRODUÇÃO

No decorrer da prática profissional como professor de Física, pode-se perceber uma deficiência intrínseca ao processo de ensino e aprendizagem no que se refere ao entendimento de alguns dos conceitos físicos voltados para o eletromagnetismo. O conceito de campo magnético, por exemplo, quando submetido ao sistema de ensino tradicional, no qual as aulas são dadas de forma expositiva, apenas com a utilização de quadro branco e pincel, não seria satisfatoriamente compreendido pela maioria dos alunos.

¹ Professor Mestre do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, campus Palmas.
Revista Tecnologias na Educação- Ano 9-Número/Vol.19- Julho 2017- tecnologiasnaeducacao.pro.br / tecedu.pro.br

Esse conceito “possibilita a compreensão do princípio de funcionamento dos motores elétricos, galvanômetros analógicos, alto-falantes, etc” (BISCUOLA; BÔAS; DOCA, 2013, p. 215), que são equipamentos utilizados na vida diária de muitos estudantes na forma de fone de ouvido, liquidificador, vidros elétricos de carro, ventilador, secador de cabelo.

Desta forma, este artigo mostra os resultados obtidos em uma pesquisa realizada por meio de atividades experimentais e simulações com a participação de 28 alunos de uma turma do 4º ano do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), campus Palmas, que é contexto de análise. A possibilidade de melhoria no ensino e aprendizagem do tema campo magnético utilizando essas atividades será investigada sob a luz da teoria do

Acredita-se que abordar a temática do campo magnético utilizando ferramentas tecnológicas de aprendizagem, como *softwares* de simulação, além de complementar tal prática com o uso de experimentação, é um método viável para diminuir as dificuldades de ensino e aprendizagem. De acordo com SILVA (2010, p. 11):

[...] neste contexto, a formação científica dos jovens se coloca como estratégia fundamental. Educar para a sociedade do conhecimento implica intensificar e explorar novas oportunidades bem como ampliar a dimensão estratégica das atividades em Ciência e Tecnologia.

Esta pesquisa teve como objetivo principal verificar se existem sinais de melhoria no processo de ensino e de aprendizagem do campo magnético com a utilização de atividades experimentais e computacionais integradas. Este trabalho pretendeu mais especificamente, identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre campo magnético, por meio de pré-teste; elaborar atividades experimentais; elaborar atividades computacionais envolvendo simuladores; integrar e executar as atividades elaboradas durante as aulas; verificar durante o desenvolvimento das atividades e na realização do pós-teste, que foi idêntico ao pré-teste, se pode haver vestígios de melhoria no processo de ensino e de aprendizagem em relação ao campo magnético.

EMBASAMENTO TEÓRICO

Quando se podem medir e analisar informações obtidas fisicamente a partir de observações reais com a finalidade de se alcançar um resultado aplicável ao mundo, a compressão do fenômeno físico envolvido fica amplamente mais clara. Desse modo, é de se concordar que “o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais produtivas de se minimizar as dificuldades de se aprender e ensinar Física” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 176).

Por outro lado, várias abordagens pedagógicas contemporâneas esperam que os alunos sejam capazes de produzir ativamente seu próprio conhecimento. Isso leva à necessidade de criação de ferramentas de ensino e tarefas que possam oferecer aos estudantes, oportunidades para essa aprendizagem (PSYCHARIS, 2010).

No caso desta pesquisa, para a realização das atividades, foram utilizados *softwares* desenvolvidos pelo projeto Tecnologia no Ensino de Física (PhET), da Universidade do Colorado². Segundo Macêdo (2009), os *softwares* do projeto PhET permitem que os alunos façam ligações interativas entre o mundo real e os fenômenos ocultos da Física através de suas simulações, tornando esses fenômenos mais compreensíveis.

Assim, de acordo com Dorneles, Veit e Araújo (2009), os estudantes mostram uma melhor compreensão e visão mais generalizada dos fenômenos quando utilizam atividades computacionais e atividades experimentais integradas mediadas pelo professor. Ronen e Eliahu (2000), através de pesquisas pioneiras nesse assunto, afirmam existir discrepâncias consideráveis entre os resultados de aprendizagem de estudantes que fizeram uso apenas de atividades experimentais e entre os que utilizaram essas atividades combinadas com simulações computacionais.

Em seu trabalho, Vygotsky dava destaque à função do ensino e à utilidade e importância do professor como interlocutor da construção do conhecimento, pois acreditava que um mediador era necessário para que se pudesse aprender algo. Desse modo, de acordo com Dorneles (2010), uma criança sob a orientação de um adulto pode

² Disponíveis no endereço <<http://phet.colorado.edu/>>.

sempre aprender mais do que sozinha. No entanto, certos limites devem ser respeitados, considerando as capacidades intelectuais e o desenvolvimento daquela criança.

Assim, tendo como base a teoria de Vygotsky, este estudo pretendeu investigar o processo de aprendizagem por cooperação que se estabelece através da interação entre alunos, com o intermédio do professor, e atividades experimentais e computacionais, criadas justamente para essa finalidade. Pretendeu-se, ainda, com esta pesquisa, identificar as potencialidades do uso dessas ferramentas de ensino e prováveis dificuldades dos alunos, examinando as interações entre eles, o professor, os experimentos e os *softwares*.

METODOLOGIA DO TRABALHO

Esta pesquisa favoreceu a precisão e a indicação de resultados diretamente ligados a seus métodos, sendo tratada, portanto, como um estudo de caso, pois, de acordo com Gil (2008, p. 57) “o estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado”. Ela se propôs a investigar e a aprofundar um problema contemporâneo dentro do seu contexto específico. Essa abordagem apresentou-se de forma parcial, preocupando-se mais com os acontecimentos durante o processo do que com o produto final da pesquisa.

Esta pesquisa teve caráter intervencionista, em se tratando de seus fins de investigação, pois, de acordo com as orientações de Vergara (2009), a investigação intervencionista tem como principal objetivo interpor-se, interferir na realidade estudada, para modificá-la. Não se satisfaz, portanto, em apenas explicar. Distingue-se da pesquisa aplicada pelo compromisso de não somente propor resoluções de problemas, mas também de resolvê-los efetiva e participativamente.

Para que se pudesse verificar os conhecimentos prévios dos alunos, a pesquisa foi iniciada com a realização de um pré-teste, que foi idêntico ao pós-teste. Pretendeu-se, com esse instrumento de coleta de dados e com o desenvolvimento das atividades, observar evolução conceitual (aplicação de pós-teste) caracterizando aprendizagem do eletromagnetismo de acordo com o plano de curso da turma. Logo na primeira aula, o

pré-teste foi aplicado, antecedendo os estudos e práticas de ensino referentes ao campo magnético. Essa primeira atividade foi de acordo com os conteúdos referentes ao eletromagnetismo apresentados pelos autores Junior, Ferraro e Soares (2009), Yamamoto e Fuke (2013) e Luz e Álvares (2014), dos quais foram adaptadas questões para a verificação de conceitos relacionados às propriedades magnéticas da matéria e sua relação com a eletricidade.

Em seguida, a intervenção pedagógica foi iniciada. Nesse momento, houve a integração entre atividades experimentais e simulações em busca do entendimento dos conceitos que envolvem propriedades magnéticas e elétricas da matéria, em especial o campo magnético. Finalmente os alunos foram submetidos a uma entrevista na forma de questionário com o objetivo de verificar a opinião deles a respeito das atividades.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Observou-se que enquanto os alunos utilizavam os *softwares* de simulação do projeto PhET se mostraram muito entusiasmados, curiosos e dinâmicos. A utilização desta ferramenta para melhorar o processo de ensino e de aprendizagem dos alunos foi bastante motivadora.

Para cada experimento real e conceito físico discutido em sala de aula ou no laboratório os alunos fizeram uma simulação computacional, desse modo, como eles puderam ver o que acontecia com o experimento quando se mudavam certas variáveis no simulador, entenderam com muito mais clareza os conceitos abordados. Macêdo (2009, p. 105) relata de forma positiva a respeito do projeto *PhET*:

[...] este projeto é um esforço contínuo para fornecer um amplo conjunto de simulações para melhorar a maneira que a Física, Química, Biologia, Ciências da terra e Matemática são ensinadas e aprendidas. As simulações disponibilizadas são ferramentas interativas, que permitem aos estudantes fazer conexões entre a vida real e os fenômenos subjacentes da ciência, que explicam esses fenômenos.

Outro ponto positivo na utilização dos *softwares* foi possibilitar grande interação entre os alunos, e entre os alunos e professor, causando assim um melhor efeito na aprendizagem. Como aspecto negativo pode-se citar o fato de nem todos os alunos possuírem notebooks ou terem estudado os simuladores em casa como solicitado. Os

softwares de simulação do PhET foram determinantes para que os alunos tivessem mais interesse pelas aulas e interagissem mais entre eles.

No fim da intervenção os alunos foram submetidos a um questionário, no qual haviam algumas perguntas sobre quais seriam a opinião deles em relação ao processo de aprendizagem e uso do PhET como recurso didático. Vinte e seis alunos responderam ao questionário. A Tabela 1 apresenta o resultado alcançado em relação às questões 1 e 2 da entrevista, na condição de exemplo.

Tabela 1 - Resultado alcançado na turma em relação a duas questões da entrevista.

1. Gostou de trabalhar com as simulações do PhET?	Sim	Não
	24	2
	92,4%	7,6%
2. Considera as atividades envolvendo as simulações do PhET importantes para a aprendizagem de Física?	Sim	Não
	22	4
	84,7%	15,3%

Fonte: O autor, 2015.

Pelo que se pode perceber na Tabela 1, mais de noventa por cento dos alunos que se submetam ao questionário avaliaram o trabalho com atividades computacionais agradável. Da mesma forma, mais de oitenta por cento dos alunos concordaram em considerar as atividades computacionais importantes para a aprendizagem de Física.

Nota-se um resultado positivo neste aspecto, apesar de existirem influências do próprio curso ser de Informática, de modo geral, os alunos realmente se sentiram mais instigados a realizar as atividades de Física, e mostraram estarem bem satisfeitos com as aulas.

A ideia de integrar atividades experimentais com simulações foi um tanto quanto promissora, pois para que ocorresse essa integração os alunos tiveram que interagir bastante e produzir seu próprio conhecimento de uma forma mais agradável ao que tudo pareceu. A princípio, sempre era feita uma rápida discussão teórica sobre o assunto que iria-se trabalhar na ocasião, algumas equações, gráficos, diagramas e desenhos eram feitos no quadro branco.

Logo após, iniciava-se as análises nos *softwares* de simulação do projeto PhET, em tais *softwares* o conceito físico discutido pôde ser observado de várias formas

Revista Tecnologias na Educação- Ano 9-Número/Vol.19- Julho 2017- tecnologiasnaeducacao.pro.br / tecedu.pro.br

diferentes, foi possível mudar variáveis de equações, adicionar e remover certas propriedades, vê-se os mais variados aspectos físicos em movimento o que foi determinante para seu entendimento.

Em seguida, foram feitos os devidos experimentos de acordo com as simulações. No momento de fazer o experimento os alunos já estavam com uma boa visão geral do conceito físico em questão, desse modo foi muito mais fácil desenvolvê-lo e muito mais proveitoso, pois já se podia entender com mais clareza as previsões da experimentação.

Finalmente, informações do quadro, dos *softwares* e do experimento foram cruzadas para que assim se pudesse ter um comparativo e o entendimento mais aprimorado do conceito físico estudado. Verificou-se que integrar atividades computacionais e experimentais pode potencializar consideravelmente a interação entre os alunos, pode promover o entendimento da relação entre o abstrato, o virtual e o real ao mesmo tempo, pode dar significado às informações aprendidas pelos alunos, dando a elas assim, caráter de conhecimento. A Tabela 2 apresenta o resultado alcançado em relação a duas questões (4 e 6) na condição de exemplo, respondidas por 26 alunos no questionário da entrevista.

Tabela 2 - Resultado alcançado na turma em relação à questão 4 e 6.

4. Gostou de trabalhar com atividades experimentais integradas a simulações? Justifique.	Sim	Não
	23	3
	88,5%	11,5%
6. Considera as atividades computacionais integradas com as atividades experimentais importantes para a aprendizagem de Física? Justifique.	Sim	Não
	25	1
	96,2%	3,8%

Fonte: O autor, 2015.

Integrar atividades computacionais e experimentais foi realmente algo novo para os alunos do curso de Informática, pois eles já foram submetidos a vários tipos de aulas com *softwares*, com experimentos, com quadro branco e pincel, com *Datashow*, mas nunca com *softwares* e experimentos reais ao mesmo tempo, um complementando o outro de forma integrada. A novidade foi bem aceita pelos alunos como mostram as tabelas acima, os mesmos gostaram das aulas, gostaram da forma como foram

conduzidas, das atividades que fizeram e da forma como os conteúdos de campos magnéticos foram abordados. Mais de noventa por cento dos alunos considerou que as atividades computacionais integradas com as atividades experimentais são importantes para a aprendizagem de Física e que deveriam continuar pelo resto do ano letivo. O Quadro 2 apresenta algumas justificativas dos alunos ao responderem as questões 4 e 6 da entrevista.

Quadro 2 - Justificativas dos alunos ao responderem as questões 4 e 6 da entrevista.

4. Gostou de trabalhar com atividades experimentais integradas a simulações? Justifique.	<p>Sim, atividades computacionais e experimentos laboratoriais possibilitou o meu aprendizado de forma mais completa.</p>	Aluno A16
	<p>Sim, pois é mais fácil compreender o conteúdo</p>	Aluno A7
	<p>Permitiram um melhor entendimento e dinâmica que não é possível com aulas meramente teóricas</p>	Aluno A25
6. Considera as atividades computacionais integradas com as atividades experimentais importantes para a aprendizagem de Física? Justifique.	<p>Sim, aprendizado com melhor aproveitamento</p>	Aluno A13
	<p>Sim, pois facilita o aprendizado</p>	Aluno A5
	<p>Sim, devido ao melhor, como já dito, o contato com o experimento proporciona um melhor aprendizado sobre o assunto estudado</p>	Aluno A20

Fonte: O autor, 2015.

Ao analisar-se as respostas dos alunos, nota-se que são feitas referências à “*facilidade*” e “*dinamismo*” para se aprender os conceitos físicos, justifica-se assim a importância que eles atribuem ao uso das simulações integradas às atividades experimentais. Paz (2007, p. 188) traz as seguintes afirmações a respeito do resultado de sua pesquisa, que reforçam cientificamente tal concepção:

[...] utilizando-se de um modelo com atividades experimentais aliadas a atividades virtuais de simulação, verificamos que os alunos transpuseram os obstáculos de aprendizagem dos conceitos de Eletromagnetismo. [...] Nesta associação de atividades, os alunos apresentaram um melhor entendimento das interações e comportamento das variáveis eletromagnéticas no espaço tridimensional.

Dessa forma, esse é um indício de que elas podem ser vistas como mais uma alternativa para facilitar o entendimento das relações entre o magnetismo e a eletricidade, que podem ser analisadas e visualizadas com maior propriedade em três dimensões por meio de *softwares* de simulação e de experimentos.

Segue a análise quantitativa dos resultados alcançados com a aplicação dos recursos e metodologias desta intervenção. São analisadas informações com o objetivo de quantificar os resultados obtidos em termos de aproveitamento dos alunos e provável melhoria no ensino e aprendizagem.

Esta intervenção foi iniciada com a aplicação de um pré-teste respondido pelos alunos. Este teste foi aplicado com a intenção de identificar os possíveis conhecimentos prévios dos mesmos. Em nenhum momento, no decorrer da aplicação do teste, foi feita referência ou explicações foram dadas aos alunos sobre seu real objetivo.

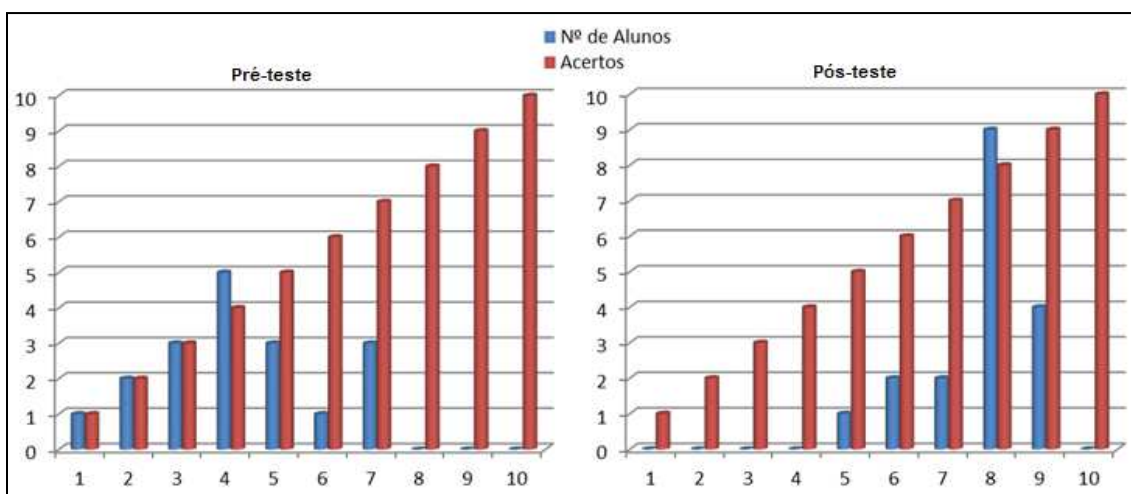
A penúltima atividade desta intervenção foi a realização do mesmo teste, desta vez na condição de pós-teste, com a intenção de verificar quais as mudanças nas respostas dos alunos e quais as possíveis modificações de suas concepções sobre o assunto tratado. A Tabela 3 e o Gráfico 1 apresentam os resultados obtidos pelos alunos no pré-teste e no pós-teste.

Tabela 3 - Resultados obtidos no pré-teste e no pós-teste.

Pré-teste		Pós-teste	
Nº de Alunos	Acertos	Nº de Alunos	Acertos
1	1	0	1
2	2	0	2
3	3	0	3
5	4	0	4
3	5	1	5
1	6	2	6
3	7	2	7
0	8	9	8
0	9	4	9
0	10	0	10
18	76	18	139

Fonte: O autor, 2015.

Gráfico 1 – Apresentam os resultados alcançados: número de alunos x número de acertos no pré-teste e número de alunos x número de acertos no pós-teste.



Fonte: O autor, 2015.

Na Tabela 3 nota-se que no pré-teste houve 76 acertos, enquanto no pós-teste houve 139 acertos, uma diferença de 63 acertos, indicando um melhoramento de 82,8% depois da realização das atividades. Analisando as informações mostradas no Gráfico 1, pode-se perceber que ocorreram mudanças consideráveis no entendimento dos alunos quanto aos conteúdos trabalhados no pré-teste.

Observando o pré-teste, verifica-se que parte importante dos alunos desta turma (33%) acertou apenas uma, duas ou três das dez questões; metade dos alunos (50%) acertou quatro, cinco ou seis questões das dez e, apenas uma pequena parte (17%) dos dezoito alunos acertou sete questões das dez. No pós-teste pode-se perceber que uma pequena parte (17%) dos alunos acertou cinco ou seis das dez questões enquanto a grande maioria (83%) acertou sete, oito ou nove questões. Deste modo, pelo que se vê numericamente, pode-se afirmar que houve um excelente resultado.

CONCLUSÕES

Realizada uma comparação com as notas dos alunos entre o primeiro bimestre (onde correram aulas tradicionais) e com o segundo bimestre (onde mais de 30% das aulas foram baseadas em atividades computacionais e experimentais integradas) percebeu-se um melhor desempenho e um bom resultado no segundo bimestre.

Observando-se as tabelas e gráficos que mostram os resultados do pré-teste e pós-teste pode-se constatar um avanço significativo na melhoria do processo de ensino e de aprendizagem do eletromagnetismo, mais especificamente no que se refere ao campo magnético.

Também pode-se considerar diferenciada a forma como os alunos passaram a participar das aulas, o modo como eles começaram a interagir, discutir, levar questionamentos e criar seu próprio conhecimento depois das aulas envolvendo experimentos e simuladores.

No fim do processo de intervenção viu-se que os alunos avaliaram tal procedimento de forma positiva. Muitos alunos concordaram que integrar experimentação real com simulações para compreender melhor o conceito de campo magnético é um bom método de ensino e os instigou mais facilmente à curiosidade e ao aprendizado.

Acredita-se que este método de ensino, onde se integrou atividades experimentais e atividades computacionais desenvolvidos por alunos e professor mediados pelo interacionismo vygotskyano se mostrar bastante adequado aos novos

tempos da educação onde se busca o entendimento das coisas pela experiência e pela tecnologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V.; DOCA, R. H.. **Eletricidade; Física Moderna; Análise Dimensional**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

DORNELES, P. F. T. **Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral**. 2010. 367 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

_____, P. F. T.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. **Atividades experimentais e computacionais como recursos instrucionais que se complementam: um estudo exploratório no ensino de eletromagnetismo em física geral**. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 8., 2009, Barcelona, Espanha. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, p. 1806-1810, 2009. n. extra ampl. corr.

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

JUNIOR, F. R.; FERRARO, N. G.; TOLEDO, P. A. de. **Os fundamentos da física**. 10. ed. São Paulo: Moderna, 2009.

LUZ, A. M. R. da; ÁLVARES, B. A. **Física contexto & aplicações: ensino médio**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2014.

MACÊDO, J. A. de. **Simulações computacionais como ferramenta auxiliar ao ensino de conceitos básicos de eletromagnetismo: Elaboração de Um Roteiro de Atividades para Professores do Ensino Médio**. Belo Horizonte: Puc Minas. 137 p. Dissertação (Mestrado). Mestrado profissionalizante em ensino de ciências e matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

PAZ, A. M. da. **Atividades experimentais e informatizadas: contribuições para o ensino de eletromagnetismo**. 2007. 228 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

PSYCHARIS, S. **The computational experiment and its effects on approach to learning and beliefs on physics**. *Computers & Education*. Athens, 2010.

Revista Tecnologias na Educação- Ano 9-Número/Vol.19- Julho 2017- [tecnologiasnaeducacao.pro.br / tecedu.pro.br](http://tecnologiasnaeducacao.pro.br/tecedu.pro.br)

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131510002642>>. Acessado em: 26/03/2015.

RONEN, M.; ELIAHU, M. **Simulation: a bridge between theory and reality: the case of electric circuits**. Journal of Computer Assisted Learning, New York, v.16, n.1, p. 14-26, Mar. 2000.

SILVA, J. H. G. da. **A Álgebra de Clifford: uma Aplicação no conceito de força magnética**. 2010, 186f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2010.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

YAMAMOTO, K.; FUKU, L. F. **Física para o ensino médio**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

Recebido em abril 2017

Aprovado em junho 2017