

## LABORATÓRIO VIRTUAL DIDÁTICO DE ELETRICIDADE E MAGNETISMO

**Ana Cláudia Ribeiro Lemos<sup>1</sup>**  
**Kenny Resende Mendonça<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>IFG/Jataí/Engenharia Elétrica - PIBITI, rl.anaclaudia@gmail.com

<sup>2</sup>IFG/Jataí/Departamento de Áreas Acadêmicas, kennyaresende@gmail.com

### Resumo

Os alunos do curso de Engenharia Elétrica estão a todo momento sendo solicitados a trabalharem com um alto grau de abstração, como por exemplo no estudo do Eletromagnetismo e das teorias de Eletricidade e Magnetismo. Uma compreensão completa dos conceitos relacionados à estas teorias permite uma melhor aprendizagem de conceitos abordados em disciplinas específicas do curso de Engenharia Elétrica, como Circuitos Elétricos e Máquinas Elétricas. Diante disso, o presente trabalho teve como proposta o desenvolvimento de um laboratório virtual didático, com o objetivo de reunir conceitos e simulações de experiências práticas, trabalhados ao longo do curso de Engenharia Elétrica, que estão relacionados ao Eletromagnetismo e às teorias de Eletricidade e Magnetismo. Pretende-se com este trabalho incentivar uma relação mais interativa entre professor e aluno, com a aplicação de tecnologias da informação e comunicação (TIC), dentro do contexto acadêmico, para a prática de ensino de conceitos básicos e específicos. Para a elaboração do Laboratório Virtual Didático de Eletricidade e Magnetismo foi escolhido o *software* Elipse E3, desenvolvido pela Elipse Software®. Dentro do ambiente do Elipse E3, foram criadas as telas do Laboratório Virtual Didático de Eletricidade e Magnetismo, que conta com a inclusão de animações, simulações, vídeos e elementos gráficos, que já se encontravam disponíveis em vários sítios da internet. O Laboratório conta também com toda a fundamentação teórica dos fenômenos físicos simulados, visando uma forma de incentivar o aluno a refletir sobre os conceitos e problemas com os quais lida, buscando desenvolver aprendizagem significativa.

**Palavras-chave:** Eletricidade, Magnetismo, Eletromagnetismo, Laboratório Virtual.

### 1. INTRODUÇÃO

A evasão escolar tem sido um tema intensamente debatido. No Brasil, a evasão escolar, entendida como a interrupção no ciclo de estudo, causa prejuízos significativos sob o aspecto econômico, social e humano em qualquer que seja o nível de educação. Ingressar no ensino superior não garante o êxito educacional do aluno, pois as características deste nível de ensino diferem da educação fundamental e média. A desistência no ensino superior está relacionada, em grande parte, à diversidade do sistema e à especificidade de cada instituição. A evasão escolar no ensino superior brasileiro é um fenômeno grave que acontece tanto nas instituições públicas quanto nas privadas e requer medidas eficazes de combate. A evasão é um problema complexo, resultante de uma conjunção de vários fatores que pesam na decisão do aluno de permanecer ou não no curso (MARINS et al., 2010).

Nos cursos de engenharia, o problema da evasão não é diferente. São várias as causas que promovem a saída dos alunos ingressantes. Entre elas, podem-se citar falhas nas expectativas levantadas em relação à vida universitária, a compatibilidade de habilidades em relação ao curso,

falta de recursos financeiros, desmotivação, além da grande influência que a estrutura e metodologia do trabalho acadêmico proporcionam aos alunos.

Os alunos do curso de Engenharia Elétrica, estão a todo momento sendo solicitados a trabalharem com um alto grau de abstração, como por exemplo no estudo do Eletromagnetismo e das teorias de Eletricidade e Magnetismo, onde se abortam os conceitos de corrente elétrica, campo elétrico, campo magnético, potenciais, fluxos, etc.; que somente podem ser visualizados através das consequências de suas presenças. Uma compreensão completa dos conceitos relacionados às teorias de Eletricidade e Magnetismo e Eletromagnetismo permite uma melhor aprendizagem de conceitos abordados em disciplinas específicas do curso de Engenharia Elétrica, como Circuitos Elétricos e Máquinas Elétricas, por exemplo.

De acordo com Reitz, et al. (1982), a estruturação da eletricidade e do magnetismo a partir das leis experimentais básicas é o procedimento correto no nível intermediário através de uma rigorosa exposição dos fundamentos. Os autores acreditam em uma quantidade considerável de exemplos apropriados para suprir a lacuna entre o desenvolvimento formal do conteúdo e os problemas.

Na maioria das instituições de ensino, os conteúdos científicos de modo geral e os de Física, em particular, estão distantes da verdade de sua construção e pouco ligados aos fenômenos e às aplicações tecnológicas que justamente deveriam procurar descrever. Em outras palavras, a prática que origina e fundamenta o conhecimento científico é apenas parcialmente comunicada à parcela da população que passa pela escola. O ensino de uma ciência não pode se basear unicamente nos livros de texto porque a verdade desse conhecimento só pode ser transmitida integrando-se esqueleto teórico e verificação experimental, procurando vincular essa verdade a elementos concretos da observação (PALANDI, et al., 2003).

Segundo Hansen (1990), citado por Cardoso e Menezes (2003), o estudante aprende 25% do que ouve, 45% do que ouve e vê e 70% se ele usa a metodologia do aprender fazendo. A escola passiva, onde o aluno fica sentado escutando o professor falar, perdeu seu lugar de ocupação das mentes dos estudantes. Não convence mais ficar resolvendo longas listas de exercício para “treinar” a resolver equações que, na maioria dos casos, as máquinas podem resolver. Existem coisas mais atraentes, onde podemos entrar em ação, mesmo que no virtual. Devemos buscar uma nova escola que integre esses ingredientes interessantes à aprendizagem das engenharias. É melhor abandonar o “treino” e construir o novo.

Para Cardoso e Menezes (2003), o desenvolvimento tecnológico, as mudanças no mercado de trabalho e o impacto das tecnologias da informação e comunicação (TIC) são dados que devem ser considerados quando refletimos sobre o ensino e aprendizagem em engenharia.

Percebe-se, portanto, que há uma necessidade de se desenvolver técnicas para serem aplicadas na realidade acadêmica, que permitam o bom desenvolvimento e uma consequente valorização do curso, no sentido que estarão se formando profissionais capacitados e atuantes no mercado de trabalho.

Prados (1998), diz que os novos paradigmas na educação em engenharia levam em consideração características como: a aprendizagem baseada em projetos; integração vertical e horizontal de conteúdos disciplinares; conceitos matemáticos e científicos no contexto da aplicação e ampla utilização das TIC (tecnologias da informação e comunicação).

Dante desta contextualização, o presente trabalho teve como proposta o desenvolvimento de um laboratório virtual didático, com o objetivo de reunir conceitos e simulações de experiências práticas, trabalhados ao longo do curso de Engenharia Elétrica, que estão relacionados ao Eletromagnetismo e às teorias de Eletricidade e Magnetismo. Com o desenvolvimento deste trabalho pretende-se incentivar uma relação mais interativa entre professor e aluno, com a aplicação de tecnologias da informação e comunicação (TIC), dentro do

contexto acadêmico, para a prática de ensino de conceitos básicos e específicos, pois possibilitará que o aluno visualize, nestas práticas disciplinares, os conceitos aprendidos de forma teórica.

## 2. MATERIAS E MÉTODOS

Para a elaboração do Laboratório Virtual Didático de Eletricidade e Magnetismo foram feitos estudos bibliográficos sobre a história da eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo, bem como de suas principais teorias e conceitos. Foram realizados também estudos bibliográficos das relações entre essas teorias e conceitos e disciplinas específicas do curso de Engenharia Elétrica, no sentido de minimizar as dificuldades enfrentadas no aprendizado dos alunos, já que muitas das vezes não é possível a prática e a aplicação destas teorias e conceitos em laboratórios relacionados aos cursos da área de elétrica.

A partir dos estudos bibliográficos, foi desenvolvido o planejamento do Laboratório Virtual Didático de Eletricidade e Magnetismo, em que foram definidos quais temas seriam os mais relevantes para os estudantes dos cursos de Engenharia Elétrica.

Foi realizada uma pesquisa de recursos educacionais já disponíveis sobre os temas abordados, como por exemplo, simulações, animações, vídeos e elementos gráficos, com ênfase nos temas mais relevantes para os estudantes de engenharia elétrica. Os recursos foram extraídos de vários sítios da *internet*, sendo os mais utilizados o *PhET Interactive Simulations* e o *Magnet Academic*.

O *PhET Interactive Simulations* foi desenvolvido pela Universidade do Colorado (EUA), e conta com simulações em várias áreas da ciências e níveis de ensino. Segundo a Universidade do Colorado (2015), as simulações são testadas e avaliadas para assegurar a eficácia educacional, os testes incluem entrevistas com estudantes e observação do uso das simulações em sala de aula; as simulações são escritas em Java, Flash ou HTML5, e podem ser executadas on-line ou baixadas para o computador; todas as simulações são de código aberto.

O *Magnet Academic*, foi desenvolvido pelo *National High Magnetic Field Laboratory* (MagLab). Segundo o *National High Magnetic Field Laboratory* (2015), este é um dos maiores laboratórios de altos campos magnéticos do mundo, com instalações na Florida (EUA) e no Novo México (EUA). O *Magnet Academic*, apresenta vídeos, animações, roteiros para desenvolvimento de experiências relacionados à eletricidade e magnetismo.

Para a elaboração do Laboratório Virtual Didático de Eletricidade e Magnetismo foi utilizado o *software* Elipse E3, que é um sistema de supervisão e controle de processos, para requisitos de conectividade, flexibilidade e confiabilidade, desenvolvido pela Elipse Software®. Segundo a Elipse Software (2015), esta é uma empresa genuinamente brasileira, com foco na produção de softwares de supervisão para automação industrial, surgida em Porto Alegre no início dos anos 90.

O Laboratório Virtual foi desenvolvido com base na interação de diferentes telas. Foram elaboradas Telas Menu, em que cada seção, pode ser acessada clicando-se no botão com seu respectivo nome. Na tela que trata do tema escolhido, o usuário tem acesso a toda a fundamentação teórica sobre o mesmo, e na maioria das telas, o usuário conta com animações e/ou simulações e/ou vídeos. Em algumas das telas o usuário também tem acesso a experiências, sobre o tema que está estudando, que podem ser desenvolvidas em casa. As animações, simulações, vídeos e roteiros para o desenvolvimento de experiências em casa podem ser acessados clicando-se nos botões com seus respectivos nomes.

Após a implementação do Laboratório Virtual Didático de Eletricidade e Magnetismo, foram feitos ensaios, verificação do funcionamento e a correção dos erros. Também foram preparados diagramas e roteiros de utilização do Laboratório Virtual em aulas práticas, com o intuito de auxiliar os usuários na correta utilização do laboratório.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento de um laboratório virtual didático utilizando o Elipse E3 se mostrou promissor, devido à sua fácil utilização, além de se tratar de um *software* nacional e que permite a sua utilização na versão Demo para usuários sem custos relativos à aquisição e *download*.

Os resultados obtidos possibilitam o desenvolvimento de propostas para promover um processo de melhoria no ensino de eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo nos cursos de Engenharia Elétrica, bem como qualquer outro curso em que o estudo do Eletromagnetismo e das teorias de Eletricidade e Magnetismo é importante, como exemplo, o curso de Física. O Laboratório Virtual Didático de Eletricidade e Magnetismo pode ser utilizado em qualquer nível de ensino, isto, devido a sua abordagem simples, com o objetivo de tornar teorias e conceitos menos abstratos quanto possível, para que o aluno possa aprofundar seus estudos em outras fontes de pesquisa.

Dentro do ambiente do Elipse E3, foram criadas as telas do Laboratório Virtual Didático de Eletricidade e Magnetismo, onde o usuário navega com total autonomia. Na “Figura 1” é apresentada a Tela Inicial do Laboratório, na qual há três botões, que dão acesso a outras telas:

- “Iniciar”, onde o usuário tem acesso ao Menu Principal (Tela Menu);
- “Créditos”, onde se descreva a autoria do laboratório e sua finalidade;
- “Sair”, onde o usuário tem a opção de cancelar a execução.



**Figura 1: Tela Inicial do Laboratório Virtual Didático de Eletricidade e Magnetismo**

O Laboratório Virtual Didático de Eletricidade e Magnetismo foi dividido em três temas, que o usuário tem acesso ao clicar no botão “Iniciar” da Tela Inicial:

- Histórico, onde o usuário acompanha como ocorreu o desenvolvimento da eletricidade, do magnetismo e eletromagnetismo, desde a antiguidade até os dias atuais;
- Teorias e Conceitos, que explica as principais teorias e conceitos de eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo; e,
- Curiosidades, onde o usuário conhece algumas curiosidades sobre eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo e os cientistas que tanto contribuíram para o desenvolvimento desses campos da ciência.

O usuário poderá acessar também através da Tela Menu do laboratório, toda a bibliografia utilizada para o desenvolvimento do mesmo através do botão “Bibliografia”, e poderá voltar à Tela Inicial através do botão “Tela Inicial”.

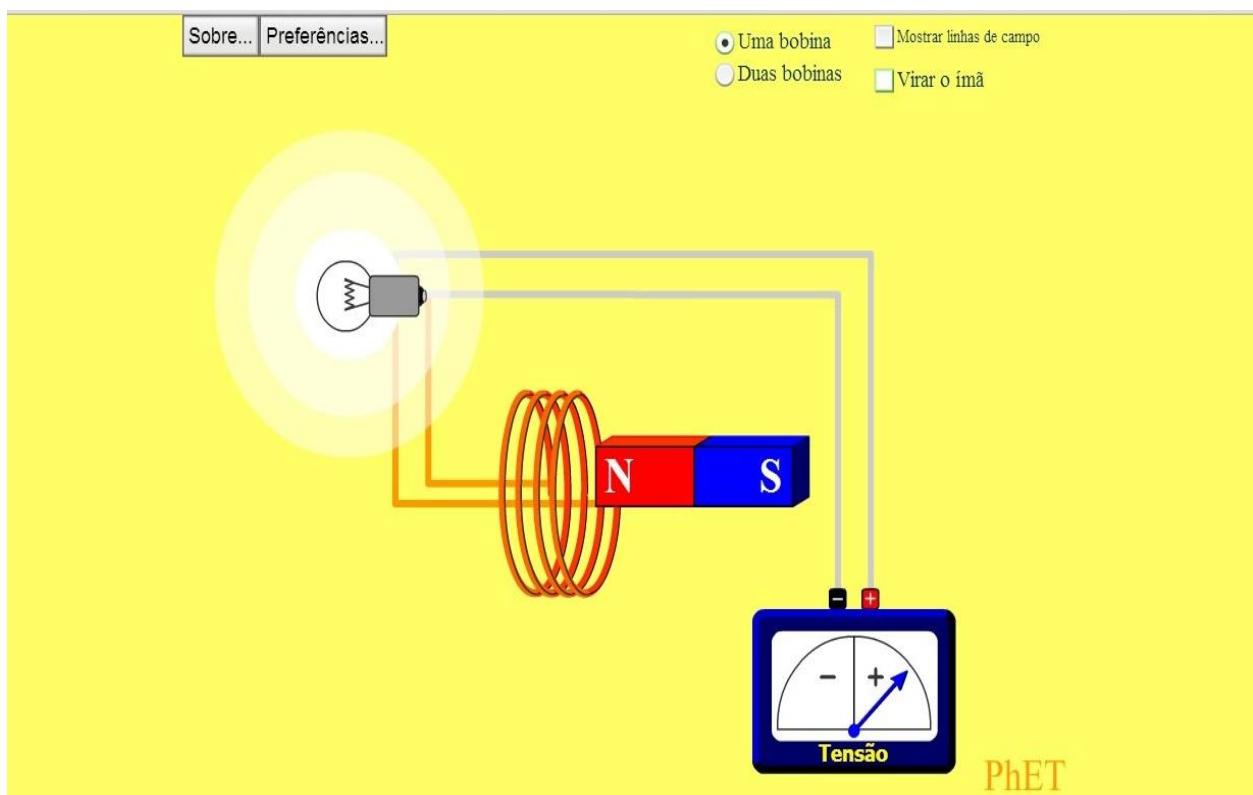
Na “Figura 2” apresentada a seguir é mostrada a Tela Menu do Laboratório Virtual, que é acessada após o usuário clicar no botão “Iniciar” da Tela da “Figura 1”.



**Figura 2: Tela Menu do Laboratório Virtual Didático de Eletricidade e Magnetismo**

O Laboratório Virtual Didático de Eletricidade e Magnetismo aborda no Histórico temas como, a Garrafa de Leyden, as descobertas de Benjamin Franklin, a agulha imantada de Oersted, a pilha de Volta, as descobertas de Faraday, as equações de Maxwell, as invenções de Nikola Tesla, entre muitos outros. Em Teorias e Conceitos o usuário encontra temas como, eletrização, Lei de Coulomb, campo elétrico, potencial elétrico, corrente elétrica, campo magnético, fluxo magnético, Força de Lorentz, campo magnético gerado por corrente elétrica, Lei de Biot-Savart, Lei de Ampère, indução eletromagnética, entre muitos outros. Em cada tema abordado o usuário tem acesso a animações, simulações, vídeos e elementos gráficos sobre o mesmo, de maneira fácil e rápida. Isso permite que o usuário aprenda os conceitos de forma mais interativa.

Na “Figura 3” apresentada a seguir, tem-se uma das animações PhET utilizada no Laboratório Virtual desenvolvido. Esta animação é baseada em um dos experimentos desenvolvidos por Michael Faraday (1791-1867), que levaram à descoberta da Lei de Indução Eletromagnética, uma das leis fundamentais do Eletromagnetismo. Esta lei afirma que, a corrente elétrica induzida num circuito elétrico fechado, é proporcional a variação do fluxo magnético induzido no circuito.



**Figura 3:** Animação PhET baseado no experimento de Michael Faraday que levou a descoberta da Lei de Indução Eletromagnética

Faraday descobriu a Lei de Indução ao movimentar um ímã para dentro e para fora de uma bobina. Na simulação mostrada na “Figura 3”, o experimento de Faraday é recriado. Quando o usuário move o ímã permanente para dentro e para fora da bobina ocorre a circulação de corrente elétrica, esta que é comprovada pela lâmpada acessa e pelo voltímetro.

O Laboratório Virtual conta também com a explicação e fundamentação teórica das animações, simulações, vídeos e elementos gráficos, visando uma forma de incentivar o aluno a refletir sobre os conceitos e problemas com os quais lida, desenvolvendo uma aprendizagem significativa.

Na “Figura 4” é mostrada uma das telas do Menu Histórico. Esta tela é a segunda de três que apresenta a história do desenvolvimento da Lei de Indução Eletromagnética. Ao clicar no botão “Iniciar Animação (PhET)” é aberta a animação apresentada na “Figura 3”. Além disso, esta tela também contempla os botões de interação com outras telas do Laboratório Virtual, como por exemplo, o botão “Menu Principal” que dá acesso à tela mostrada na ‘Figura 2’.

**Aplicação E3 Viewer - Screen Title**

**Indução Eletromagnética**

**LABORATÓRIO VIRTUAL didático de ELETRICIDADE E MAGNETISMO**

ESTUDAR MAIS ESTE FENÔMENO, FARADAY TAMBÉM DESCOBRIU, AO MOVIMENTAR UM ÍMÃ PARA DENTRO E PARA FORA DE UMA BOBINA, QUE A VARIAÇÃO DO CAMPO MAGNÉTICO CRIADO POR ESTE MOVIMENTO, RESULTAVA EM CIRCULAÇÃO DE CORRENTE ELÉTRICA NOS FIOS DA BOBINA.

**Iniciar Animação (PhET)**

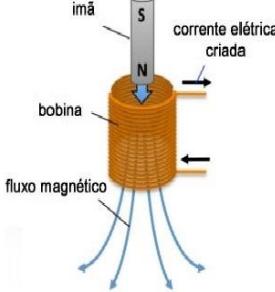


Ilustração da experiência de Faraday com a bobina e o ímã

Os experimentos de Faraday mostram que se numa região próxima a um condutor, bobina ou circuito elétrico houver uma variação de fluxo magnético, aparecerá nos seus terminais uma diferença de potencial, chamada de força eletromotriz induzida ou tensão induzida. Caso o circuito elétrico esteja fechado, esta força eletromotriz induzida fará circular uma corrente elétrica induzida.

Fontes: SAMBAQUI, Ana Barbara Knolleisen. Apostila de Máquinas Elétricas I. 2008. Disponível em: <<http://docente.ifrn.edu.br/alexandrorocha/energias-renovaveis/máquinas-elétricas/apostila-de-eletromagnetismo-e-transformadores>>. Acesso em: 09/2014.  
INDUSMELEC, Material Elétrico & Automatismos Industriais LDA. História da Electricidade. Disponível em: <[http://www.indusmelec.pt/newsletter/05/historia\\_eletricidade.pdf](http://www.indusmelec.pt/newsletter/05/historia_eletricidade.pdf)>. Acesso em: 09/2014.  
VILLATE, Jaime E. Eletricidade, Magnetismo e Circuitos. 2014. Disponível em: <[http://def.fe.up.pt/pdf/electricidade\\_20140107.pdf](http://def.fe.up.pt/pdf/electricidade_20140107.pdf)>. Acesso em: 09/2014.

Esta descoberta teve grande impacto no eletromagnetismo, e esse fenômeno é chamado de indução eletromagnética.

A Lei de Indução de Faraday afirma que:

*Em um circuito fechado, a força eletromotriz (tensão) induzida por um campo magnético é proporcional ao número de linhas do fluxo que atravessa a área envolvida do circuito, por unidade de tempo.*

O cientista Joseph Henry (1797-1878), trabalhando de maneira independe à Michael Faraday também descobriu o fenômeno de indução eletromagnética. Faraday recebeu os créditos pois foi o primeiro a publicar a descoberta.



Joseph Henry

Franz Ernst Neumann

Faraday definiu essa lei de maneira verbal, usando o arcabouço de linhas de campo que ele mesmo havia desenvolvido, o que dificultou a transmissão de suas ideias no meio acadêmico. Apesar disso, a Lei de Indução eletromagnética ganhou uma forma matemática, que foi desenvolvida pelo alemão Franz Ernst Neumann (1798-1895).

$|fem| = \left| \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \right|$

Onde:  
 fem: força eletromotriz induzida (tensão induzida), em Volts [V];  
 $\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ : taxa de variação do fluxo magnético no tempo, em Weber por segundo [Wb/s].

**Menu Principal** **Voltar** **Avançar** **Menu Histórico**

**Figura 4: Segunda de três que apresenta a história do desenvolvimento da Lei de Indução Eletromagnética**

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento das tecnologias da informação e comunicação (TIC) abriram novos horizontes para o ensino da engenharia. Tornaram possível o desenvolvimento de recursos de ensino/aprendizado tais como os Laboratórios Virtuais. Este trabalho apresentou, de forma sintética, o conceito do Laboratório Virtual Didático de Eletricidade e Magnetismo desenvolvido no Instituto Federal de Goiás, Campus Jataí, como projeto de Iniciação Tecnológica (PIBITI), além de discutir sua utilização como ferramenta complementar ao processo de ensino/aprendizado nos cursos de Engenharia Elétrica.

Para a divulgação do Laboratório Virtual Didático de Eletricidade e Magnetismo para a comunidade acadêmica, pretende-se fazer publicações de artigos sobre o mesmo. Também para a divulgação, este será apresentado em um evento científico de âmbito nacional e em um encontro acadêmico no qual será oferecido um minicurso sobre o mesmo. Pretende-se também disponibilizar o Laboratório na *internet*.

Com a implantação do sistema proposto nas práticas pedagógicas, espera-se que exista uma melhoria na concepção destes conceitos largamente abordados pelo curso de Engenharia Elétrica na jornada acadêmica. Espera-se também que este sistema alcance outros cursos e níveis de ensino onde o estudo do Eletromagnetismo e das teorias de Eletricidade e Magnetismo é importante.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARDOSO, E. P.; MENEZES, C. S. **Um Projeto Pedagógico para o Curso de Engenharia Elétrica: Uma abordagem considerando a metodologia de projetos e os recursos das novas TIC.** In: COBENGE - CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2003, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Elipse Software. **Sobre a Elipse.** 2015. Disponível em:  
<<http://www.elipse.com.br/port/empresa.aspx>>. Acesso em: jun 2015.

MARINS, C. N. M.; CORRÊA, E. M.; SANTANA, R. G. **Iniciação à engenharia - Um programa para a diminuição da evasão de alunos.** In: COBENGE - CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2010. Fortaleza, CE, Brasil.

National High Magnetic Field Laboratory. **About The MagLab.** 2015. Disponível em:  
<<https://nationalmaglab.org/about>>. Acesso em: jun 2015.

PALANDI, J.; FIGUEIREDO, D. B.; PORTO, A. V.; DENARDIN, J. C.; MAGNAGO, P. R. **Eletromagnetismo.** Grupo de Ensino de Física da UFSM, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

PRADOS, J. W. **Engineering Education in the United States:** Past, Present, and Future. In: International Conference on Engineering Education, 8, 1998, Rio de Janeiro, Brazil.

REITZ, J. R.; MILFORD, F. J.; CHRISTY, R. W. **Fundamentos da Teoria Eletromagnética,** 3<sup>a</sup> Edição. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1982.

University of Colorado. **About PhET.** 2015. Disponível em:  
<<https://phet.colorado.edu/en/about>>. Acesso em: jun 2015.