

USO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM EM UM LABORATÓRIO DE MÁQUINAS ELÉTRICAS

Julio Carlos Teixeira¹

¹Universidade Federal do ABC/CECS, juliocarlos.teixeira@ufabc.edu.br

Resumo – Este trabalho apresenta o uso de dois objetos de aprendizagem em turmas presenciais da disciplina “Fundamentos de Máquinas Elétricas” da Universidade Federal do ABC.

Os objetos tratam da teoria e montagem experimentais necessárias para obter o ciclo de histerese de materiais ferromagnéticos. O primeiro objeto apresenta as equações necessárias para a realização do experimento em forma de slides. O segundo objeto é uma vídeo-aula que apresenta a montagem experimental. O vídeo salienta os cuidados durante a montagem e a forma para obtenção dos valores solicitados no roteiro experimental proposto.

No final do curso presencial, foi feita uma pesquisa por meio de um questionário com alunos de uma turma matutina e de uma noturna. Os resultados mostraram que há interesse pelo uso de ferramentas de EaD como complemento do curso presencial. Os resultados indicam que o vídeo, mostrando o experimento que será realizado, permite que o aluno se concentre na análise dos resultados ao invés de se preocupar em demasia com a realização das medições. A maioria dos alunos identificou algum ganho no aprendizado com o uso dos objetos apresentados neste trabalho.

Palavras-chave: aula de laboratório, vídeo-aula, material ferromagnético.

Abstract – This work presents the use of two learning objects in laboratories of the discipline “Fundamentals of Electrical Machines” of the Universidade Federal do ABC.

The learning objects address the theory and experimental setup required to obtain the hysteresis loop of ferromagnetic materials. The first object presents the necessary equations for the experiment in the form of slides. The second object is a video lecture that shows the experimental setup. The video highlights the required care during the assemblage and how to obtain the values requested in the proposed laboratory script.

At the end of the course, a research was carried out by means of a questionnaire answered by students from one morning and one evening course. The results showed that there is interest in the use of learning objects to complement the presential classes. The data indicate that the video showing the experiment to be performed allows the student to focus on the analysis of the results rather than being overly concerned on how to perform the measurements. Most students identified some gain in learning with the use of the objects presented in this paper.

Keywords: Laboratory training, e-learning, video, ferromagnetic material.

1. Introdução

O estudo do eletromagnetismo é básico na formação dos engenheiros no Brasil, conforme determinado pelo conselho nacional de educação, CNE, (Brasil, 2002). O eletromagnetismo também é parte essencial na formação de físicos e outros profissionais de nível superior e médio, tanto no Brasil como no mundo.

Normalmente, a formação do aluno começa com o desenvolvimento de conceitos do eletromagnetismo no vácuo, passando-se para as suas aplicações e o seu comportamento em materiais ferromagnéticos.

Os conceitos envolvidos neste estudo são conceitos matemáticos baseados em modelos desenvolvidos a partir de observações experimentais, principalmente durante o século XIX (Byrne, 2012) No ensino de hoje, não raramente a teoria eletromagnética é apresentada em conjunto com experimentos que ilustram o desenvolvimento destes conceitos. A presença de alunos no laboratório nestas disciplinas é uma solução tanto para atender às cobranças didáticas do CNE como para reproduzir a história do desenvolvimento dos modelos.

A infraestrutura laboratorial nos quais são estudados estes conceitos, particularmente a de laboratório de máquinas elétricas, costuma apresentar ruídos acústicos, tensões elétricas razoavelmente elevadas e partes girantes, aspectos que exigem que a atenção do aluno seja dividida entre o aprendizado do conceito e o manuseio de equipamentos em situações relativamente perigosas.

Com o aparecimento dos computadores, o ensino de eletromagnetismo passou a incluir cada vez mais a simulação dos fenômenos a partir de modelos matemáticos. No banco internacional de objetos educacionais é possível encontrar objetos de aprendizagem (OA) para uso em educação superior, tanto no item “ciências exatas e da Terra” como no item “engenharias” [BIOE]. Outros bancos de objetos também apresentam várias ferramentas para o auxílio no ensino do Eletromagnetismo [Khan], [Merlot], [Mocho]. Entretanto a grande maioria dos OAs trata apenas do eletromagnetismo no vácuo. Poucos propõem experimentos que podem ser utilizados em disciplinas de engenharia.

Dentre os diversos conceitos a serem discutidos nas disciplinas básicas da engenharia, o ciclo de histerese do material ferromagnético merece uma atenção especial. Trata-se de um conceito que está associado tanto ao princípio de conversão eletromecânica quanto às perdas de energia no processo de conversão. Este trabalho apresenta o uso de dois objetos de aprendizagem em turmas presenciais da disciplina de Fundamentos de Máquinas Elétricas da Universidade Federal do ABC.

2. Características do experimento

A figura 1 representa o ciclo de histerese típico de um material ferromagnético, com alguns pontos característicos. Para obter estes pontos característicos a proposta do trabalho experimental é traçar esta curva em um osciloscópio de baixo custo.

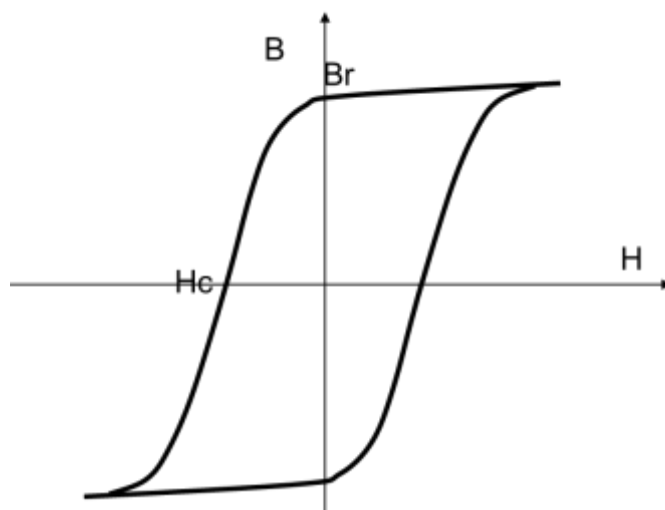


Figura 1 – Curva de histerese característica a ser traçada no laboratório

No interior de materiais ferromagnéticos, os valores do campo magnético H e da indução, B , necessários para traçar a curva, abscissa e ordenada, respectivamente, não são medidos diretamente. O valor do campo H está associado ao valor da corrente que alimenta o circuito magnético, e o valor de B , ao da tensão.

Como a curva é dependente da forma de variação de B , padroniza-se a curva $B \times H$ para uma forma de indução senoidal, tipicamente em 60 Hz.

O ciclo é dependente tanto do material como da geometria do circuito magnético. Neste experimento, utilizou-se um transformador de baixo custo de cerca de 12 VA para o ensaio, na montagem apresentada na figura 2.

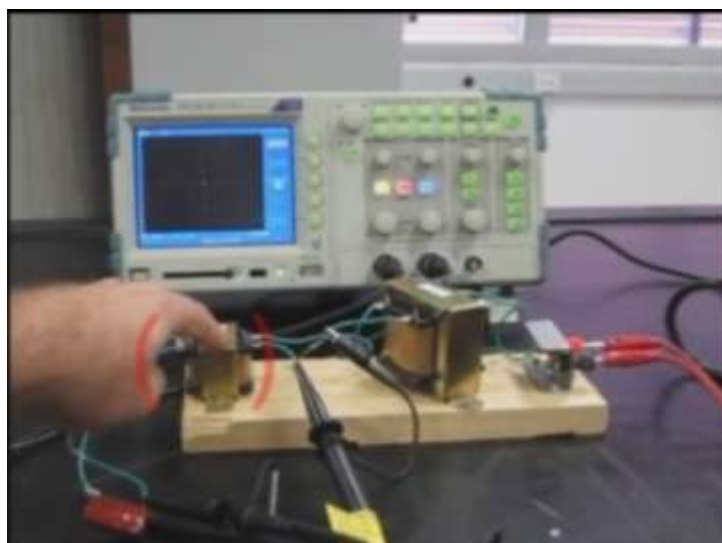


Figura 2 – Montagem experimental, salientando o transformador sob teste (entre parênteses)

Ao se aplicar uma tensão senoidal no transformador - $v(t)$, uma corrente circula por ele - $i(t)$. As equações características que relacionam as grandezas medidas (tensão e corrente) e as características do comportamento do material ferromagnético (indução B e campo H) são apresentadas em 1 e 2. As constantes k_1 e k_2 são determinadas a partir de características geométricas e do número de espiras do transformador sob teste. O aluno deve obter estes valores durante o experimento.

$$B(t) = k_1 \cdot \int_0^t v(t) dt \quad (1).$$

$$H(t) = k_2 \cdot i(t) \quad (2).$$

3. A inserção do experimento no curso

A curva de histerese do transformador da figura 2 é obtida experimentalmente. Há um roteiro com um conjunto de questões que devem ser respondidas no relatório. O aluno possui uma semana para entregar o relatório com os resultados obtidos e as análises realizadas.

O tempo para a realização do experimento é relativamente curto, apenas duas horas, o que exige que o aluno já tenha alguma familiaridade com as grandezas que serão medidas, com a forma de conversão das grandezas (tensões em indução - B - e correntes em campo magnético H) e com a instrumentação que será utilizada. Entretanto este é, para diversos alunos, o primeiro contato com alguns dos equipamentos do laboratório. As grandezas magnéticas também são novas para os alunos, o que costuma causar erros grosseiros de conversão de unidades.

Estes erros grosseiros são difíceis de serem corrigidos fora do laboratório. Para evitar que eles se propaguem na análise dos resultados, durante a aula, cada grupo deve calcular os valores de B_r e H_c (campo B remanescente e campo H coercivo) apresentados no gráfico e discutir com os outros grupos do laboratório.

Na disciplina ministrada na UFABC, estas equações foram apresentadas em uma aula teórica, e também na preparação do experimento, como parte do roteiro experimental. As equações são apresentadas de forma sistemática, incluindo a discussão das hipóteses e a dedução do equacionamento.

Dois objetos foram desenvolvidos para facilitar a compreensão deste experimento:

- o primeiro é o que apresenta o circuito elétrico usado e que define como calcular o B e H a partir das grandezas geométricas e elétricas medidas.
- o segundo é o que apresenta o experimento sendo realizado (vídeo aula).

Toda a gestão do curso é feita em um ambiente virtual de aprendizagem, o Tidia-Ae [Tidia]. Nele os objetos, as aulas digitalizadas, os conceitos, e outras atividades, como fóruns de discussão, são apresentados.

3.1 Objeto 1: apresentação das equações básicas

Foi desenvolvido um OA baseado na aula teórica, focando nos aspectos práticos a serem observados no laboratório. Slides foram desenvolvidos e transformados em um arquivo *pdf* e, como alternativa para o acesso, em *flash*.

O objeto apresenta inicialmente as características geométricas do transformador estudado – figura 3.



Figura 3 – Slide que apresenta os parâmetros geométricos do transformador

Em seguida, são apresentadas as hipóteses simplificadoras que permitem utilizar um integrador baseado em um circuito RC para medir o fluxo médio no transformador. Neste slide também é apresentado o circuito equivalente do modelo desenvolvido – figura 4.

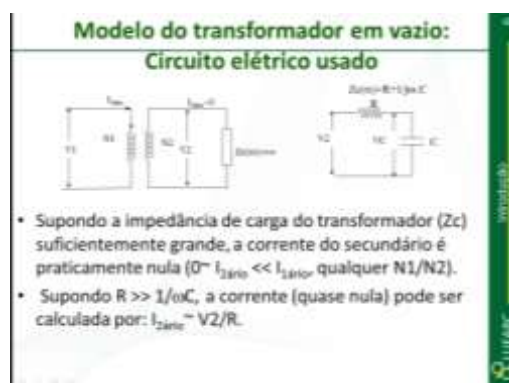


Figura 4 – Slide do objeto 1 que apresenta as hipóteses de cálculo do integrador RC

Finalmente, é apresentado o slide com as equações necessárias para a realização da conversão das grandezas – figura 5.



Figura 5 – Slide do objeto 1 que apresenta as equações a serem utilizadas pelo aluno durante a aula laboratorial

Os alunos, além do roteiro impresso, acessaram este objeto em diversos dispositivos móveis (iPad, telefones celulares) durante a aula, via internet disponível no laboratório.

3.2 Objeto 2: apresentação da montagem que deve ser realizada no laboratório

Um filme de 2 minutos e 43 segundos apresenta o professor realizando o experimento. A câmara permanece focada nos equipamentos enquanto o professor explica a função de cada equipamento e salienta alguns pontos importantes. A figura 2 mostra o momento em que o professor indica o transformador que está sob teste.

Em alguns momentos, utilizam-se sinais para chamar a atenção para erros típicos que costumam acontecer durante a montagem. A figura 6 ressalta que o transformador deve ser conectado na saída de corrente alternada do variador de tensão.



Figura 6: mostra como conectar o equipamento sob teste na fonte de tensão variável, chamando a atenção para sua correta conexão. A voz e símbolos auxiliares (X) são usados para esclarecer o uso correto do equipamento.

Alguns textos são adicionados à imagem para reforçar ou complementar o que está sendo dito pelo professor.

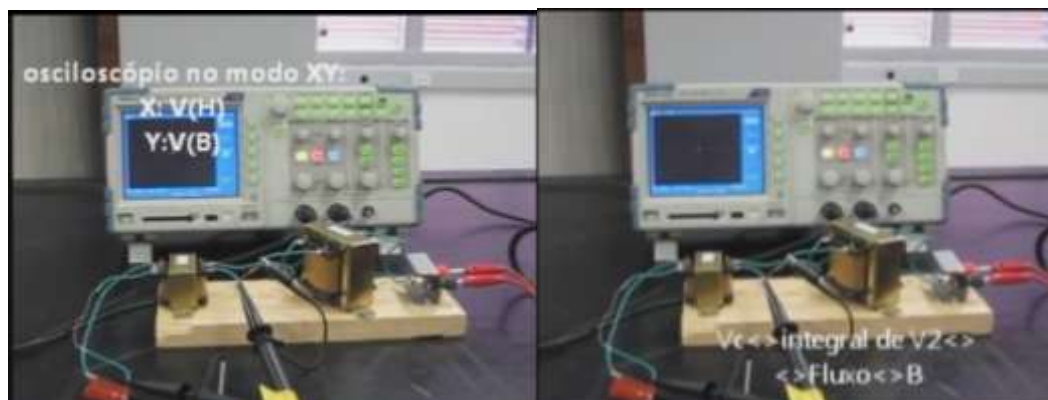


Figura 7: textos são adicionados ao vídeo para salientar aspectos descritos com mais detalhes no roteiro escrito.

Finalmente, o vídeo mostra como obter os pontos experimentais solicitados no roteiro.

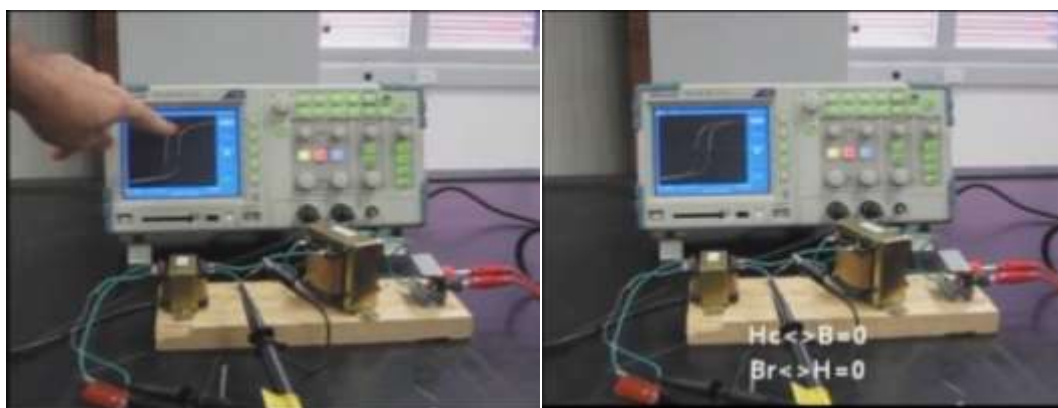


Figura 8: o vídeo mostra quais são os pontos a serem obtidos para o relatório final.

4. Metodologia e resultados de avaliação do uso dos objetos na disciplina

Foi ministrado o curso de fundamentos de máquinas elétricas para uma turma diurna e para uma noturna. No final do curso, os alunos fizeram uma avaliação do uso de ferramentas de EaD na disciplina. Os resultados da avaliação do uso da ferramenta fórum e do uso dos OAs descritos anteriormente são apresentados neste trabalho.

O ambiente virtual no qual foram desenvolvidas as atividades deste curso foi o Ae-Tídia.

“O Ae é um ambiente colaborativo que gerencia cursos e atividades de aprendizado, dando suporte ao ensino presencial e eletrônico. O sistema reúne ferramentas de *software* desenvolvidas especialmente para ajudar alunos, professores, instrutores e pesquisadores em suas ações. Usando um navegador *web*, os usuários podem criar um portal que reúna suas necessidades de aprendizado por meio de um conjunto de ferramentas”(Tídia).

Foram realizados dois fóruns. A participação no primeiro corresponderia a 10% da nota do relatório (cerca de 0,5% da nota final). A participação no segundo não promovia nenhum benefício na nota final.

O número de alunos que participou no 1º fórum foi aproximadamente de dezenove alunos entre as turmas diurna e noturna. No segundo, foi de apenas cinco.

4.1 Características da pesquisa

A pesquisa foi realizada com os alunos do noturno e com os do diurno. Os dados aqui apresentados são os referentes ao número total de alunos. Observa-se que o aproveitamento final dos alunos na disciplina foi semelhante em ambas as turmas.

Houve um total de 44 alunos com o número de presença exigido pela UFABC (>75%) (25 da turma noturna e 19 da noturna). Trinta alunos estavam presentes no dia da pesquisa e apenas 23 devolveram o questionário preenchido.

4.2 Avaliação dos fóruns

Dos alunos que responderam ao questionário, 65% participaram de pelo menos um fórum (15 alunos). Dos alunos que participaram de algum fórum, 90% dos alunos acharam útil a discussão para a compreensão da disciplina (figura 9).

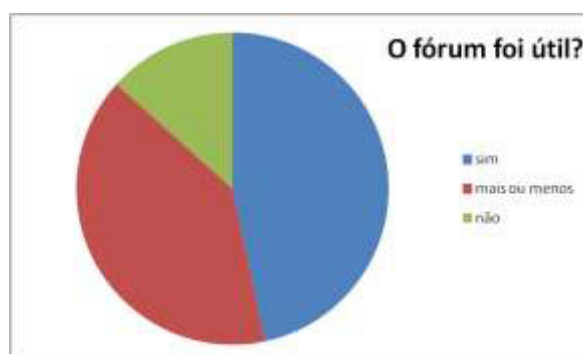


Figura 9: gráfico que mostra que a maioria dos alunos avalia que o uso de fórum ajudou na compreensão da disciplina

4.3 Sobre a avaliação do uso dos OAs

Do total dos alunos que responderam ao questionário, 91% afirmaram que assistiram à vídeo aula e todos estes (21 alunos) consideram de alguma forma útil para a realização do experimento e para a realização do relatório.

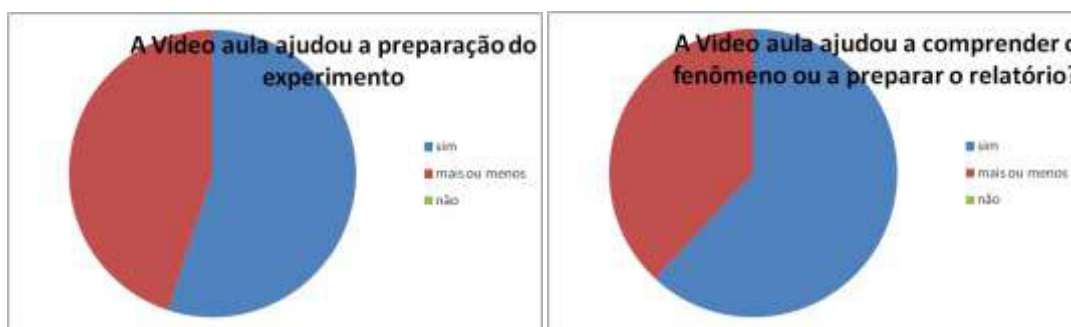


Figura 10: gráficos que mostram que a vídeo aula, objeto 2, foi útil para a realização do experimento

4.4 Sobre o uso de ferramentas de Ead na disciplina

Uma parte significativa dos alunos que respondeu ao questionário, 48%, afirmou que utilizou outras ferramentas de EaD durante a disciplina. Não houve descrição do que

foi utilizado. Considerando que outras atividades optativas também foram propostas na ferramenta Tídia, é de se supor que elas também foram contabilizadas pelos alunos. Acrescenta-se que OAs de banco de objetos foram sugeridos para o estudo da disciplina o que pode ter induzido os alunos a utilizarem outras ferramentas de EaD.

No noturno, 79% dos alunos afirmaram que acreditam que há atividades que podem ser realizadas à distância nesta disciplina. No diurno, apenas 44%. Em média 65% acreditam no uso de EaD na disciplina.

4.5 Análise dos resultados

Os resultados mostraram que há interesse dos alunos da disciplina de Fundamentos de Máquinas Elétricas da UFABC pelo uso de ferramentas de EaD como complemento do curso presencial. Os resultados obtidos pelo uso da ferramenta “fórum” mostram que é importante valorar o trabalho feito à distância pelos alunos, mesmo que com uma participação reduzida na nota final. Sem que houvesse esta valoração, a participação dos alunos foi mínima.

A maioria dos alunos identificou algum ganho no uso dos objetos 1 e 2 para a realização dos experimentos em laboratório de máquinas. Um dos alunos escreveu, como comentário geral:

“os vídeos antes dos ‘labs’ são essenciais. O vídeo do experimento BxH fez com que o grupo ganhasse bastante tempo na hora da montagem experimental, tempo precioso para compreender o experimento”

Este comentário comprova o observado pelo professor durante o andamento da aula, quando ficou claro que as dúvidas dos alunos que haviam assistido ao vídeo antes da aula eram mais elaboradas do que as daqueles que não haviam assistido.

Outro ponto interessante é que, após o experimento, muitos alunos utilizaram o vídeo para a elaboração do relatório, particularmente, segundo declarações destes, para relacionar as grandezas medidas e suas incertezas aos problemas encontrados no laboratório.

O uso de fóruns em um curso presencial permitiu registrar dúvidas que foram discutidas em sala de aula, com provável ganho de sinergia entre o professor e os alunos.

4. Conclusão

Este trabalho indica que o uso de EaD na disciplina de Fundamentos de Máquinas pode ajudar os alunos a compreender os conceitos complexos da disciplina. Os alunos acreditam nisto, principalmente no uso da vídeo aula na preparação para experimentos e para a sua compreensão. A experiência do uso de objetos de aprendizagem em um ambiente virtual de aprendizagem em uma disciplina

presencial foi positiva.

Novos objetos serão desenvolvidos. Acredita-se que é necessário o desenvolvimento de métodos de avaliação da importância do uso de EaD em cursos presenciais.

4. Referências

- [BIOE] Banco internacional de objetos educacionais in .
<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br> . Acessado em maio de 2014
- [BRASIL] Resolução CNE/CES n. 11, de 11 de março de 2002. Institui diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em Engenharia. Brasília: Câmara de Educação Superior, 2002.
- [Byrne] Charles Byrne, “A Brief History of Electromagnetism”, in
<http://faculty.uml.edu/cbyrne/EMHIST.pdf>. Acessado em maio 2014, 2012.
- [Khan] KhanAcademie, in <https://www.khanacademy.org>. Acessado em maio de 2014.
- [Merlot] Multimedia Educational Resource for learning and Online Teaching, in
<http://www.merlot.org/merlot/index.htm>. Acessado em maio de 2014.
- [Mocho] Portal de ensino das ciências e de cultura científica <http://www.mocho.pt/> .
Acessado em maio de 2014.
- [Tidia] TIDIA-Ae Vídeo de Apresentação do Ambiente. Disponível em <http://tidia-ae.usp.br/video/>. Acessado em maio de 2014.