

UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM ATIVA NA DISCIPLINA DE ELETROMAGNETISMO

Paulo Victor de Souza Borges – paulovictorborges61@gmail.com
CEFET-RJ
Av. Gov. Roberto Silveira, 1900
28635-080 – Nova Friburgo – RJ

Pedro Henrique de Souza Borges – pedroborges@ymail.com
UNIRIO
Av. Pasteur, 436
22290-240 – Rio de Janeiro – RJ

Carlos Antonio Pinheiro Júnior – tonijuniorp@gmail.com
CEFET-RJ
Av. Gov. Roberto Silveira, 1900
28635-080 – Nova Friburgo – RJ

Marcella Campos Guarilha de Moraes – cellamoraes@hotmail.com
CEFET-RJ
Av. Gov. Roberto Silveira, 1900
28635-080 – Nova Friburgo – RJ

Pedro Teixeira de Moraes Neto – pedroneto1996@hotmail.com
CEFET-RJ
Av. Gov. Roberto Silveira, 1900
28635-080 – Nova Friburgo – RJ

***Resumo:** Inaugurado em 4 de dezembro de 2008, o campus Nova Friburgo do Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET) possui dentro de seus cursos superiores a graduação em engenharia elétrica, cuja implantação data do segundo semestre de 2015. A turma mais avançada neste curso se encontra no 6º período, onde uma das disciplinas obrigatórias é a cadeira de eletromagnetismo II. Sendo esta uma cadeira puramente teórica, existe uma dificuldade tanto dos estudantes para aprender quanto dos professores para ensinar, além de ser um dos desafios atuais no ensino de engenharia a concepção de um sistema de ensino que vá além da abordagem de competências puramente técnicas. Neste sentido, a proposta pedagógica adotada tem sido a de complementar modelos de aulas expositivas tradicionais com técnicas de aprendizagem ativa, mais especificamente a Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem Based Learning) e Aprendizagem Baseada em Projetos (Project Centered Learning). A experiência mostrou que a utilização destas técnicas em uma disciplina estritamente teórica aumenta o interesse dos alunos e permite um ambiente de aprendizagem de maior criatividade e coparticipação.*

Palavras-chave: Eletromagnetismo. Aprendizagem ativa. Problem Based Learning. Project Centered Learning.

1 INTRODUÇÃO

Inaugurado em 4 de dezembro de 2008, o campus Nova Friburgo do Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET) possui dentro de seus cursos superiores a graduação em engenharia elétrica, cuja implantação data do segundo semestre de 2015. (CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2018) A turma mais avançada neste curso se encontra no 6º período, onde uma das disciplinas obrigatórias é a cadeira de eletromagnetismo II. Sendo esta uma cadeira fundamentalmente teórica nos cursos de engenharia, presente em um período dentro do fluxograma que marca a transição entre as matérias básicas e as do ciclo profissional, a proposta pedagógica adotada tem sido a de complementar modelos de aulas expositivas tradicionais com técnicas de aprendizagem ativa, com o objetivo de proporcionar um maior protagonismo dos estudantes na busca do conhecimento, o desenvolvimento de competências não cobertas com o modelo tradicional, facilitar a aprendizagem e melhorar a qualidade do ensino em geral.

O mercado atual na área da engenharia elétrica, imerso em um contexto de mudanças tecnológicas cada vez mais rápidas e intensas, tem demandado profissionais que incluam em seus perfis habilidades que vão além de competências puramente técnicas: liderança, facilidade de trabalhar em equipe, comunicação oral e escrita, inovação, dinamismo, iniciativa, criatividade, dentre outras. Segundo Barbosa *et. al.* (2014), um dos desafios atuais no ensino de engenharia é justamente como preparar futuros profissionais e conceber sistemas de ensino em sintonia com todas essas mudanças. Neste sentido, a proposta de adoção da aprendizagem ativa em aulas na disciplina de Eletromagnetismo II visa a inclusão de atividades que desenvolvam competências além da ementa e facilitem o ensino e aprendizagem dos conceitos teóricos, mais especificamente atividades fundamentadas nos conceitos de Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem Based Learning*) e Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project Centered Learning*).

1.1 Ensino e Aprendizagem

O estudo da Didática tem como objeto central os chamados processos de ensino-aprendizagem. (LIBÂNEO, 2013) As abordagens conhecidas como progressistas (que tiveram por base as práxis de nomes como Vigotsky, Dewey, Montessori, Piaget, Anísio Teixeira e Paulo Freire) intentaram ressignificar o papel do professor, da instituição de ensino e do aluno, a fim de avançar sobre as fronteiras da ação educativa por meio, principalmente, da defesa dos processos de aprendizagem ativa.

O processo de assimilação ativa é um dos conceitos fundamentais da teoria da instrução e do ensino. Permite-nos entender que o ato de aprender é um ato de conhecimento pelo qual assimilamos mentalmente os fatos, fenômenos e relações do mundo, da natureza e da sociedade, através do estudo das matérias de ensino. Nesse sentido, podemos dizer que a aprendizagem é uma relação cognitiva entre o sujeito e os objetos de conhecimento. Há uma atividade do sujeito em relação aos objetos de conhecimento para assimilá-los; ao mesmo tempo, as propriedades do objeto atuam no sujeito, modificando e enriquecendo suas estruturas mentais. Por esse processo, formam-se conhecimentos e modos de atuação pelos quais

ampliamos a compreensão da realidade para transformá-la, tendo em vista necessidades e interesses humanos e sociais.¹

Consoantes com esta perspectiva são as metodologias *Project Based Learning* e *Problem Centered Learning*, tendências construtivistas que se originam da preocupação com a uma formação profissional que dialogue com as diversas mudanças ocorridas na organização do mercado de trabalho nas últimas décadas, e para as quais “os estudantes precisam adquirir muito mais do que uma reserva de conhecimento nos assuntos relacionados à sua futura profissão. (...) A mudança, no que se refere à sua profissão, fará da aprendizagem auto-dirigida ao longo da vida uma condição sine qua non”. (ENGEL, 1997)

O uso de tais tendências metodológicas preconiza, por conseguinte, a reformulação da relação professor-aluno. No lugar do detentor do saber clássico, eminentemente teórico e alicerçado nos moldes enciclopedistas, temos a figura renovada de um mediador, um coordenador de trabalhos que incentiva à pesquisa e conecta o processo do estudo dos alunos às perguntas disparadoras, aos problemas ou aos projetos finais. No lugar de um passivo receptor da informação, temos um sujeito ativo, curioso e interessado em compartilhar descobertas e pontos de vista. O saber deixa de ser aquisição ou assimilação, passa a ser uma construção.

Na abordagem didática de *Problem Based Learning*, uma situação problema contextualizada é o objeto para a aprendizagem. A figura do professor, tradicionalmente vista como centro da transmissão do conhecimento em aulas puramente expositivas, atua neste contexto como um orientador de grupos de alunos que, ao buscarem coletivamente a solução para a situação problema, passam a assumir o protagonismo no aprendizado. O ambiente cooperativo de aprendizagem, a relação mais próxima de professor e alunos e a participação ativa dos alunos na abordagem dos conteúdos programáticos e construção do conhecimento, fazem esta metodologia diferir significativamente dos métodos tradicionais. (BARBOSA & MOURA, 2014)

Na metodologia *Project Centered Learning*, os alunos atuam na elaboração de um projeto proposto, que representa situações reais contextualizadas à atividade profissional. Esta metodologia é uma abordagem baseada na ideia construtivista de que os alunos obtêm um entendimento mais profundo do conteúdo quando constroem ativamente seus conhecimentos. (ENGEL, 1997) A aprendizagem pode envolver tanto a análise das partes de um equipamento, para compreensão de seu funcionamento, como a construção de um protótipo que cumpra determinada finalidade. (BARBOSA & MOURA, 2014) Neste sentido, esta abordagem didática se mostra preciosa no curso de engenharia, onde a abordagem de situações reais, principalmente em matérias básicas, é deficiente.

Tornar a experiência o ponto de partida do processo de ensino-aprendizagem não deixa de ser um desafio para um sistema de ensino que se mantém há muitos anos preso a fórmulas tradicionais de transmissão do conhecimento. Este artigo pretende, portanto, oferecer um exemplo prático de aplicação destas metodologias para que, cada vez mais, componha-se uma base de dados de experiências bem-sucedidas que referenciem a aplicação dessas abordagens.

2 EXPERIÊNCIA DE TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM ATIVA NA DISCIPLINA DE ELETROMAGNETISMO II

A disciplina Eletromagnetismo é extremamente conceitual e matemática, o que demanda intensa dedicação para o entendimento de seus conceitos. Sendo uma cadeira puramente

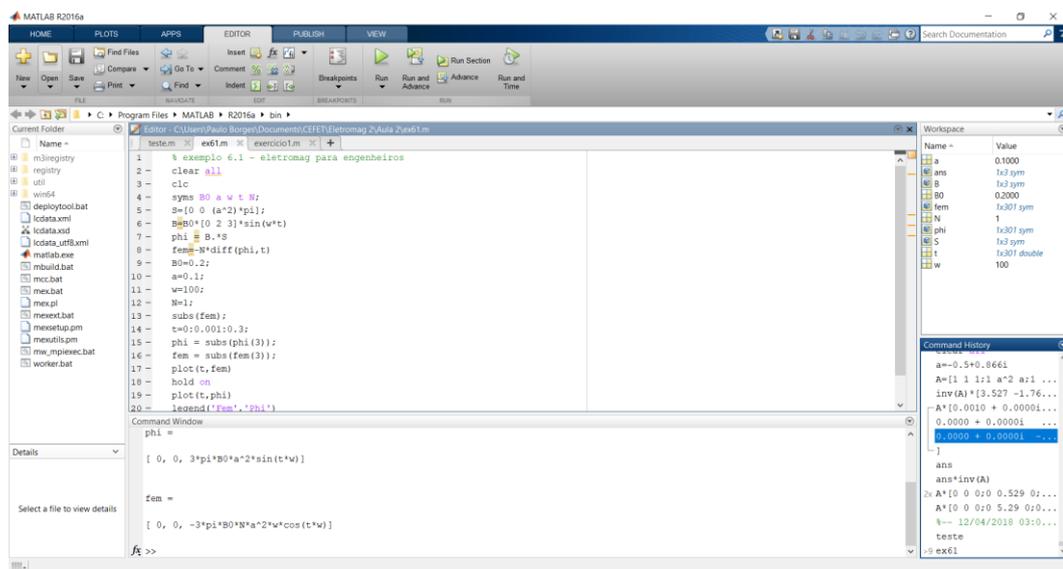
¹ LIBÂNEO, José Carlos. Didática. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2013. P. 89.

teórica, existe uma dificuldade tanto dos estudantes para aprender quanto dos professores para ensinar e manter o interesse da turma. (DEMIR & KIST, 2015) No entanto, muitas das descobertas que fundamentam o Eletromagnetismo surgiram de experiências práticas: a lei de Oersted, a lei da indução de Faraday, a lei de Lenz, dentre outras. As técnicas alternativas utilizadas a seguir foram propostas a fim de superar os desafios de aprendizagem, aumentar o interesse dos alunos, melhorar a qualidade de ensino além de desenvolver competências extra-mentais.

2.1 Utilização da abordagem *Problem Based Learning*

Considerando a facilidade no uso de computadores e acesso a internet em sala de aula, a utilização destes recursos tende a auxiliar a prática de ensino. A ideia aqui preconizada é que os recursos tecnológicos facilitem a aprendizagem, com o uso de programação que simule os conceitos abstratos do eletromagnetismo. A ferramenta computacional *Matlab* foi escolhida para este fim didático, por sua fácil e intuitiva utilização e grande divulgação de material de apoio na internet. As primeiras atividades propostas foram o desenvolvimento de algoritmos de programação para exemplos presentes em livros da bibliografia básica do curso, mais especificamente o livro Eletromagnetismo para Engenheiros. (ULABY, 2007) Além das resoluções analíticas, a turma programou em conjunto códigos em *Matlab* que contemplaram integralmente a solução do problema, contendo as variáveis utilizadas, as equações, extração dos resultados e plotagem de gráficos, onde a visualização permite um entendimento ainda maior do tema em questão. As Figuras 1 e 2 ilustram, respectivamente, o código de programação desenvolvido e o gráfico gerado a partir do mesmo, para o exemplo 6.1 do livro, que trata da Lei de Faraday.

Figura 1 – Código de programação em *Matlab* para exemplo didático.



```

1 % exemplo 6.1 - eletromag para engenheiros
2 clear all
3 clc
4 syms B0 a w t N;
5 B=[0 0 (a^2)*pi];
6 phi=0;
7 phi = B.*S;
8 fem=N*diff(phi,t);
9 B0=0.2;
10 a=0.1;
11 w=100;
12 N=1;
13 subs(fem);
14 t=0:0.001:0.3;
15 phi = subs(phi(3));
16 fem = subs(fem(3));
17 plot(t,fem);
18 hold on;
19 plot(t,phi);
20 legend('fem','phi');

```

Command Window

```

phi =
[ 0, 0, 3*pi*B0*a^2*sin(t*w)]

fem =
[ 0, 0, -3*pi*B0*N*a^2*w*cos(t*w)]

>>

```

Workspace

Name	Value
a	0.1000
ans	1x2 sym
B	1x3 sym
B0	0.2000
fem	1x301 sym
N	1
phi	1x301 sym
S	1x3 sym
t	1x301 double
w	100

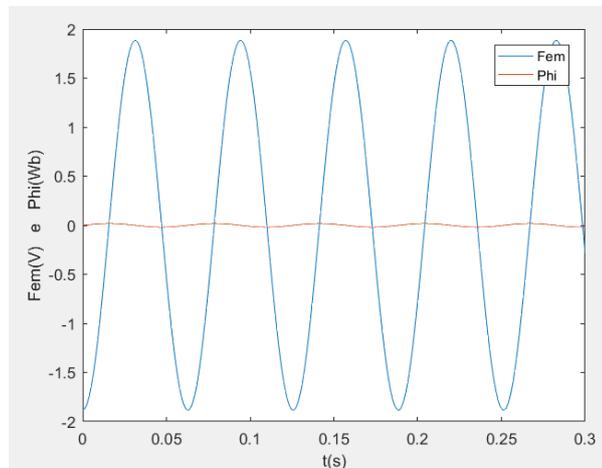
Command History

```

a=-0.5+0.866i
A=[1 1 1 a^2 a^1 ...
inv(A)*[3.527 -1.76...
A*[0.0010 + 0.0000i ...
0.0000 + 0.0000i ...
0.0000 + 0.0000i ...
]
ans
ans=inv(A)
>> A*[0 0 0 0.529 0:...
A*[0 0 0 5.29 0 0:...
%-- 12/04/2018 03:0...
teste
>> ex61

```

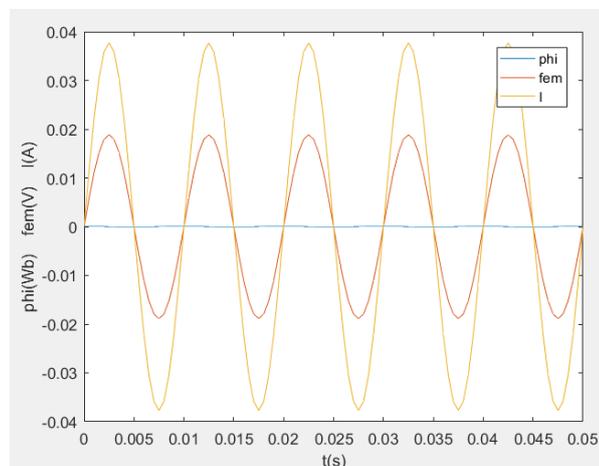
Figura 2 – Gráfico com resultados do exemplo.



Foi possível aos alunos verificarem que os resultados obtidos com o código de programação criado conferiam com as respostas do exemplo no livro, validando o algoritmo. O gráfico, adicional ao exemplo do livro, permitiu que os alunos verificassem o comportamento de grandezas abstratas como tensão induzida e fluxo magnético: foi possível elaborar conclusões com respeito à ordem de grandeza, formas de ondas, defasagem, etc. Com o código desenvolvido, foi possível ainda avaliar relações de sensibilidade, variando amplamente uma grandeza e observando como seria este efeito no comportamento de outra grandeza. Estas avaliações permitiram ao professor estabelecer uma discussão com toda a turma a partir das simulações efetuadas. Desta forma, além do conhecimento da matéria em pauta, os alunos trabalharam em equipe, comunicaram suas conclusões e elaboraram perguntas em ambiente colaborativo de aprendizagem. A própria atividade de programação já pode ser considerada um ambiente de criatividade.

A Figura 3 mostra o gráfico de resultados do exercício 6.7 do livro, que foi solicitado em uma lista de exercícios. Assim, a aula possibilitou ao aluno conhecimento para posterior elaboração de seu próprio código para resolução do problema.

Figura 3 – Gráfico com resultados de exercício da lista.



A elaboração e execução das aulas práticas não foram triviais: foi necessário esforço e tempos de aula para apresentar até então desconhecida ferramenta *Matlab* à turma, demonstrando conceitos básicos como declaração de variáveis, operações básicas e plotagem de gráficos. No entanto, os ganhos se tornaram muito claros quando este desafio inicial foi superado. Verificou-se desta experiência que há uma inércia tanto do corpo docente, que em sua maioria desconhece e não teve contato com este método de aprendizagem durante sua formação, quanto do corpo discente, que não enxerga inicialmente como protagonistas da busca do conhecimento.

2.2 Utilização da abordagem *Project Centered Learning*

No curso de engenharia elétrica, diversos conceitos presentes nas disciplinas de eletromagnetismo são base para outras disciplinas, por exemplo, as cadeiras de máquinas elétricas. Ou seja, conceitos da teoria eletromagnética são base para a construção de sistemas e equipamentos elétricos reais. Tomando como exemplo o caso real de geradores de energia conectados a redes elétricas em sistemas de potência, sabe-se que os princípios de funcionamento da máquina geradora são totalmente fundamentados nas leis do eletromagnetismo. Neste sentido, foram propostas para a turma atividades de construção de projetos simples, de baixo custo e fácil montagem, cuja operação traduza os princípios do eletromagnetismo e, conseqüentemente, o funcionamento de equipamentos reais. A elaboração destes pequenos projetos não toma muito tempo e geralmente uma aula é suficiente para a construção e testes, o que não atrapalha o andamento do curso.

Um dos projetos elaborados pelos estudantes foi um mini gerador de energia construído em uma garrafa plástica de água mineral. Neste mini gerador, um cabo de cobre esmaltado é enrolado em torno da garrafa plástica e, um palito de churrasco, suportando um ímã de neodímio, é posto a girar no centro. Um *led* é então conectado entre os terminais do fio enrolado. As Figuras 4 e 5 ilustram a construção do mini gerador, onde as tarefas foram subdivididas e revezadas entre os alunos. A Figura 6 ilustra o mini gerador em funcionamento: quando seu eixo é rotacionado o *led* conectado a seus terminais acende.

Esta experiência despertou interesse dos alunos, que se motivaram à construção de outros experimentos. Uma das atividades propostas como avaliação final da disciplina, é a construção de um gerador maior que utilize equipamentos do cotidiano dos alunos, descartáveis e sucata. O baixo custo dos materiais empregados facilita a realização destas atividades, pertinentes em um momento de crise nacional e dificuldade de investimento em educação.

Figura 4 – Construção do Mini Gerador.



Figura 5 – Construção do Mini Gerador.



Figura 6 – Teste do Mini Gerador.



3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho se propôs a apresentar a utilização de técnicas de aprendizagem ativa na disciplina de eletromagnetismo II, no curso de graduação em engenharia elétrica do CEFET campus Nova Friburgo. As metodologias *Problem Based Learning* e *Project Centered Learning* foram utilizadas em aulas práticas, complementando a abordagem dos conteúdos em aulas expositivas teóricas. A experiência mostrou que a utilização destas técnicas em uma disciplina estritamente teórica aumenta o interesse dos alunos e permite um ambiente de aprendizagem de maior criatividade e coparticipação.

Agradecimentos

Aos alunos Carlos Antônio, Marcela Guarilha e Pedro Moraes.

REFERÊNCIAS

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA - CEFET-RJ. **Campos Nova Friburgo**. Disponível em: <http://www.cefet-rj.br/index.php/nova-friburgo>. Acesso em: 12 abr. 2018.

BARBOSA, Eduardo F.; MOURA, Dácio G.. **Metodologias ativas de aprendizagem no ensino de engenharia**. In: XIII International Conference on Engineering and Technology Education, 2014, Guimarães. **Anais**. Portugal, 2014.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2013.

ENGEL, Charles E. **Not just a method but a way of learning**. In: The challenge of problem based learning. BOUD, David; FELETTI, Grahame I, editores. Pp 17-27. Segunda edição. Kogan Page. Londres, 1997.

DEMIR, V.; KIST, S.. **Matlab demonstrations for concepts in electromagnetics**. In: 2015 31st International Review of Progress in Applied Computational Electromagnetics (ACES), 2015. **Anais**. USA, 2015.

ULABY, Fawwaz T. **Eletromagnetismo para engenheiros**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

USE OF ACTIVE LEARNING TECHNIQUES IN THE ELECTROMAGNETISM DISCIPLINE

Abstract: *Inaugurated on December 4, 2008, the Nova Friburgo campus of the Federal Center for Technological Education (CEFET) has within its superior courses undergraduate degrees in electrical engineering, whose implementation dates from the second half of 2015. The most advanced class in this course is in the 6th period, where one of the compulsory subjects is the chair of electromagnetism II. Being a purely theoretical chair, there is a difficulty both for students to learn and for teachers to teach, besides being one of the current challenges in teaching engineering the conception of a system of education that goes beyond the approach of purely technical skills. In this sense, the pedagogical proposal adopted has been to complement models of traditional lectures with active learning techniques, more specifically Problem Based Learning and Project Centered Learning. Experience has shown that using these techniques in a strictly theoretical subject increases students' interest and allows for a more creative and participatory learning environment.*

Key-words: *Electromagnetism. Active learning. Problem Based Learning. Project Centered Learning.*

Organização:



Realização:

