



Desenvolvimento de um Protótipo Funcional de Motor de Corrente Contínua: Uma Abordagem Metodológica Baseada em Resolução de Problemas para Estudantes de Engenharia Elétrica

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2024.5041

Autores: LAURA LISIANE CALLAI DOS SANTOS, JOVANA DOS SANTOS ARGENTA, NELSON KNAK NETO, PAULO CÉSAR VARGAS LUZ, CELSO BECKER TISCHER, GUSTAVO GUILHERME KOCH, DION LENON PREDIGER FEIL

Resumo: Este trabalho discute a transformação do ensino superior por meio da adoção de metodologias ativas, que colocam os alunos no centro do processo de aprendizagem. Explora-se a aplicação dessas metodologias na disciplina de Conversão Eletromecânica de Energia II do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS). O estudo destaca a construção de um protótipo funcional de um motor de corrente contínua como exemplo, evidenciando como essa abordagem prática promove uma aprendizagem significativa. Ao envolver os alunos em todas as etapas do projeto, desde o planejamento até o teste do protótipo, a metodologia ativa desenvolve habilidades essenciais para o sucesso profissional, preparando os alunos para enfrentar os desafios do mercado de trabalho.

Palavras-chave: Metodologia Ativa, Aprendizado Baseado em Problemas, Orientação por Meio de Projeto, Máquinas Elétricas, Motor CC.

Desenvolvimento de um Protótipo Funcional de Motor de Corrente Contínua: Uma Abordagem Metodológica Baseada em Resolução de Problemas para Estudantes de Engenharia Elétrica

1 INTRODUÇÃO

No cenário atual da educação no ensino superior, observam-se evidências de transformação visando engajar os alunos e identificar seus interesses. Essa mudança requer que o processo de aprendizagem esteja alinhado à motivação, aos interesses e ao envolvimento dos estudantes. Entretanto, enfrenta-se desafios, pois há certo nível de desmotivação dos alunos em relação ao ensino e à aprendizagem (REIS e PENA, 2020).

O paradigma tradicional do processo ensino-aprendizagem, caracterizado pela passividade dos alunos e pela centralidade do professor, tem sido alvo de críticas em relação à sua eficácia na promoção tanto da aprendizagem teórica quanto prática, além de falhar em estimular o desenvolvimento de habilidades essenciais para o sucesso profissional e social, assim como a resolução de problemas complexos. Essa mudança de cenário tem gerado novas demandas para instituições de ensino, professores e alunos. Em resposta, as metodologias de aprendizagem ativa, como o Aprendizado Baseado em Problemas (PBL) e Orientação por Meio de Projeto (OMP), têm surgido como alternativas promissoras (CERQUEIRA et al., 2016).

Segundo Morán (2015), à medida que o ambiente educacional se transforma, é natural que os alunos precisem cada vez mais demonstrar proatividade e habilidades para lidar com desafios complexos. Isso inclui não apenas atitude, capacidade de tomar decisões, criatividade e autonomia, mas também a capacidade de se adaptar a novas situações. Portanto, é cada vez mais evidente a importância de usar métodos de ensino que não apenas transmitam conhecimento, mas também incentivem ativamente o desenvolvimento dessas competências para o sucesso acadêmico e profissional.

Nesse contexto, as metodologias ativas emergiram como uma abordagem pedagógica eficaz, criando um ambiente de aprendizado dinâmico. Através delas, os alunos são incentivados não apenas a absorver passivamente informações, mas sim a se envolver ativamente no processo de aprendizagem, promovendo o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e colaboração em equipe. Além disso, essas abordagens fomentam a inovação e a criatividade, preparando os futuros profissionais de engenharia para enfrentar desafios complexos (FEIJÓ, 2009).

É importante ressaltar que o ensino de disciplinas complexas, como o eletromagnetismo aplicado à conversão eletromecânica de energia, requer uma abordagem que vá além da mera transmissão de conceitos teóricos. Filho et al. (2014) destacam a necessidade de os alunos lidarem com abstrações desafiadoras desde o início de sua formação. Além disso, enfatizam a importância do estudo de máquinas elétricas como uma base fundamental para os cursos de engenharia elétrica.

Dentro deste contexto, este trabalho apresenta uma abordagem metodológica aplicada à disciplina de Conversão Eletromecânica de Energia II do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria Campus Cachoeira do Sul (UFESM-CS). Através desta abordagem, os alunos são incentivados a desenvolver um protótipo funcional de um motor de corrente contínua utilizando materiais recicláveis, promovendo, assim, uma aprendizagem ativa.

2 MOTOR DE CORRENTE CONTÍNUA

A importância dos motores de corrente contínua no desenvolvimento de servomecanismos é significativa, como destacado por Leonhard (1996). Por isso, o estudo desses motores, tanto no desenvolvimento de modelos quanto na identificação de seus parâmetros, recebe considerável atenção nas disciplinas de Conversão Eletromecânica de Energia ministradas em cursos de Engenharia Elétrica. Em geral, ao assumir a excitação como a tensão de armadura (com a corrente de campo suposta constante) e a resposta como a velocidade angular do motor, o modelo linear adotado é o de um sistema de primeira ordem (Dorf, 1986). A vantagem dessa abordagem é que a identificação dos parâmetros da função de transferência pode ser realizada diretamente, utilizando técnicas como resposta em frequência, resposta ao degrau, entre outras.

De acordo com Basilio et al. (2001), um motor de corrente contínua é composto pelas seguintes partes: a armadura, as bobinas de campo, o comutador e as escovas. A armadura é o componente rotativo do motor, montado em um eixo de aço que também gira. O comutador, localizado no mesmo eixo, consiste em segmentos individuais isolados entre si, mantidos em uma forma cilíndrica por um aro de aperto. Cada segmento do comutador está conectado a um enrolamento da armadura.

Quando os enrolamentos da armadura são percorridos por corrente elétrica, interagem com o campo magnético gerado pelo estator do motor, resultando na rotação do motor. A energia necessária para alimentar a armadura é fornecida por uma fonte externa de tensão contínua e é transmitida aos segmentos do comutador por meio das escovas. A função crucial do comutador é alterar o sentido da corrente na armadura, gerando um torque que mantém a rotação da armadura sempre na mesma direção. O campo magnético necessário é produzido por um eletroímã (bobina de campo), cuja corrente pode ser proveniente da mesma fonte de energia que a corrente da armadura.

Chapman (1986) destaca que a operação de um motor de corrente contínua é fundamentada na interação entre condutores percorridos por correntes e campos magnéticos. Para o estudo dessas máquinas elétricas, considera-se a lei de indução eletromagnética de Faraday. De acordo com esta lei, quando há uma variação no fluxo magnético através de uma espira, uma tensão é induzida nela, chamada de força eletromotriz (fem), e é expressa pela equação (1).

$$e_{\text{ind}} = B \cdot v \cdot l \quad (1)$$

em que:

e_{ind} : tensão induzida, medida em volts (V);

B : densidade de campo magnético, medida em teslas (T);

v : velocidade do condutor em relação ao campo magnético, medida em metros por segundo (m/s);

l : comprimento do condutor, medido em metros (m).

Quando uma corrente circula através da armadura do motor e ocorre a interação com o campo magnético, os condutores da bobina de armadura são submetidos a forças que tendem a girar o motor. Essa ação motora é regida pela lei de Ampère, que, em um condutor girando a n rotações por minuto, em um campo com p polos, é expressa pela equação (2).

$$F = B \cdot i \cdot l \quad (2)$$

em que:

F: Força eletromotriz induzida, medida em volts (V);
i: Corrente elétrica, medida em ampères (A);

Com o objetivo de ultrapassar as barreiras do estudo teórico, foi proposta a elaboração de um protótipo funcional de um motor de corrente contínua usando materiais recicláveis como metodologia ativa. Esta abordagem busca proporcionar aos alunos uma experiência prática que complementa e fortalece os conceitos aprendidos em sala de aula.

Ao desenvolver um protótipo funcional, os alunos são desafiados a aplicar seus conhecimentos teóricos na prática, o que os leva a uma compreensão mais abrangente e significativa do tema. Eles enfrentam e resolvem problemas reais, desde o projeto e construção do protótipo até sua operação e teste. Isso não só reforça os princípios fundamentais da conversão eletromecânica de energia, mas também desenvolve habilidades práticas, como trabalho em equipe, resolução de problemas e pensamento crítico. Essa abordagem ativa não apenas enriquece o aprendizado dos alunos, mas também os capacita para futuros projetos e carreiras na área.

O próximo tópico aborda como os trabalhos exploram a aplicação de metodologias ativas no ensino superior, oferecendo informações sobre práticas educacionais eficazes. Essas pesquisas analisam a execução bem-sucedida de projetos que adotam tais metodologias.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

O estudo conduzido por Filho et al. (2014) apresenta uma abordagem inovadora que integra metodologias ativas com a disciplina de Conversão Eletromecânica de Energia no curso de Engenharia Elétrica. Por meio da aplicação da simulação computacional utilizando a ferramenta *Finite Element Method Magnetics* (FEMM), os alunos são imersos no processo de projeto de geradores síncronos. Essa metodologia ativa permite que os estudantes apliquem os conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula em práticas de laboratório e simulações, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos e estimulando a colaboração entre os colegas. Dessa forma, a simulação computacional não apenas se torna uma ferramenta na preparação dos alunos para os desafios reais da engenharia elétrica, mas também oferece uma experiência de aprendizado significativo.

O estudo de Fiorini et al. (2021) concentra-se na implementação de metodologias ativas, como o PBL e a OMP, na disciplina de Engenharia de *Software*. Essa abordagem coloca os alunos no centro do processo de aprendizagem, incentivando-os a desempenhar um papel ativo na construção do conhecimento. Ao adaptar suas estratégias de ensino para melhor se alinharem a esses métodos, os professores podem aproveitar a familiaridade dos alunos com ferramentas tecnológicas para promover um ambiente de aprendizado. A autoavaliação contínua do professor e a análise do engajamento dos alunos são aspectos fundamentais para o sucesso desse processo, que visa não apenas transmitir informações, mas também desenvolver habilidades práticas e críticas essenciais para os futuros profissionais.

O estudo do autor Palma (2020) implementou uma metodologia de ensino centrada no aluno na disciplina Mecânica dos Materiais da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Antes, a aula era tradicional, com foco no professor e avaliações por provas. Com a nova abordagem, os alunos foram incentivados a participar ativamente, mudando o comportamento de todos. O professor deixou de ser apenas um transmissor de conteúdo para se tornar um orientador do aprendizado, resultando em aulas mais dinâmicas e participativas. Apesar do aumento da carga de trabalho para os alunos, os resultados

indicam que essa abordagem pode ser uma via promissora para uma aprendizagem eficaz e significativa.

Volski et al. (2022) introduzem uma abordagem de ensino centrada no aluno para abordar conceitos de gerenciamento de obras em cursos de Engenharia Civil e Arquitetura. Esta metodologia ativa, aplicada tanto em aulas presenciais quanto remotas, destaca-se por ir além da simples transmissão de conhecimento teórico, promovendo ativamente o desenvolvimento de competências gerenciais e habilidades práticas essenciais. Ao envolver os alunos como protagonistas do processo de aprendizagem, essa abordagem proporciona uma experiência educacional significativa e relevante, preparando-os para os desafios do mercado de trabalho.

Por fim, o trabalho de Galindo et al. (2019) descreve a implementação bem-sucedida de uma metodologia de ensino baseada em projetos na disciplina de Microcontroladores. Ao dividir os alunos em grupos e incentivá-los a desenvolver protótipos reais ao longo do semestre, essa abordagem proporciona uma experiência prática e multidisciplinar. Através da aplicação dos conceitos teóricos em projetos concretos, os alunos são desafiados a antecipar situações vivenciadas no ambiente profissional, o que os motiva e os prepara para os desafios do mercado de trabalho. Essas experiências destacam a importância das metodologias ativas no engajamento dos alunos e na promoção de uma aprendizagem significativa e relevante para sua futura carreira profissional. Nesse contexto, o objetivo deste estudo é aprimorar a compreensão dos alunos de Engenharia Elétrica sobre o funcionamento prático, por meio do desenvolvimento de um protótipo funcional de motor de corrente contínua.

4 METODOLOGIA

Na disciplina de Conversão Eletromecânica de Energia II, do curso de Engenharia Elétrica na UFES Campus Cachoeira do Sul, os alunos são inseridos em uma metodologia de resolução de problemas. O processo começa com uma revisão dos conceitos fundamentais de eletromagnetismo, seguida pela introdução e aprofundamento dos conteúdos relacionados às máquinas de corrente contínua.

A Figura 1 apresenta o fluxograma seguido pelos alunos durante o desenvolvimento do protótipo funcional do motor de corrente contínua.

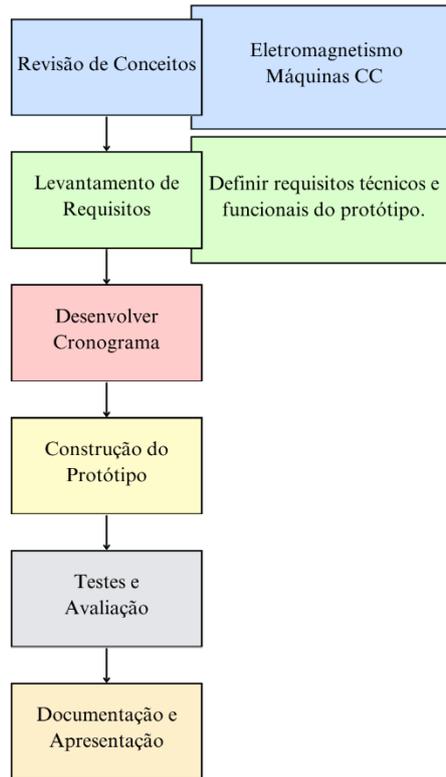


Figura 1 – Fluxograma. (Fonte: Autores).

Após a revisão dos conceitos de eletromagnetismo e a compreensão do funcionamento de um motor de corrente contínua pelos alunos, a próxima etapa envolve o levantamento dos requisitos necessários para o desenvolvimento do protótipo funcional. Isso inclui a identificação precisa das especificações técnicas, funcionalidades desejadas e possíveis restrições que orientarão o processo de construção do protótipo.

A etapa do cronograma tem um papel importante no desenvolvimento do trabalho. Os alunos são divididos em grupos. Cada grupo desenvolve um projeto de motor diferente. A partir da revisão dos conceitos e na definição dos requisitos do projeto. Cada grupo deve propor um cronograma de etapas para realização do projeto. Cada etapa precisa ter objetivos claros e um prazo de execução, o qual é definido pelo grupo. Isso significa que, com exceção da data de entrega final do projeto, todas as entregas parciais são definidas pelo grupo, e não pelo professor. O cumprimento das etapas, dentro dos prazos estabelecidos compreendem parte da nota de avaliação do projeto.

Seguindo as definições iniciais e do cronograma, o próximo passo é a fase de construção e desenvolvimento do protótipo. Nesta etapa, os alunos transformam as especificações e requisitos levantados em um produto tangível, selecionando os materiais e componentes necessários, além de realizar a montagem e integração para criar o protótipo funcional do motor corrente contínua.

Após a montagem do protótipo funcional, o processo avança para o teste e validação. Nesta etapa, os alunos submetem o protótipo a uma série de testes para verificar sua funcionalidade, desempenho e conformidade com os requisitos estabelecidos. Esses testes incluem medições de eficiência e análise de desempenho em condições operacionais simuladas. Os resultados fornecem informações para identificar possíveis falhas ou áreas de melhoria, permitindo ajustes e refinamentos no protótipo, se necessário. Este processo iterativo é para garantir que o protótipo final atenda às expectativas e requisitos dos usuários finais.

Por fim, os alunos devem dedicar-se à documentação de todo o processo realizado, registrando cada etapa, decisão e desafio enfrentado ao longo do desenvolvimento do protótipo. Além disso, é fundamental que preparem uma apresentação do projeto, demonstrando o funcionamento do protótipo em operação e fornecendo explicações sobre seu *design*, características e resultados dos testes realizados.

No próximo tópico, será apresentado um estudo de caso no qual um grupo de discentes da disciplina de Conversão Eletromecânica de Energia II elaborou um protótipo operacional de um motor de corrente contínua como parte da avaliação da disciplina.

5 ESTUDO DE CASO

O primeiro passo para realizar o desenvolvimento de um motor de corrente contínua é uma revisão dos conceitos fundamentais de eletromagnetismo, seguida pela introdução e aprofundamento dos conteúdos relacionados às máquinas de corrente contínua. Em seguida, é necessário identificar os requisitos essenciais para o protótipo funcional. Isso inclui definir as especificações técnicas, funcionalidades desejadas e possíveis limitações que influenciarão a construção do protótipo. No caso deste projeto, os alunos consideraram as dificuldades de montagem e as opções disponíveis de motores de corrente contínua, optando por um modelo de ímã permanente com dois polos devido à sua facilidade de montagem, entendimento e custo acessível.

Os materiais que foram utilizados, tinham o propósito de terem um baixo custo de produção total do projeto. Com isso, foram utilizados: madeira, fio de cobre, ímãs, canos de cloreto de vinila (PVC), fita isolante, cola de silicone em bastão, parafusos cortados, clips metálicos, chapas de ferro e suportes para os ímãs. Essa seleção visou manter o projeto financeiramente viável para o grupo, sem comprometer a qualidade do protótipo.

Com os materiais em mãos e alguns horários disponíveis para a montagem, o grupo se reuniu e começou a montagem do protótipo. Nessa primeira etapa, se procedeu com a montagem da base de madeira juntamente com o suporte dos ímãs, como pode ser observado na Figura 2.



Figura 2 – Processo de Montagem do Protótipo.

As dimensões selecionadas para a base não foram arbitrariamente definidas, o grupo levou em consideração alguns fatores, incluindo o tamanho do parafuso central, que possui 10 cm de comprimento. Portanto, as dimensões foram escolhidas de modo a

proporcionar uma folga adequada entre as bordas, como evidenciado na Figura 3, que apresenta a base concluída.



Figura 3 – Base para Sustentar o Rotor.

Com isso, o suporte dos ímãs magnéticos foi planejado para garantir uma altura adequada e um efeito magnético otimizado no motor. Para alcançar esse objetivo, foram utilizadas duas mãos francesas, responsáveis por manter os ímãs em uma altura específica, conforme ilustrado na Figura 4.



Figura 4 – Posição do Ímã Utilizado.

Os passos subsequentes envolveram a montagem do motor, incluindo a instalação do seu núcleo e polos. Para viabilizar o movimento rotativo, foram utilizados dois canos, fixados nos pilares de 18 cm por meio de perfurações feitas para receber o cano de $\frac{3}{4}$ polegadas. Essa disposição de canos de diferentes dimensões promoveu a liberdade de rotação entre eles. O parafuso, desempenhando o papel dos polos, foi então fixado no cano, o qual também foi perfurado centralmente com o diâmetro do parafuso, como demonstrado na Figura 5.



Figura 5 – Parafuso Transpassando o Cano.

O fio de cobre foi enrolado ao redor do parafuso, cobrindo-o completamente e deixando apenas os espirais à vista. Esse processo foi repetido em ambos os lados do parafuso. Além disso, um fio de cobre foi conduzido ao longo do cano - isolado com fita isolante - para facilitar a conexão e a ativação do motor. Esse fio foi então soldado na chapa de ferro, estabelecendo assim um ponto de contato para a operação do motor. Foi nesse ponto que a fonte de energia foi conectada, influenciando o campo magnético gerado pelos ímãs permanentes, essenciais para criar o campo magnético requerido para o funcionamento do motor. A Figura 6 apresenta o motor de corrente contínua finalizado, pronto para sua utilização.



Figura 6 – Motor de Corrente Contínua Finalizado.

Após a conclusão da montagem, os alunos conduziram testes para verificar o funcionamento do motor e, em seguida, procederam à documentação de todo o processo, seguida pela apresentação. No documento apresentado, o grupo de alunos relatou ter enfrentado desafios significativos durante a construção do motor. Inicialmente, problemas com a base de madeira, projetada com espessura inadequada, interromperam o progresso da montagem. Após resolver essa questão, novos obstáculos surgiram quando a quantidade de cobre disponível se mostrou insuficiente, exigindo uma pausa na montagem para obter mais material. Essas experiências ressaltam a importância da previsão e do planejamento adequado. No entanto, muitas vezes é somente ao colocar em prática as tarefas que se compreende completamente como superá-las.

5.1 Relato de Caso

A dinâmica de projeto foi implementada ao longo de três semestres: 2022/I, 2022/II e 2023/I. A estratégia de incorporação da atividade ao plano de ensino da disciplina passou por pequenas adaptações entre os semestres, mantendo, contudo, a mesma abordagem fundamental: a proposta de atividade era apresentada na primeira semana de aula, junto com o plano de ensino, estabelecendo-se o prazo para entrega e apresentação do protótipo, e definindo o primeiro prazo, de três semanas, para formação dos grupos, geralmente compostos por três estudantes, e para a definição do cronograma de trabalho.

Após a definição do cronograma, o docente avaliava as etapas propostas, oferecia sugestões de ajuste e encaminhava novamente aos grupos para a consolidação final do cronograma. O acompanhamento das atividades era realizado por meio da ferramenta Google Sala de Aula. As etapas eram lançadas por grupo, com prazos personalizados, conforme a necessidade de cada grupo. A confirmação do cumprimento da etapa podia ser realizada por meio de um relatório simples, contendo imagens ou vídeos que demonstrassem a realização da atividade proposta. O objetivo desse formato era desenvolver habilidades de planejamento de projeto, bem como capacitar os alunos a lidar com imprevistos ao longo do desenvolvimento. Ao término do projeto, todos os grupos entregavam um relatório final, seguindo a estrutura de um trabalho científico, e realizavam a apresentação e teste do protótipo.

A percepção docente a partir da aplicação dessa dinâmica é extremamente positiva. Houve um grande engajamento dos acadêmicos em torno do projeto, motivados pela natureza prática da atividade, que contextualizava parte do conteúdo da disciplina. A necessidade de aplicação direta dos conceitos teóricos, especialmente os relacionados ao eletromagnetismo, estimulou o envolvimento dos alunos durante as aulas teóricas. Como resultado, o desempenho geral das turmas foi satisfatório, refletido por uma melhoria no índice de aprovações.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de metodologias ativas no ensino superior representa uma mudança significativa no paradigma educacional, colocando os alunos no centro do processo de aprendizagem e promovendo uma abordagem mais dinâmica e participativa. Essas metodologias não apenas incentivam os estudantes a absorverem passivamente informações, mas os desafiam a aplicar seus conhecimentos teóricos na prática, desenvolvendo habilidades práticas, pensamento crítico e resolução de problemas. Ao mesmo tempo, preparam os alunos para os desafios do mercado de trabalho, capacitando-os para futuros projetos e carreiras na área.

No contexto específico deste estudo, a criação de um protótipo funcional de um motor de corrente contínua exemplifica como as metodologias ativas podem ser aplicadas de maneira eficaz para promover uma aprendizagem significativa. Ao se envolverem em todas as etapas do processo - desde o planejamento e projeto até a construção e teste do protótipo - os alunos experimentam em primeira mão os desafios e as complexidades do mundo real. Essa imersão prática não apenas solidifica seu entendimento dos conceitos teóricos, mas também os prepara para enfrentar os dilemas e demandas do ambiente profissional.

Além disso, ao promover uma aprendizagem mais significativa e relevante, as metodologias ativas preparam os alunos para uma variedade de contextos profissionais, em que são necessárias habilidades de pensamento crítico, criatividade e inovação. Dessa

forma, não apenas estão adquirindo conhecimento, mas também estão desenvolvendo as habilidades necessárias para se destacarem em um mercado de trabalho competitivo e em constante evolução.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Eduardo Fernandes; MOURA, Dácio Guimarães de. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. Boletim Técnico do Senac, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013

BASÍLIO, J. C., MOREIRA, J. C “Experimentos para estimação dos parâmetros de motores de corrente contínua” COBENGE – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2001.

CERQUEIRA, R.J; GUIMARÃES, L.M; NORONHA, J.L. PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PBL (APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS) EM DISCIPLINA DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ (UNIFEI). Revista Internacional de Aprendizagem Ativa, v. 1, 2016.

CHAPMAN, S.J. Fundamentos de Máquinas Elétricas. Mitcham, VIC, Austrália: DA Information Services, 1986.

DORF, R. C. Modern Control Systems, Addison-Wesley, Reading: MA, 1986.

FEIJÓ, A. A. FATORES DETERMINANTES DA MOTIVAÇÃO/DESMOTIVAÇÃO DE ALUNOS DO CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA DO COLÉGIO AGRÍCOLA DE CAMBORIÚ – UFSC. p. 108, 2009.

FIORINI, D.B et al. Sala de aula invertida com aprendizagem baseada em problemas e orientação por meio de projeto, aprimorada pela gestão do conhecimento. Acta Scientiarum Educação, v. e53601, 2021.

GALINDO, J. M. da S; PLÁCIDO, J. E. da Silva; ARAÚJO, J. A. EXPERIÊNCIAS DE APRENDIZAGEM BASEADO EM PROJETOS NO ENSINO DA GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA. XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2019.

LEONHARD, W. Control of Electrical Drives, 2nd Edition, Springer-Verlag: Berlin, 1996.

MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. Vol. II. PG: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015.

SALES PALMA, E. APLICAÇÃO DE METODOLOGIA ATIVA DE APRENDIZADO EM COMBINAÇÃO COM A FERRAMENTA MOODLE NO ENSINO DE MECÂNICA DOS MATERIAIS DO CURSO DE ENGENHARIA AEROESPACIAL DA UFMG. Revista de Ensino de Engenharia, v. 1, pág. 26–38, 2020.

VILELA, R. Q. B.; BANDEIRA, D. M. A.; SILVA, M. A. Aprendizagem Baseada em Equipe. Revista Portal: Saúde e Sociedade, v. 02, n. 01, 2017.

VOLSKI, I.; DO CARMO DUARTE FREITAS, M.; REGINA MUNARO, M. METODOLOGIA ATIVA PARA O ENSINO DOS CONCEITOS DE GERENCIAMENTO DE OBRAS PARA

ACADÊMICOS DOS CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA: ADAPTAÇÃO AO REGIME REMOTO. Revista de Ensino de Engenharia, n. 1, p. 112–121, 2022.

DEVELOPMENT OF A FUNCTIONAL DC MOTOR PROTOTYPE: A PROBLEM-BASED METHODOLOGICAL APPROACH FOR ELECTRICAL ENGINEERING STUDENTS

Abstract: *This paper discusses the transformation of higher education through the adoption of active methodologies, which place students at the center of the learning process. It explores the application of these methodologies in the Electromechanical Energy Conversion II subject of the Electrical Engineering course at the Federal University of Santa Maria Cachoeira do Sul Campus (UFESM-CS). The study highlights the construction of a functional prototype of a direct current motor as an example, showing how this practical approach promotes meaningful learning. By involving students in all stages of the project, from planning to testing the prototype, the active methodology develops essential skills for professional success, preparing students to face the challenges of the job market.*

Keywords: *Active Methodology; Problem-Based Learning; Project Orientation; Electrical Machines; DC Motor.*

