



ESTUDO DAS COMPETÊNCIAS DESENVOLVIDAS PELOS ALUNOS NUM CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA A PARTIR DE AÇÕES INTERDISCIPLINARES

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.4006

Ana Carolina Bueno Borges - ana.bueno@ifsp.edu.br
Instituto Federal de São Paulo

Leonardo Ataide Carniato - leonardo@ifsp.edu.br
IFSP

Daniel Scodeler Raimundo - daniel.scodeler@ufabc.edu.br
UFABC

Camila Dias de Jesus - camila.jesus@ifg.edu.br
Instituto Federal de Goiás

Walter Jaimes Salcedo - wsalcedo@lme.usp.br
Universidade de São Paulo

Resumo: *O desenvolvimento de competências é imprescindível para a formação sólida do engenheiro. Sendo assim, o presente trabalho objetivou analisar e relatar as competências descritas pelas DCNs (Diretrizes Curriculares Nacionais) que foram desenvolvidas pelos alunos do curso de Engenharia Elétrica do IFSP de Presidente Epitácio, por meio de ações interdisciplinares entre as disciplinas de "Filtros Analógicos" e "Ferramenta Computacional para Cálculo Numérico". Desta forma, com as ações interdisciplinares desenvolvidas com as duas disciplinas em conjunto, os alunos construíram diversas competências esperadas pelo perfil do engenheiro em relação ao documento das DCNs. Com os resultados alcançados neste trabalho acredita-se na formação global de um engenheiro eletricista que possa lidar com questões do âmbito emocional, cultural, tecnológico, socioambiental, de responsabilidade, de criatividade, entre outros, especialmente no que tange o desenvolvimento de competências.*

Palavras-chave: *interdisciplinaridade, competências, DCNs, engenharia elétrica*



ESTUDO DAS COMPETÊNCIAS DESENVOLVIDAS PELOS ALUNOS NUM CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA A PARTIR DE AÇÕES INTERDISCIPLINARES

1 INTRODUÇÃO

Nos cursos de graduação em Engenharia Elétrica, as abordagens realizadas no ensino-aprendizagem do aluno levam o docente buscar estratégias para que estes alunos consigam construir conhecimento e competências esperadas pelo engenheiro em formação de acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs). Uma abordagem de articulação de conhecimentos que pode ser utilizada é a interdisciplinaridade. A interdisciplinaridade pode ser utilizada para colocar em prática conteúdos de uma disciplina em projetos e atividades de outra, uma vez que faz o aluno perceber a importância e aplicabilidade de diferentes conceitos. Atividades nessa linha são, segundo Prado, mais compatíveis com as demandas futuras ao se preparar profissionais para propor soluções inteligentes para os problemas (QUADROS, 2014; NOMURA, 2011).

As DCNs para os cursos de graduação foram instituídas pelo Ministério da Educação com o objetivo de orientar os cursos quanto aos seus aspectos estruturais e pedagógicos. Nesta orientação, as DCNs apresentam que os Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPCs) devem ser estruturados de forma flexível, promovendo a interdisciplinaridade e o domínio das Tecnologias de Comunicação e Informação (TIC). Também são apresentadas nas DCNs que a interdisciplinaridade deve constar no registro do Projeto Pedagógico do Curso (PPC), tanto na prática realizada pelo aluno como pelo trabalho docente. Na Resolução nº 2, de 24 de Abril de 2019, a interdisciplinaridade é apresentada nos Capítulos III (Da Organização do Curso de Graduação e Engenharia):

§ 4º Devem ser implementadas, desde o início do curso, as atividades que promovam a integração e a interdisciplinaridade, de modo coerente com o eixo de desenvolvimento curricular, para integrar as dimensões técnicas, científicas, econômicas, sociais, ambientais e éticas.

§ 8º Devem ser estimuladas as atividades acadêmicas, tais como trabalhos de iniciação científica, competições acadêmicas, projetos interdisciplinares e transdisciplinares, projetos de extensão, atividades de voluntariado, visitas técnicas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores, incubadoras e outras atividades empreendedoras.

(BRASIL, 2019)

e V (Do Corpo Docente):

Art. 14. O corpo docente do curso de graduação em Engenharia deve estar alinhado com o previsto no Projeto Pedagógico do Curso, respeitada a legislação em vigor.

§ 1º O curso de graduação em Engenharia deve manter permanente Programa de Formação e Desenvolvimento do seu corpo docente, com vistas à valorização da atividade de ensino, ao maior envolvimento dos professores com o Projeto Pedagógico do Curso e ao seu aprimoramento em relação à proposta formativa, contida no

Projeto Pedagógico, por meio do domínio conceitual e pedagógico, que englobe estratégias de ensino ativas, pautadas em práticas interdisciplinares, de modo que assumam maior compromisso com o desenvolvimento das competências desejadas nos egressos.

§ 2º A instituição deve definir indicadores de avaliação e valorização do trabalho docente nas atividades desenvolvidas no curso.

(BRASIL, 2019)

Quadros (2014), apresenta uma análise da implantação da interdisciplinaridade na graduação a partir das DCNs para os cursos de graduação, fazendo a seguinte análise:

Dessa forma, na abordagem interdisciplinar, é importante ressaltar que na educação superior, o sujeito da aprendizagem – o aluno, é um interlocutor no universo da sala de aula e a responsabilidade do trabalho metodológico deve ser partilhada entre docentes e discentes, pois a atuação do docente deve extrapolar a de mero transmissor para a de facilitador, mediador na organização dos conhecimentos advindos das áreas que se interseccionam. (QUADROS, 2014)

A partir da análise das DCNs para a Engenharia Elétrica, pensou-se na seguinte questão problema para o presente trabalho: A interdisciplinaridade aplicada entre duas disciplinas do curso de graduação em Engenharia Elétrica ajuda os alunos a desenvolverem competências especificadas pelas DCNs?

Assim, o objetivo do presente trabalho foi verificar que com a ação interdisciplinar realizada entre as disciplinas eletivas de "Filtros Analógicos" e "Ferramenta Computacional para Cálculo Numérico" do curso de graduação em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de São Paulo – Câmpus Presidente Epitácio, os alunos desenvolveram as competências esperadas pelas DCNs. A partir do PPC do curso em questão foram analisadas as duas disciplinas para comparar os objetivos, a ementa e o conteúdo programático. E ao final, como resultado da ação interdisciplinar, os alunos em grupos, escreveram e apresentaram um resumo expandido como trabalho final das disciplinas em conjunto, sendo que alguns alunos submeteram este resumo em um evento científico, que foram aceitos para apresentação oral.

2 METODOLOGIA

Foi realizada uma ação interdisciplinar entre duas disciplinas eletivas (escolhidas pelos discentes) oferecidas no 1º semestre de 2021 no curso de graduação em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de São Paulo – Câmpus Presidente Epitácio. As disciplinas eletivas escolhidas foram "Filtros Analógicos" e "Ferramenta Computacional para Cálculo Numérico", sendo que elas foram ministradas de forma remota devido à pandemia da COVID-19. Entre os matriculados nas duas disciplinas tinham alunos cursando o 7º e 9º semestre.

Na estrutura do curso de graduação, cada instituição de ensino superior (IES) tem um Projeto Pedagógico contemplando o perfil desejado do egresso e o desenvolvimento de competências e habilidades esperadas, enfatizando a interdisciplinaridade inerente ao curso. Tratando dos Conteúdos Curriculares presentes nas Diretrizes Curriculares, as disciplinas são agrupadas em torno de um núcleo de conteúdos básicos, um núcleo de conteúdos profissionalizantes e um núcleo de conteúdos específicos que caracterizam a modalidade (NOMURA, 2011). No PPC do curso de Engenharia Elétrica do IFSP de



Presidente Epitácio, uma das questões é que o curso contemple os aspectos supracitados por meio das áreas de formação, e a disciplina de "Filtros Analógicos" contempla a área de formação Eletrônica e a disciplina de "Ferramenta Computacional para Cálculo Numérico" contempla a área de Programação e Microcontroladores. (BRASIL, 2020)

A partir do PPC do curso de Engenharia Elétrica foram analisadas as duas disciplinas. A Tabela 1 mostra o que consta no PPC sobre as duas disciplinas em relação aos objetivos, ementa e conteúdo programático.

Tabela 1 – Objetivos, ementa e conteúdo programático da grade curricular das disciplinas de "Filtros Analógicos" e "Ferramenta Computacional para Cálculo Numérico".

	Filtros Analógicos	Ferramenta Computacional para Cálculo Numérico
Objetivos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fornecer ferramentas teóricas para o projeto filtros analógicos; ✓ Desenvolver filtros analógicos utilizando ferramenta matemática (MATLAB®); ✓ Simular a resposta em frequência de filtros ativos e passivos; ✓ Implementar no laboratório filtros ativos e passivos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conhecer fundamentos teóricos que permitam ao aluno encontrar soluções numéricas e computacionais necessárias para resolução de problemas comumente encontrados em sua área de atuação; ✓ Desenvolver algoritmos em software numérico para demonstrar de forma interativa e gráfica soluções matemáticas; ✓ Realizar simulações que visem solucionar problemas práticos de engenharia.
Ementa	O componente curricular aborda conceitos relativos ao projeto e simulação de filtros analógicos. Ao final da disciplina, o aluno será capaz de especificar filtros analógicos utilizando as aproximações comuns disponíveis na literatura. A análise teórica será validada através de simulações computacionais (MATLAB®) e também utilizando experiências práticas em laboratório.	Ao término deste curso o aluno estará apto a trabalhar com software numérico e aplicar suas ferramentas em problemas recorrentes à sua área de atuação profissional.
Conteúdo Programático	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introdução a filtragem de sinais; 2. Estudo de funções de filtragem no domínio da frequência; 3. Tipos de filtragem: Passa-alta; Passa-baixa; Passa-banda; Rejeita-banda; Desvio de fase. 4. Projetos de filtros analógicos passivos e ativos através de aproximações: Buterworth; Chebyshev; Outros tipos de aproximação. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introdução ao uso de software numérico; 2. Álgebra linear numérica; 3. Definição de funções e programas; 4. Estruturas comuns de programação usando software numérico; 5. Diagramação gráfica por blocos; 6. Plotagem de gráficos; 7. Implementação de algoritmos utilizando software numérico.

Fonte: BRASIL, 2020





Os docentes que estavam ministrando as disciplinas propuseram, logo após o início do semestre, um trabalho interdisciplinar, para que no final do semestre os alunos escrevessem um resumo expandido e apresentassem um trabalho. Salienta-se que a produção dos resumos foi considerada como instrumento avaliativo em ambas as disciplinas. Nesse contexto, a proposta de interdisciplinaridade apresentada alinha-se com o disposto na DCNs quanto à avaliação das atividades, tendo em vista que estimula a produção intelectual em equipe. Foi proposto aos alunos que:

- Se dividissem em grupos de 2 ou 3 alunos;
- Escolhessem um tipo de filtro (Passa-baixa, passa-alta, passa-banda e rejeita-banda), uma classificação (Bessel, Butterworth, Chebyshev e Elíptico ou Cauer) e a uma topologia (RLC, Sallen Key ou Realimentação múltipla). Exemplo: Filtro passa-baixas por aproximação de Butterworth utilizando a topologia Sallen-Key.
- Pesquisassem aplicações de acordo com o filtro escolhido. Foi sugerido que os alunos poderiam pesquisar e realizar discussões sobre aplicações já existentes, ou poderiam fazer comparações e discussões entre as respostas de dois tipos de filtros com classificação e topologias diferentes, ou poderiam analisar um mesmo filtro, comparando a resposta em frequência de diferentes ordens.
- Realizassem simulações usando o software da disciplina de "Ferramenta Computacional para Cálculo Numérico", que no caso foi o MATLAB. E também realizassem simulações com softwares de circuitos que já foram utilizados em outras disciplinas, como o MULTISIM e SIMULINK.

Observa-se que foi dada autonomia aos estudantes para eleger os tipos de filtros, buscar por aplicações e utilizar outros softwares de suporte, possibilitando aos mesmos assumirem atitude investigativa com vistas à produção de conhecimento.

Após a apresentação dos trabalhos para as duas disciplinas, os alunos foram convidados a submeter os Resumos Expandidos no evento "Mostra Científica, Cultural e Tecnológica- edição 2021", que ocorreu no mês de Outubro no IFSP em Presidente Epitácio – SP.

Destaca-se que para submissão dos resultados, os estudantes necessitaram buscar referência bibliográficas atuais e relevantes em portal de periódicos. Ademais, a interdisciplinaridade fomentou nos estudantes o interesse pela produção científica.

Para finalizar, foi feita uma análise das competências que são esperadas que os alunos construam ao cursarem Engenharia Elétrica, com foco na ação interdisciplinar entre as duas disciplinas ofertadas. Nas DCNs, foram verificadas as seguintes competências que os alunos poderiam alcançar com a ajuda destas disciplinas:

Art. 4º O curso de graduação em Engenharia deve proporcionar aos seus egressos, ao longo da formação, as seguintes competências gerais:

I - formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto:

a) ser capaz de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos; b) formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto, concebendo soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas;

II - analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação:



a) ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras; b) prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos; c) conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo; d) verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas;

VIII - aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação:

a) ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias; b) aprender a aprender.

(BRASIL, 2019)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interdisciplinaridade é uma abordagem que deve ser promovida no ensino-aprendizagem dos alunos de graduação. As DCNs apresentam que a interdisciplinaridade, no Capítulo referente a organização do curso, deve ser implementada como projetos interdisciplinares, e no Capítulo referente ao docente, esta deve englobar estratégias pautadas em práticas interdisciplinares para desenvolver as competências desejadas nos egressos.

A interdisciplinaridade foi uma abordagem escolhida entre as disciplinas eletivas "Filtros Analógicos" e "Ferramenta Computacional para Cálculo Numérico" após uma análise dos docentes na grade curricular das disciplinas do PPC do curso de Engenharia Elétrica do IFSP – Câmpus Presidente Epitácio. As disciplinas eletivas nos cursos de graduação têm como finalidade o enriquecimento curricular e a diversificação na formação geral, por isso são disciplinas na grade curricular que podem ser elegidas pelos alunos. Pelo PPC do curso de Engenharia Elétrica no IFSP do Câmpus de Presidente Epitácio, o curso possui 63 disciplinas obrigatórias, e disciplinas eletivas escolhidas pelo aluno que devem integralizar uma carga horária de 126,8 h.

Um dos objetivos da disciplina de "Filtros Analógicos" é utilizar ferramentas matemáticas, como o MATLAB, para o projeto e implementação computacional de filtros. Como a disciplina foi ofertada durante a pandemia da COVID-19, as simulações são agregadas de modo colaborativo no ensino-aprendizagem do aluno, e deste modo a disciplina de "Ferramenta Computacional para Cálculo Numérico" é adequada porque um dos seus objetivos é realizar simulações que visem solucionar problemas práticos de engenharia. As ementas dos cursos também foram observadas, tendo em vista que na disciplina de Filtros Analógicos são abordados conceitos teóricos em projetos de filtros que são validados por simulações computacionais (como o MATLAB), e na disciplina de Ferramenta Computacional para Cálculo Numérico, o aluno pode trabalhar com software numérico (como o MATLAB) e aplicar as ferramentas em problemas na engenharia. Assim, seguindo o conteúdo programático das disciplinas, o docente da disciplina de Filtros Analógicos apresentava os conceitos, aplicações e realizava simulações com a ferramenta computacional que estava sendo ensinada na disciplina de Ferramenta Computacional para Cálculo Numérico, além de incluir simulações de circuitos com softwares que os alunos relataram que outros docentes utilizaram em disciplinas anteriores, como os softwares MULTISIM, SIMULINK e o MATLAB. Já o docente da Disciplina de Ferramenta Computacional para Cálculo Numérico, abordava os conteúdos de modo que as funções e

os algoritmos usados na ferramenta computacional pudessem ser usadas nas aplicações de engenharia como em filtragem de sinais.

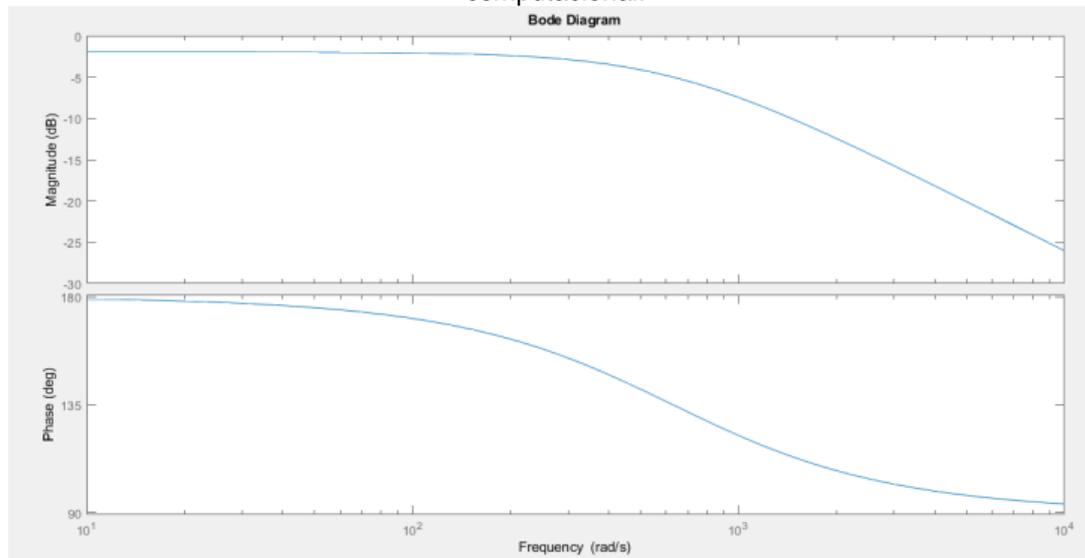
Deste modo, a ação interdisciplinar entre as duas disciplinas é um ganho para o ensino e uma maneira para que os alunos construam as competências esperadas pelas DCNs.

Do trabalho conjunto das duas disciplinas, resultaram oito resumos expandidos. Estes resumos contemplaram o que foi solicitado e esperado pelos docentes, e os alunos foram convidados a submetê-los no evento "Mostra Científica, Cultural e Tecnológica-edição 2021". Quatro grupos, correspondentes à quatro resumos expandidos fizeram a submissão, e todos foram aceitos como apresentação oral no evento que ocorreu em outubro. Abaixo são apresentados, de maneira sucinta, estes resumos, e também as figuras 1, 2, 3 e 4 que apresentam os resultados destes trabalhos.

Trabalho 1: "Desenvolvimento de um Filtro Analógico para Eliminação de Ruídos Provenientes de Contrações Musculares em Sinais de Eletrocardiograma"

Este trabalho apresentou um breve estudo sobre o desenvolvimento de um filtro do tipo passa-baixa de realimentação múltipla, por aproximação Butterworth para eliminação de ruídos provenientes de contrações musculares em sinais de eletrocardiograma. Para definição dos parâmetros utilizados, tais como a faixa de amplitude e a largura de banda, foi levado em consideração a faixa típica de sinais de ECG de pessoa adulta. Para que o circuito pudesse eliminar os sinais eletromiográficos, arbitraram-se valores para o resistor R1 e capacitor C e com isso calculou-se o resistor R2. Foram realizadas simulações computacionais para verificar a qualidade do sistema desenvolvido. Os alunos concluíram que a partir da comparação entre a forma de onda da saída do filtro e a que se esperava, foi possível constatar que o filtro passa-baixas com topologia de realimentação múltipla e aproximação Butterworth chegou a uma resposta próxima do esperado. Porém, embora tenha a vantagem de ser mais econômico, este filtro não apresentou uma aproximação com o nível de precisão que pode ser alcançado por outras tipologias. Visto que um eletrocardiógrafo necessita de vários tipos distintos de filtros para eliminar diferentes tipos de ruídos, aconselha-se a utilização da filtragem digital que pode agregar a todos os filtros em um único dispositivo. A análise feita usando a ferramenta computacional, pode ser visualizada na figura 1, que mostra as curvas características do filtro passa-baixa ativo com aproximação de Butterworth utilizando a topologia de realimentação múltipla. (OLIVEIRA, et al, 2021)

Figura 1 - Diagrama de Bode do filtro passa-baixa analisado no Trabalho 1 usando a ferramenta computacional.

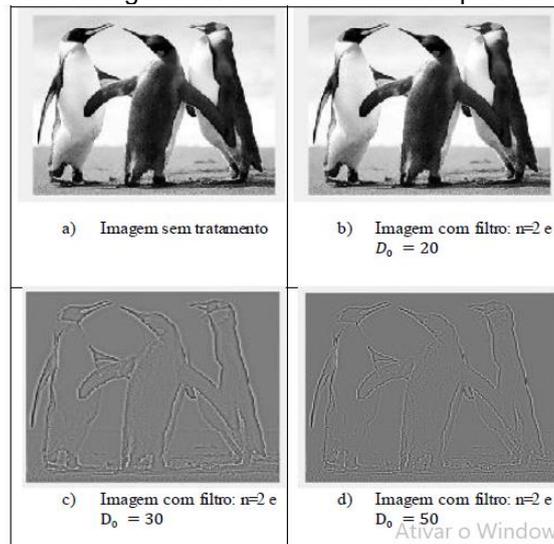


Fonte: OLIVEIRA, et al, 2021.

Trabalho 2: “Filtro Passa-Alta/Butterworth para processamento de imagens (Image Sharpening) utilizando ferramentas de cálculo numérico computacional”

Neste trabalho, o aluno apresentou que existem inúmeros filtros que podem ser aplicados no processamento de imagens. Analisou o filtro passa-alta com topologia Butterworth para recriar o efeito de Sharpening ou Edge enhancement. Demonstrou os passos básicos que precisam ser seguidos para desenvolver um algoritmo de filtragem utilizando-se o software de cálculo numérico MATLAB, onde será aplicada a função de transferência do filtro no domínio da frequência, e por fim, analisou os resultados da filtragem quando variada a frequência de corte e a ordem do filtro. O aluno concluiu que por meio do estudo dos filtros e suas aplicações no universo do processamento de imagens, foi possível associar estes elementos para gerar um algoritmo de máscara, por meio de uma ferramenta de cálculo numérico computacional, para efetuar o processo de sharpening em imagens. Ao decorrer da pesquisa foram utilizados vários procedimentos interdisciplinares que abrange as áreas de lógica de programação, filtros analógicos e cálculo integral diferencial, sendo cada um deles importante para a elaboração geral do algoritmo. Aplicando o algoritmo elaborado em uma imagem, o aluno verificou o efeito de Sharpening, mostrado na Figura 2, as imagens subsequentes demonstram seu comportamento ao variar os valores de $D0$ (frequência de corte), observando que para o valor de $D0 = 20$ (figura 2b), $D0 = 30$ (figura 2c) e $D0 = 50$ (figura 2d) a silhueta da imagem fica cada vez mais evidente, corroborando a aplicação do filtro. Desta forma é possível observar um destaque das bordas da imagem, mostrando apenas a silhueta, percebe-se que o efeito é amplificado ao aumentar a frequência de corte. Demonstrando assim a capacidade do filtro passa-alta Butterworth de efetuar o processo de Sharpening em uma imagem, eliminando frequências mais baixas que não se enquadram acima da frequência de corte. (AGUIAR, et al, 2021)

Figura 2 – Imagem sem e com o filtro aplicado com $n=2$ e $D_0 = 20$, $D_0 = 30$ e $D_0 = 50$, analisado no Trabalho 2 usando algoritmos da ferramenta computacional.

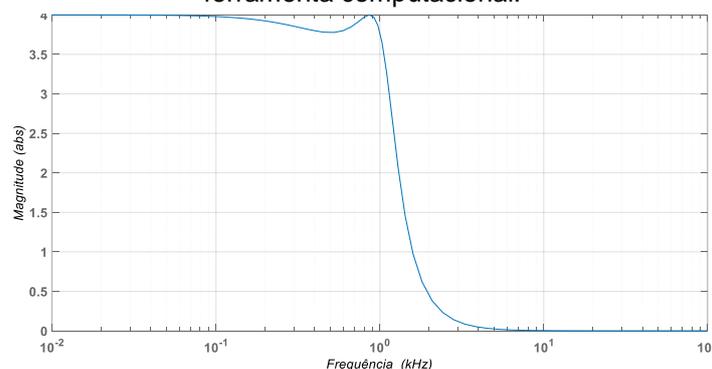


Fonte: AGUIAR, et al, 2021.

Trabalho 3: “Projeto e análise de um filtro ativo do tipo passa-baixa por aproximação de chebyshev utilizando ferramenta computacional.”

Esse trabalho abordou um projeto e análise de um filtro analógico passa-baixa, projetado por meio de amplificadores operacionais utilizando modelo matemático de funções de aproximação de Chebyshev, para comprovar a teoria estudada e a prática desenvolvida por meio de comparações dos resultados obtidos na simulação computacional. Tal projeto demonstra a resposta de um filtro implementado pela aproximação de Chebyshev do tipo I, onde a sua característica é a variação (ripple) na banda de passagem. Os alunos concluíram que com o desenvolvimento do projeto de montagem e simulação de um filtro passa-baixa utilizando a aproximação de Chebyshev comprovaram a teoria assim como a prática desenvolvida. Em relação a teoria de filtros analógicos/digitais, verificou-se a eficácia das ferramentas utilizadas. O software de MATLAB mostrou-se extremamente eficiente, com funções simples e apenas algumas linhas de código foi possível obter a função de transferência do filtro desejado, evidenciando a possibilidade de trabalhar com projetos mais complexos de forma simples e eficiente. A Figura 3, que foi simulada pelos alunos usando o MATLAB ilustra a resposta em frequência do filtro analisada. (SALES, et al, 2021)

Figura 3 – Gráfico da magnitude (módulo) vs Frequência (kHz) do filtro analisado no Trabalho 3 usando ferramenta computacional.

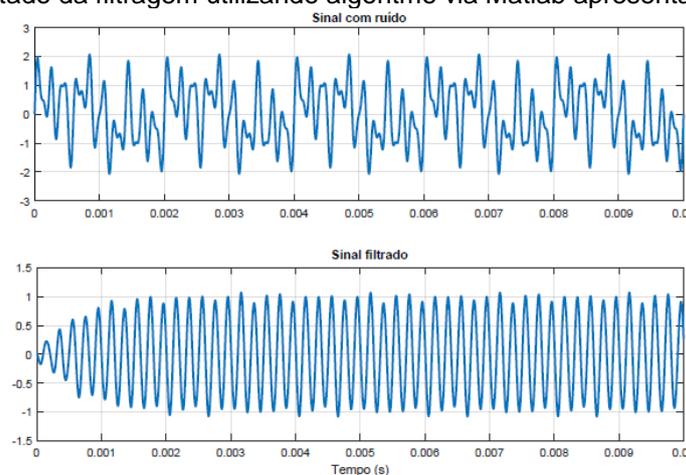


Fonte: SALES, et al, 2021.

Trabalho 4: "Projeto de um filtro passa-faixa por aproximação de Butterworth utilizando topologia realimentação múltipla."

Neste trabalho os alunos projetaram um filtro analógico passa-faixa com aproximação Butterworth utilizando a topologia de realimentação múltipla, para assim compará-lo com modelos matemáticos e comprovar sua eficácia por meio de simulações e análises práticas. O projeto apresentou a resposta de um filtro que utiliza a topologia Butterworth, ou seja, a ausência de ripple (não possui qualquer tipo de oscilação) na banda passante, o que resulta em uma resposta em frequência o mais plana possível. Os alunos concluíram que o estudo de filtros é muito importante devido à volumosa diversidade de aplicações em que esses dispositivos se fazem necessários. A análise realizada foi um exemplo bem sucedido, que mostra os benefícios da implementação da aproximação Butterworth para filtros analógicos, e que um filtro bem desenvolvido pode ter um resultado muito próximo de uma forma de onda pura (sem ruídos). Os resultados apresentados na Figura 4 foram obtidos por meio da simulação via SIMULINK® e plotados por meio da elaboração de um código na ferramenta computacional MATLAB®, cujas formas de onda ilustradas contemplam um sinal de tensão. Podemos observar que o filtro foi capaz de filtrar as frequências questão fora da frequência central. Ainda assim sendo possível, via algoritmo, obter o THD (Total Harmonic Distortion), em português Distorção Harmônica Total. (GUELF, et al, 2021)

Figura 4: Resultado da filtragem utilizando algoritmo via Matlab apresentado no Trabalho 4.



Fonte: GUELF, et al, 2021.

A análise final visou estabelecer uma relação com as competências esperadas e desenvolvidas pelos alunos de acordo com as DCNs, que estão dispostas na Resolução nº2, de 2019, no Art. 4º, itens I, II e VIII, após os trabalhos apresentados pelos alunos devido a interdisciplinaridade. Os relatos dos alunos também foram considerados para a análise das competências esperadas. Os alunos que realizaram o Trabalho 1, questionaram se este estudo preliminar pode ser um projeto de iniciação científica ou trabalho de conclusão de curso porque é um tema relacionado à medicina envolvendo a Engenharia Elétrica. Os alunos que realizaram o Trabalho 3 relataram que para trabalhos futuros podiam utilizar a teoria de filtros analógicos/digitais em conjunto com as ferramentas computacionais para desenvolver uma interface gráfica para projeto e análise de filtros analógicos/digitais. Assim, analisando os itens I, II e VII do Art. 4º da DCN, a interdisciplinaridade entre as disciplinas de "Filtros Analógicos" e "Ferramentas Computacionais para Cálculo Numérico", levou os alunos a obter as seguintes competências esperadas:

- Art. 4º, Item I: Os alunos utilizaram técnicas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários em cada caso, como por exemplo no Trabalho 1, em que os alunos estudaram uma aplicação de filtros passa-baixas para eliminar ruídos em sinais de eletrocardiograma. No Trabalho 2, estas competências também foram contempladas porque os alunos pesquisaram a necessidade de filtragem de sinais em processamento de imagens, porque o efeito *Sharpening* melhora as imagens por exemplo em equipamentos hospitalares para análise de MRI (Imagem por ressonância magnética). Nos Trabalhos 3 e 4, os alunos apresentaram a necessidade em se preocupar com planejamento e projetos de filtros, que podem ser implementados em vários equipamentos como os MODEMS que servem para conectar computadores nas redes de comunicações. Além disso, nos quatro trabalhos os alunos formularam questões de engenharia, considerando o usuário e o contexto, e usando técnicas adequadas como a simulação feita por ferramenta computacional.
- Art. 4º, Item II: Nos quatro trabalhos, os alunos foram capazes de modelar os fenômenos usando a ferramenta computacional MATLAB, analisaram as simulações realizadas e deste modo previram os resultados dos fenômenos estudados por meio dos modelos, além de conseguirem verificar e validar os modelos, como por exemplo analisar os tipos de filtros ideais e as frequências ideais para eliminar ruídos nos quatro trabalhos. Neste item, esperava-se que experimentos gerassem resultados reais, mas como o ensino estava remoto, os alunos realizaram somente simulações.
- Art. 4º, Item VIII: Como os alunos estavam de modo remoto, e como o trabalho interdisciplinar propunha pesquisas e discussões em grupo, os alunos tiveram que ter autonomia e atitude investigativa para desenvolver os trabalhos e analisar as aplicações que eles mesmos propuseram. Assim houve aprendizagem contínua e produção de novos conhecimentos, dando oportunidade em produzir Resumos Expandidos e participarem de um evento científico. Assim, os alunos aprenderam a aprender, como competências esperadas para os alunos de Engenharia Elétrica.

Assim, a ação interdisciplinar no curso de graduação em Engenharia Elétrica contribuiu para que o aluno alcançasse algumas competências esperadas pelas DCNs, além de promover a qualidade do ensino. Estas competências contribuem para o desenvolvimento global deste aluno, e assim, eles podem lidar com questões do âmbito emocional, cultural, tecnológico, socioambiental, de responsabilidade, de criatividade, entre outros.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As DCNs apresentam a interdisciplinaridade como uma abordagem a ser utilizada na organização do curso e pelos docentes. Assim, espera-se que ações interdisciplinares sejam promovidos para que sejam desenvolvidas as competências pelos alunos do curso de graduação em Engenharia Elétrica, também apresentadas nas DCNs.

Para desenvolver a interdisciplinaridade entre as disciplinas de "Filtros Analógicos" e "Ferramenta Computacional para Cálculo Numérico", a estrutura curricular de cada disciplina foi analisada em relação ao PPC do curso de Engenharia Elétrica do IFSP de Presidente Epitácio. Os alunos desenvolveram projetos interdisciplinares que buscaram integrar os conteúdos e aplicações de filtros analógicos, simulações usando a ferramenta computacional MATLAB, e análise das simulações realizadas para as aplicações propostas. Foram desenvolvidos 8 trabalhos interdisciplinares, sendo que 4 trabalhos foram submetidos e escolhidos para apresentação oral em evento científico.

Por meio deste projeto interdisciplinar, foram analisadas as competências esperadas pelas DCNs e quais competências os alunos desenvolveram. As competências desenvolvidas estão na Resolução nº 2, de 2019, no Art. 4º, itens I, II e VIII. Nos quatro trabalhos analisados os alunos utilizaram técnicas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários, formularam questões de engenharia considerando o usuário e o contexto usando técnicas adequadas como a simulação e a modelagem usando a ferramenta computacional MATLAB, analisaram as simulações realizadas e deste modo previram os resultados dos fenômenos estudados por meio dos modelos, além de conseguirem verificar e validar os modelos. Os alunos tiveram que ter autonomia e atitude investigativa para desenvolver os trabalhos e analisar as aplicações que eles mesmos propuseram.

Como trabalho futuro e formas de reflexão sobre ações pedagógicas e de melhoria do processo de ensino-aprendizagem nos cursos de engenharia, pretende-se realizar novos projetos interdisciplinares entre outras disciplinas e analisar outras competências almejadas pelas DCNs, além de se verificar se o projeto interdisciplinar desenvolvido também contempla as competências a serem desenvolvidas pelo engenheiro electricista em relação ao CREA e ao ENADE.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, F. P.; BUENO, Ana Carolina; CARNIATO, L. A. **Filtro Passa-Alta/Butterworth para processamento de imagens (Image Sharpening) utilizando ferramentas de cálculo numérico computacional.** In: Mostra Científica, Cultural e Tecnológica - edição 2021, Presidente Epitácio. Disponível em: <http://pep2.ifsp.edu.br/mct/wp-content/uploads/2021/12/Anais-MCCT-2021.pdf>. Acesso em 01 abr. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. D.O.U., Brasília, 24 abr. 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. Projeto Pedagógico Do Curso Superior De Bacharelado Em Engenharia De Elétrica. Presidente Epitácio. Maio / 2020.

GUELFY, M. A. et al. **Projeto de um filtro passa-faixa por aproximação de Butterworth utilizando topologia realimentação múltipla.** In: Mostra Científica, Cultural e Tecnológica - edição 2021, Presidente Epitácio. Disponível em: <http://pep2.ifsp.edu.br/mct/wp-content/uploads/2021/12/Anais-MCCT-2021.pdf>. Acesso em 01 abr. 2022.

NOMURA, Joelma Iamac. **Sobre os Documentos Governamentais e Institucionais do Curso de Engenharia Elétrica: Uma Análise da Relação Institucional Esperada.** II Congresso Nacional de Educação Matemática. Junho, 2011

QUADROS, Sílvia C. O. **Interdisciplinaridade – Aspectos legais X Ações Institucionais.** Seminário Internacional de Educação Superior, 2014. Anais eletrônicos

OLIVEIRA, C. A. et al. **Desenvolvimento de um filtro analógico para eliminação de ruídos provenientes de contrações musculares em sinais de Eletrocardiograma.** In:

Mostra Científica, Cultural e Tecnológica - edição 2021. Disponível em:

<http://pep2.ifsp.edu.br/mct/wp-content/uploads/2021/12/Anais-MCCT-2021.pdf>. Acesso em 01 abr. 2022.

SALES, D. P. et al. **Projeto e análise de um filtro ativo do tipo passa-baixa por aproximação de chebyshev utilizando ferramenta computacional.** In: Mostra Científica, Cultural e Tecnológica - edição 2021, Presidente Epitácio. Disponível em:

<http://pep2.ifsp.edu.br/mct/wp-content/uploads/2021/12/Anais-MCCT-2021.pdf>. Acesso em 01 abr. 2022.

STUDY OF SKILLS DEVELOPED BY STUDENTS IN AN ELECTRICAL ENGINEERING COURSE BASED ON INTERDISCIPLINARY ACTIONS

Abstract: *The development of competences is essential for the solid formation of the engineer. Therefore, the present work aimed to analyze and report the competences described by the DCNs (National Curriculum Guidelines) that were developed by students of the Electrical Engineering course at the IFSP of Presidente Epitácio, through interdisciplinary actions between the disciplines of "Analog Filters" and "Computational Tool for Numerical Calculation". In this way, with the interdisciplinary actions developed with the two disciplines together, the students built several competences expected by the profile of the engineer in relation to the document of the DCNs. With the results achieved in this work, it is believed in the global formation of an electrical engineer who can deal with issues of emotional, cultural, technological, socio-environmental, responsibility, creativity, among others, especially with regard to the development of skills.*

Keywords: *interdisciplinarity, competencies, DCNs, electrical engineering*